

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)

Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы(НОЦ) Материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления переходника 1

УДК 621.81-2:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжан Бовэнь		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Е.П.	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.		

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий(ИШНПТ)

Направление подготовки(специальность): 15.03.01 «Машиностроение»

Отделение школы(НОЦ): Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжан Бовэнь

Тема работы:

Разработка технологии изготовления переходника 1

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Чертеж детали, годовая программа выпуска

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Михаевич Е.П.
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	Михаевич Е.П.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжан Бовэнь		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять 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 новое оборудование и инструменты 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

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	1
РАЗДЕЛ 1.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	
1.1. Исходные данные.Назначение и анализ конструкции детали.....	2
1.2. Определение типа производства,форм и методов организации работ.....	3
1.3. Анализ технологичности конструкции детали.....	5
1.4. Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления.....	6
1.5. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	7
1.6. Размерный анализ технологического процесса.Расчет допусков,припусков,промежуточных размеров заготовки и исходных.....	12
1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки.....	41
1.8.Расчет и назначение режимов обработки на операциях.....	47
1.9.Нормирование технологического процесса.....	96
РАЗДЕЛ 2.ПРОТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	
2.1.Техническое задание.....	111
2.2.Выбор базовой конструкции,модернизация и описание приспособления.....	113
2.3.Назначение технических требований на изготовление ,эксплуатацию сборку приспособления.....	115
2.4.Разработка расчетной схемы и определение сил,действующих на заготовку при обработке.....	116
2.5.Выбор и расчет силового привода.....	128
РАЗДЕЛ 3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	
3.1. Потенциальные потребители результатов исследования.....	122
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	122
3.3.Технология QuaD.....	125
3.4. SWOT-анализ.....	128
3.5.Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	131

3.6.Планирование научно-исследовательских работ.....	133
3.7.Структура работ в рамках научного исследования.....	133
3.8. Определение трудоемкости выполнения работ.....	135
3.9.Разработка графика проведения научного исследования.....	136
3.10.Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	139
3.11.Расчет материальных затрат НТИ.....	139
3.12. Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	140
3.13. Основная заработная плата исполнителей темы.....	141
3.14. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	143
3.15.Накладные расходы.....	144
3.16. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.....	145
3.17. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	146
3.18.Заключение.....	148
РАЗДЕЛ 4.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	
4.1.Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	153
4.2. Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих..	160
4.3.экологическая безопасность.....	161
4.4.Пожарная и взрывная безопасность.....	164
4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера.....	167
4.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	172
4.7. Особенности законодательного регулирования проектных решений	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	174
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	177

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали «Переходник» и станочного приспособления.

В процессе исследования проводились проектирование технологического процесса детали «Переходник1», анализ технологичности конструкции и методов изготовления, выбор и расчет режимов резания, нормирование технологического процесса, выбор оборудования, протирование станочного приспособления «Приспособление сверлильное», анализ и расчет себестоимости изготовления детали, анализ и решение производственной безопасности, проблемы о защите окружающей среды.

В выпускной квалификационной работе содержатся чертёж детали, сборочный чертёж приспособления, размерная схема, операционные карты разработанного технологического процесса.

Главная цель технологии машиностроения-изготовление машин, которые будут как можно дольше выполнять свои функции, отличаться надежностью и экономичностью как в процесса изготовления, так и в процессе эксплуатации. От состояния технологии зависят эффективность труда, расходование материальных и энергетических ресурсов, качество продукции.

В будущем планируется продолжение работы по совершенствованию расчетов изготовления машиностроительных изделий.

РАЗДЕЛ 1.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

1.1.Исходные данные

Разработать технологический процесс изготовления изделия, представленного на рис. 1. Годовая программа выпуска 2000 штук

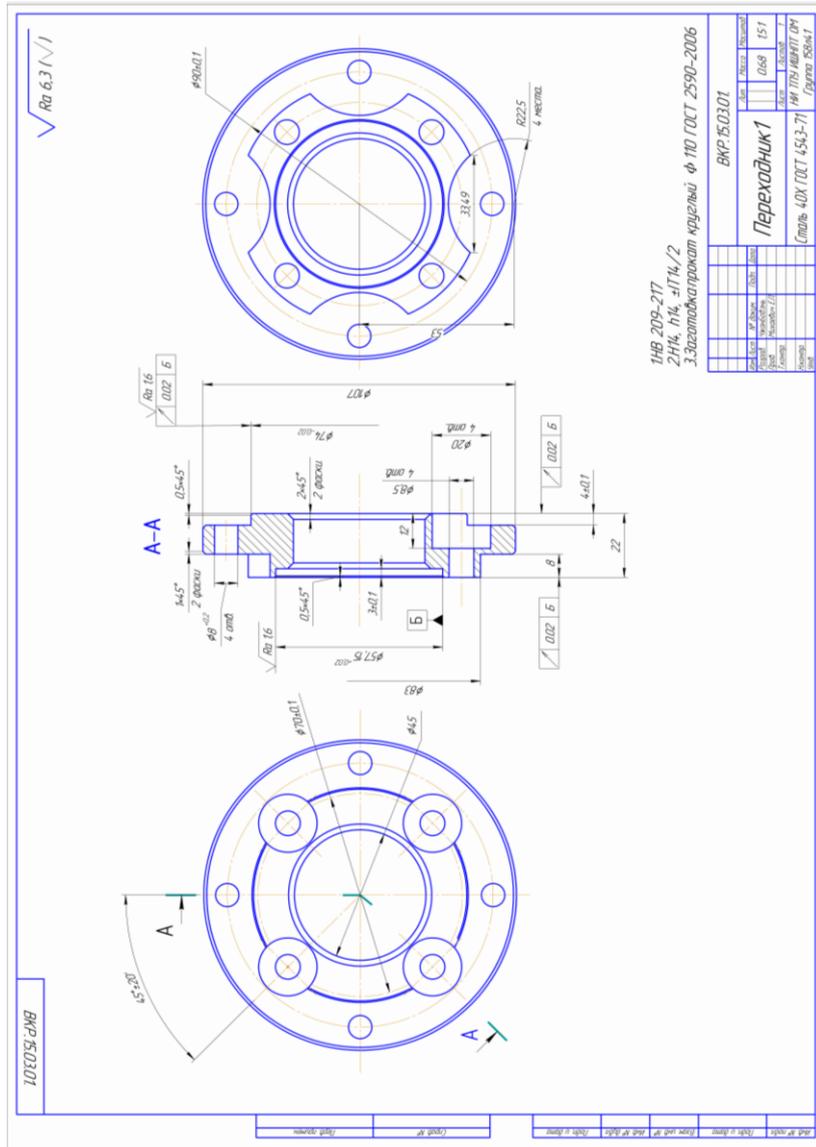


Рис. 1. Чертеж детали

1.2.Определение типа производства

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение всех различных технологических операций, определяем по формуле [1, стр. 19]:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}} \quad (1)$$

где $t_{в}$ – такт выпуска детали, мин.;

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

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

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} \quad (2)$$

где $F_{г}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_{г}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонды времени работы оборудования определяем по табл. 2.1.

[1, стр. 22] при двусменном режиме работы: $F_{г} = 4060$ ч.

Тогда:

$$t_{в} = \frac{F_{г}}{N_{г}} = \frac{4060 \cdot 60}{2000} = 121,8 \text{ мин}$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n}, \quad (3)$$

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

n – количество основных операций.

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса определяем по формуле (3):

$$T_{cp} = \frac{\sum T_{шi}}{n} = \frac{5,0115 + 3,3015 + 2,687 + 3,872 + 3,716 + 2,316}{6} = 3,484 \text{ мин}$$

Тип производства определяем по формуле:

$$K_{3,0} = \frac{t_B}{T_{cp}} = \frac{121,8}{3,484} \approx 34,95$$

Так как $K_{3,0} = 40 > 34,95 > 20$, то тип производства мелкосерийное.

1.3. Анализ технологичность конструкции детали

Деталь Переходник¹ изготовлена из стали: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, которая хорошо поддается механической обработке. В качестве заготовки для данной детали применяем прокат, Коэффициент использования материала уменьшается. Объем механической обработки увеличивается.

Деталь имеет нетехнологичную конструкцию, т.к. несимметричную форму, и несоосные цилиндрические поверхности. Механическую обработку можно выполнять на универсальных станках, и станках с ЧПУ, использовать несколько разных инструментов. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 1,6 до Ra 6,3 что требует чистовой обработки.

Размеры детали на чертеже имеют смешанную схему простановки размеров.

Точность выполняемых размеров соответствует 6-14 квалитетам.

С учетом вышесказанного конструкция детали является недостаточно технологичной, но допустимой для единичного, мелкосерийного производства.

1.4.Выбор исходной заготовки и методов ее изготовления

С учетом технологических свойств материала детали (Сталь 40Х ГОСТ 4543-71), её габаритов и массы, требований к механическим свойствам, а также типа производства(среднесерийное), выбираем в качестве исходной заготовки – прокат круглой,

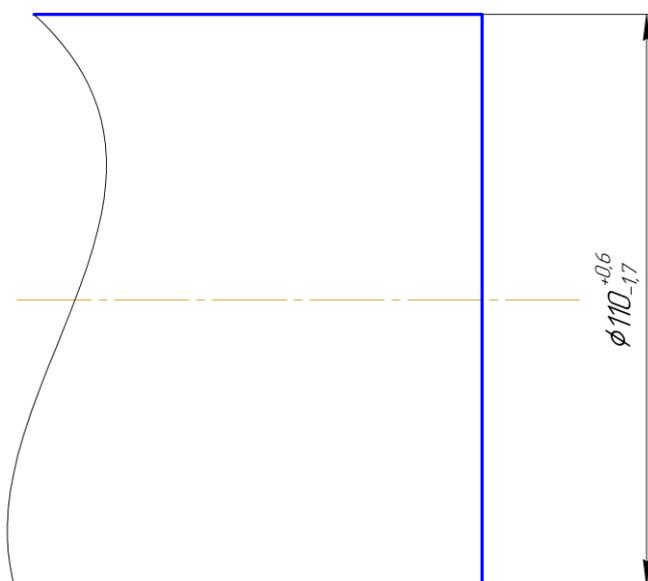


Рис.2 Заготовка

1.5. Проектирование технологического процесса изготовления

детали

Номер		Наименование и содержание операций и переходник	Операционный эскиз	
Операции	Переход			
0		Заготовительная		Станок отрезной ножовочный ОН-401
	0	Установить с снять заготовку		
	1	Отрезать заготовку, выдерживая размеры $A_{0,1}$ и $D_{0,1}^*$		
1		Токарная с ЧПУ		Станок Токарно-винторезный 16К20
	0	Установить с снять заготовку		
	1	Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1,1}$		
	2	Обточить поверхность, выдерживая размеры $A_{1,2}^*$ и $D_{1,1}$		
	3	Обточить поверхность, выдерживая размеры $A_{1,3}$ и $D_{1,2}$		
	4	Центровать А7 по ГОСТ 14034-74, выдерживая размеры $\phi 7$, $l=11,26$, и у гол 60°		

Номер	Наименование и содержание операций и переходник		Операционный эскиз	
	Операции	Переход		
1	5	Сверлить отверстие 1 предварительно D_{13} на проход, выдерживая A_{14}^*		
	6	Рассверлить отверстие 2 D_{14} на проход, выдерживая A_{15}^*		
	7	Расточить отверстие 3 D_{15} на проход, выдерживая A_{16}^*		
	8	Обточить фаску, выдерживая размер $A_{17} \times 45^\circ$		
	9	Обточить фаску, выдерживая размер $A_{18} \times 45^\circ$		
	10	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{19} \times 45^\circ$		
	Токарная с ЧПУ			
	0	Установить с снять заготовку		
	1	Подрезать торец, выдерживая размер A_{21}		
	2	Обточить поверхность, выдерживая размеры A_{22}^* и D_{21}		
3	Обточить поверхность, выдерживая размеры A_{23} и D_{22}			
4	Точить выточку, выдерживая размеры A_{24} и D_{23}			
Станок Токарно-винторезный 16К20				
Станок Токарно-винторезный 16К20				

Номер		Наименование и содержание операций и переходник	Операционный эскиз	
Операции	Переход			
2	5	Обточить фаску, выдерживая размер $A_{2,5} \times 45^\circ$		Станок Токарно-винторезный 16К20
	6	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{2,6} \times 45^\circ$		
	7	Расточить фаску, выдерживая размер $A_{2,7} \times 45^\circ$		
3	Вертикально-Фрезерная с ЧПУ			Станок вертикально-фрезерный с ЧПУ 6520Ф3-3632
	0	Установить с снять заготовку		
	1	Фрезеровать 4 выкружки, выдерживая размеры $A_{3,1}$, $A_{3,2}$ *, и $D_{3,1}$		
2	Сверлить 4 отверстия $D_{3,2}$ на проход, выдерживая размеры $D_{3,3}$ и $D_{3,4}$			

Номер	Наименование и содержание операций и переходник		Операционный эскиз
	Операции	Переход	
4		<i>Вертикально-Сверлильная с ЧПУ</i>	
	0	<i>Установить с снять заготовку</i>	
	1	<i>Сверлить 4 отверстия $D_{4,1}$ на проход, выдерживая размеры $D_{4,2}$ и a</i>	
2	<i>Зенкеровать 4 отверстия $A_{4,3}$, выдерживая размеры $D_{4,2}$</i>		
5		<i>Внутришлифовальная</i>	
	0	<i>Установить с снять заготовку</i>	
1	<i>Шлифовать внутреннюю поверхность, выдерживая размеры $A_{5,1}^{**}$ и $D_{5,1}$</i>		

Номер		Наименование и содержание операций и переходник	Операционный эскиз
Операции	Переход		
6		Круглошлифовальная	
	0	Установить с снять заготовку	
	1	Шлифовать наружную поверхность, выдерживая размеры $A_{6.1}^{**}$ и $D_{6.1}$	

Станок Круглошлифовальный 3М151В

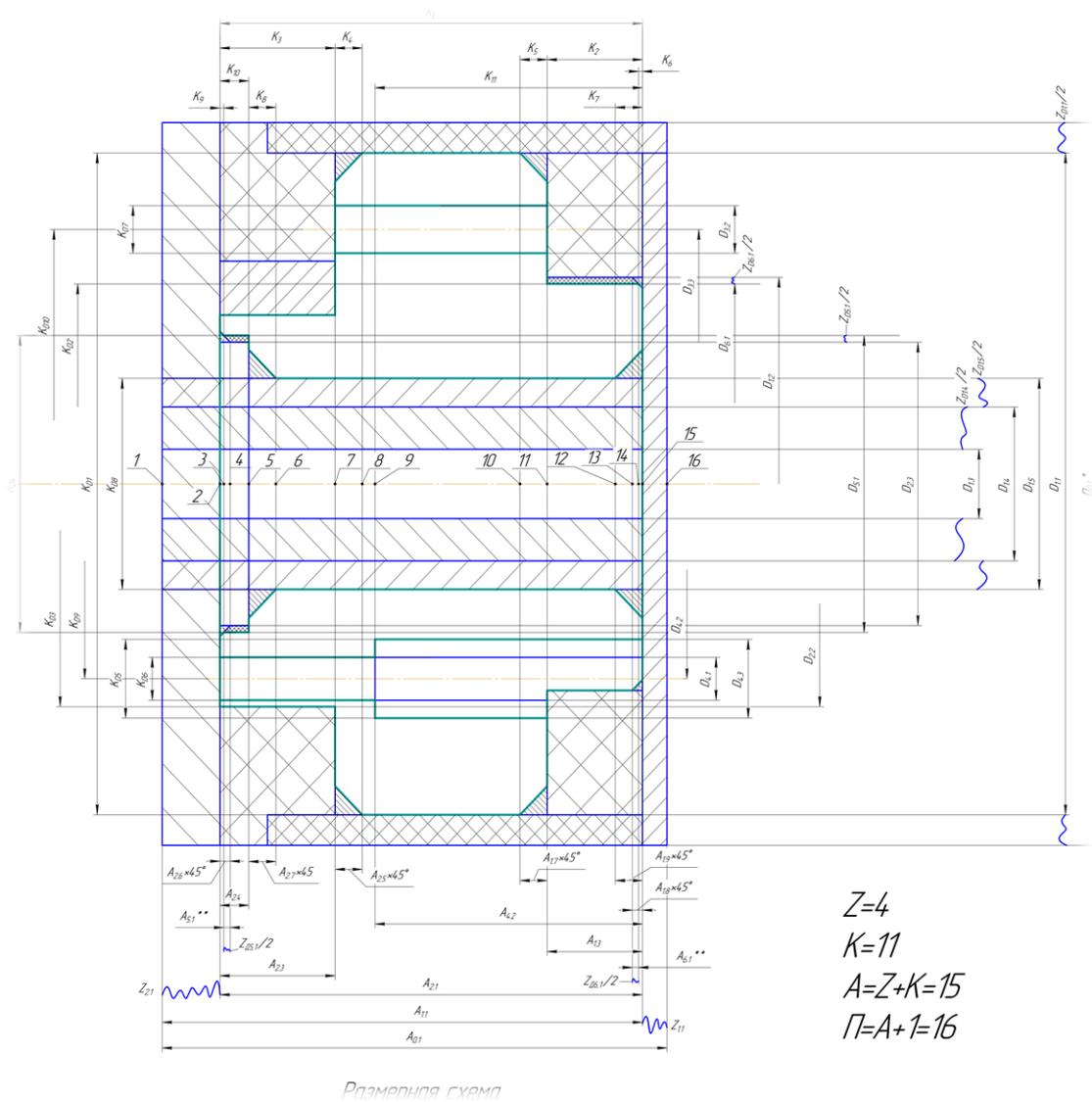
1.6.Размерный анализ технологического процесса.Расчет допусков,припусков,промежуточных размеров заготовки и исходных

Построение размерной схемы и граф технологических цепей

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность 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 (переходах) обработки изделия [2, стр. 13].

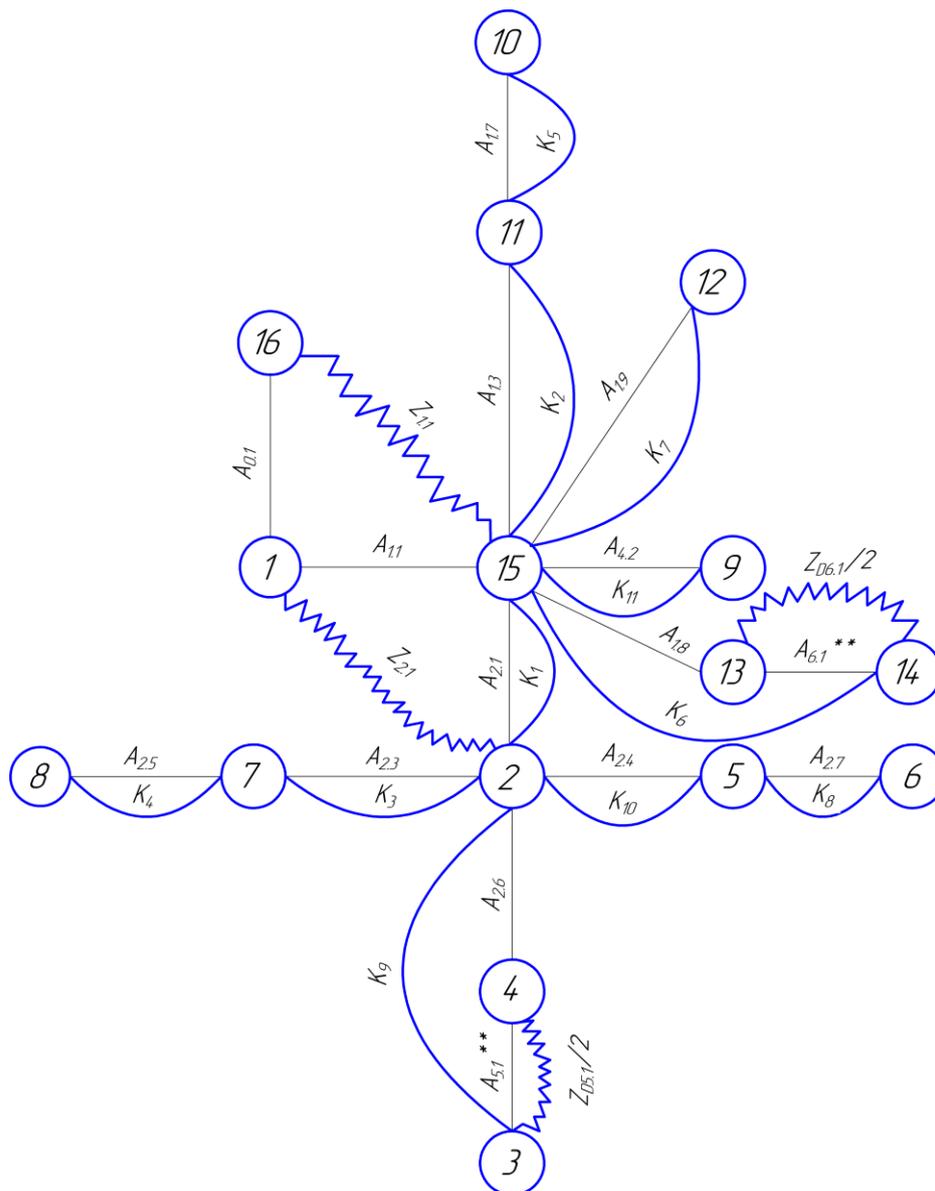
На основании маршрута изготовления фланца переходного, составляется расчётная схема (представлена на рис. 3), которая содержит все осевые технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры, проверка которых будет осуществляться по ходу данной работы.

размерная схема



В данной размерной схеме число поверхностей – 16, число технологических размеров – 15, число припусков – 4, число конструкторских – 11. Следовательно, размерная схема построена верно.

С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчётной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения граф-дерева подробно излагается в [2, стр. 14]. Граф-дерево для расчётной схемы изготовления фланца переходного представлено на рис. 4.



Граф технологических размерных цепей

Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

Размер	$K_1 = 22_{-0,52}$	Допуск	$TK_2 = 0,52\text{мм.}$
Размер	$K_2 = 4 \pm 0,1$	Допуск	$TK_2 = 0,2\text{мм.}$
Размер	$K_3 = 8 \pm 0,18$	Допуск	$TK_3 = 0,36\text{мм.}$
Размер	$K_4 = 1 \pm 0,2$	Допуск	$TK_4 = 0,4\text{мм.}$
Размер	$K_5 = 1 \pm 0,2$	Допуск	$TK_5 = 0,4\text{мм}$
Размер	$K_6 = 0.5 \pm 0,2$	Допуск	$TK_6 = 0,4\text{мм.}$
Размер	$K_7 = 2 \pm 0,2$	Допуск	$TK_7 = 0,4\text{мм}$
Размер	$K_8 = 2 \pm 0,2$	Допуск	$TK_{11} = 0,4\text{мм}$
Размер	$K_9 = 0,5 \pm 0,2.$	Допуск	$TK_9 = 0,4\text{мм}$
Размер	$K_{10} = 3 \pm 0,1$	Допуск	$TK_{10} = 0,2\text{мм}$
Размер	$K_{11} = 12 \pm 0,215$	Допуск	$TK_{11} = 0,43\text{мм}$
Размер	$K_{D1} = \Phi 107_{-0,87}$	Допуск	$TK_{D1} = 0,87\text{мм}$
Размер	$K_{D2} = \Phi 74_{-0,02}$	Допуск	$TK_{D2} = 0,02\text{мм}$
Размер	$K_{D3} = \Phi 83_{-0,87}$	Допуск	$TK_{D3} = 0,87\text{мм}$
Размер	$K_{D4} = \Phi 57,15^{+0,02}$	Допуск	$TK_{D4} = 0,02\text{мм}$
Размер	$K_{D5} = \Phi 20^{+0,52}$	Допуск	$TK_{D5} = 0,52\text{мм}$
Размер	$K_{D6} = \Phi 8,5^{+0,36}$	Допуск	$TK_{D6} = 0,36\text{мм.}$
Размер	$K_{D7} = \Phi 8^{+0,2}$	Допуск	$TK_{D6} = 0,2\text{мм}$

Размер $K_{D8} = \Phi 45^{+0,62}$ Допуск $TK_{D8} = 0,62\text{мм}$

Размер $K_{D9} = \Phi 70 \pm 0,37$ Допуск $TK_{D9} = 0,74\text{мм}$

Размер $K_{D10} = \Phi 91 \pm 0,1$ Допуск $TK_{D10} = 0,2\text{мм}$

1 **пределение допусков на осевые технологические размеры**

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными

из[4, стр. 34]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u,i-1} + \varepsilon_{\delta i}, \quad (4)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u,i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\delta i}$ - погрешность базирования, мм.

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточны назначаем :

$$TA_{0,1} = 0,52\text{мм}$$

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1,1} = \omega_c + \rho_u = 0,12 + 0,08 = 0,20\text{мм};$$

$$TA_{1,3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,7} = \omega_c = 0,12\text{мм};$$

$$TA_{1,8} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1,9} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2,1} = \omega_c + \rho_u = 0,12 + 0,06 = 0,18\text{мм};$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.6} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.7} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{4.2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TA_{5.1}^{**} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

$$TA_{6.1}^{**} = \omega_c = 0,12 \text{ мм}$$

пределение допусков на диаметральные технологические размеры

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности[4, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}, (5)$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь $TD_{1.1} = \omega_c = 0,$

2мм;

$$TD_{1.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{1.3} = \omega_c = 0,12\text{мм};$$

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{1.5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{2.1} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{2.2} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TD_{2.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{3.2} = \omega_c = 0,10 \text{ мм};$$

$$TD_{3.3} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{4.1} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

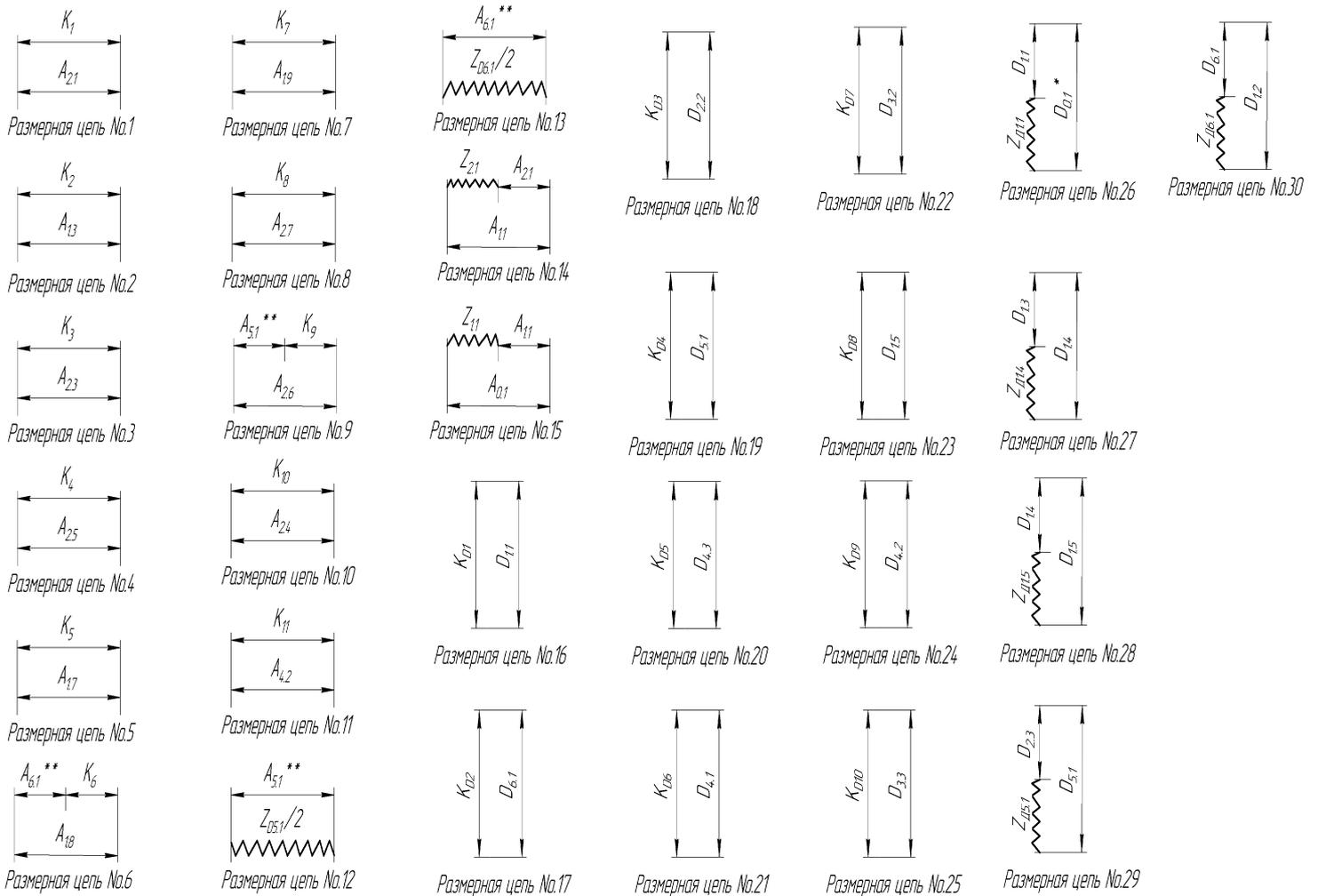
$$TD_{4.2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{4.3} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{5.1} = \omega_c = 0,007 \text{ мм};$$

$$TD_{6.1} = \omega_c = 0,007 \text{ мм};$$

Рис. 5 Технологическая размерная цепь



Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

Для расчета строится размерная схема технологического процесса в продольном направлении и граф технологических размерных цепей, облегчающий их выявление.

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются непосредственно и не выдерживаемые конструкторские размеры, и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью.

Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [4, стр. 60] :

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i. (6)$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 6).

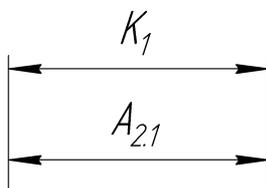


Рис.6. Размерная цепь No.1

$$TK_1 = 0,52 \text{ мм}; \quad TA_{2.1} = 0,18 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 7).

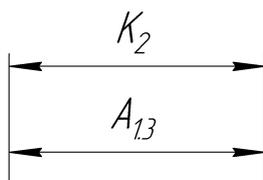


Рис.7. Размерная цепь No.2

$$TK_2 = 0,2 \text{ мм}; TA_{1,3} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_2 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 8).

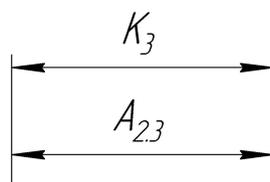


Рис.8. Размерная цепь No.3

$$TK_3 = 0,36 \text{ мм}; TA_{2,3} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 9).

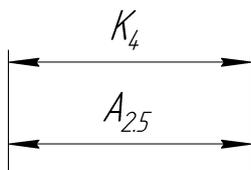


Рис.9. Размерная цепь No.4

$$TK_4 = 0,4 \text{ мм}; TA_{2,5} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_3 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 10).

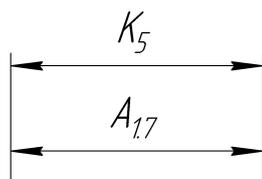


Рис.10. Размерная цепь No.5

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм}; TA_{1,7} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 11).

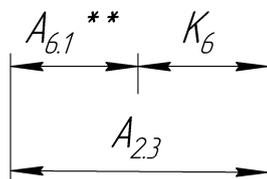


Рис.11. Размерная цепь No.6

$$TK_6 = 0,4 \text{ мм}; TA_{6,1}^* + TA_{2,3} = 0,12 + 0,12 = 0,24\text{мм}$$

Размер K_6 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_7 (рис. 12).

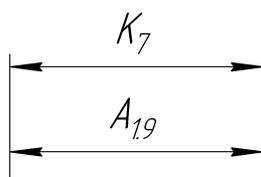


Рис.12. Размерная цепь No.7

$$TK_7 = 0,4 \text{ мм}; TA_{1,9} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_5 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_8 (рис. 13).

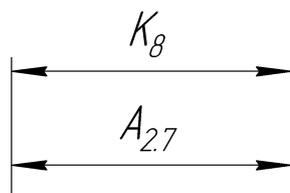


Рис.13. Размерная цепь No.8

$$TK_8 = 0,4 \text{ мм}; TA_{2.7} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_8 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_9 (рис. 14).

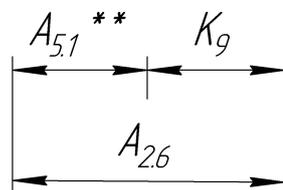


Рис.14. Размерная цепь No.9

$$TK_9 = 0,4 \text{ мм}; TA_{5.1}^* + TA_{2.6} = 0,24\text{мм}$$

Размер K_9 выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{10} (рис. 15).

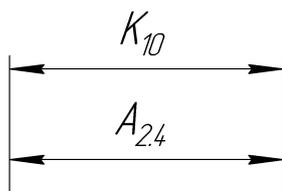


Рис.15. Размерная цепь No.10

$$TK_{10} = 0,2 \text{ мм}; TA_{2.4} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_{10} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{11} (рис. 16).

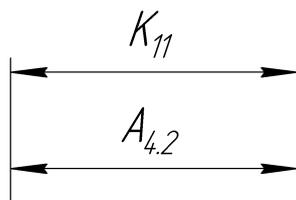


Рис.16. Размерная цепь No.11

$$TK_{11} = 0,43 \text{ мм}; TA_{4.2} = 0,15\text{мм}$$

Размер K_{11} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D1} (рис. 17).

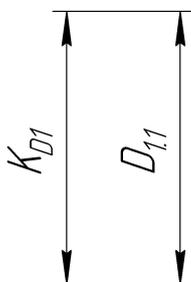


Рис.17. Размерная цепь No.16

$$TK_{D1} = 0,87 \text{ мм}; TD_{1.1} = 0,2\text{мм}$$

Размер K_{D1} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D2} (рис. 18).

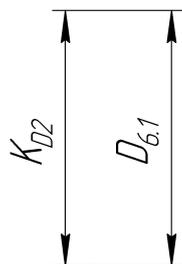


Рис.18. Размерная цепь No.17

$$TK_{D2} = 0,02 \text{ мм}; TD_{6.1} = 0,007\text{мм}$$

Размер K_{D2} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D3} (рис. 19).

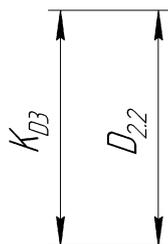


Рис.19. Размерная цепь No.18

$$TK_{D3} = 0,87 \text{ мм}; TD_{2.2} = 0.2\text{мм}$$

Размер K_{D3} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D4} (рис. 20).

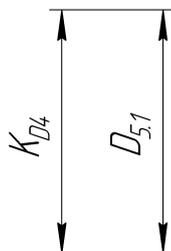


Рис.20.Размерная цепь No.19

$$TK_{D4} = 0,02 \text{ мм}; TD_{5.1} = 0,007\text{мм}$$

Размер K_{D4} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D5} (рис. 21).

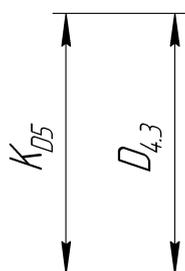


Рис.21.Размерная цепь No.20

$$TK_{D5} = 0,52 \text{ мм}; TD_{4.3} = 0,15\text{мм}$$

Размер K_{D5} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D6} (рис. 22).

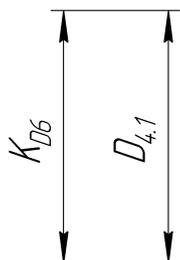


Рис.22.Размерная цепь No.21

$$TK_{D6} = 0,36 \text{ мм}; TD_{4.1} = 0,15\text{мм}$$

Размер K_{D6} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D7} (рис. 23).

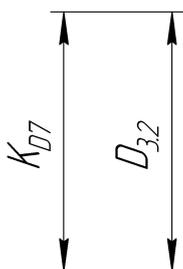


Рис.23.Размерная цепь No.22

$$TK_{D7} = 0,2 \text{ мм}; TD_{3.2} = 0,10\text{мм}$$

Размер K_{D7} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D8} (рис. 24).

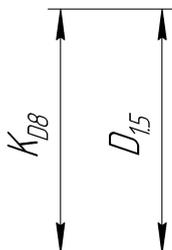


Рис.24.Размерная цепь No.23

$$TK_{D8} = 0,62 \text{ мм}; TD_{1.5} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_{D8} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D9} (рис. 25).

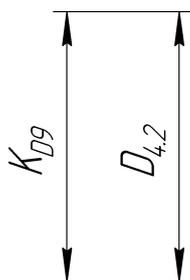


Рис.25.Размерная цепь No.24

$$TK_{D9} = 0,74\text{мм}; TD_{4.2} = 0,15\text{мм}$$

Размер K_{D8} выдерживается.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_{D10} (рис. 26).

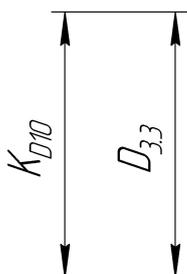


Рис.26.Размерная цепь No.25

$$TK_{D10} = 0,2\text{мм}; TD_{3.3} = 0,12\text{мм}$$

Размер K_{D10} выдерживается.

Определение минимальных припусков на обработку

Припуски принято делить на общие и промежуточные. Общий припуск необходим для выполнения всех технологических переходов обработки данной поверхности, промежуточный – для выполнения отдельного перехода.

Принято различать минимальное, максимальное, среднее и номинальное значение припуска на обработку. Однако первичны

м, определяющим остальные категории припуска, является его минимальное значение. Минимальный припуск должен быть таким, чтобы его удаление было достаточно для обеспечения требуемой точности и качества поверхностного слоя обработанной поверхности.

Таким образом, минимальный припуск на обрабатываемый диаметр определяется по формуле [8, стр. 42]:

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

Где $z_{i \min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

Rz_{i-1} - шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} - толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} - суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_{yi} - погрешность установки заготовки на текущем переходе, мкм.

$$Z_{д1.1 \min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,08 + 0,1 + \sqrt{0 + 0,12^2}) = 0,6 \text{ мм}$$

$$Z_{д1.5 \min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,08 + 0,05 + \sqrt{0,04^2}) = 0,34 \text{ мм}$$

$$Z_{д5.1\min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,01 + 0,02 + \sqrt{0,016^2 + 0,05^2}) = 0,16\text{мм}$$

$$Z_{д6.1\min} = 2 (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) = 2(0,01 + 0,02 + \sqrt{0,016^2 + 0,05^2}) = 0,16\text{мм}$$

Расчёт припуска на обработку плоскости определяется по формуле из [8, с. 42]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_{zi}$$

$$Z_{1.1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,08 + 0,1 + 0,15 = 0,33\text{мм}$$

$$Z_{2.1\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} = 0,08 + 0,1 + 0,15 = 0,33\text{мм}$$

Расчет диаметральных технологических размеров

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.1}$

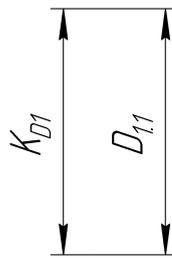


Рис.17. Размерная цепь No.16

$$D_{1.1}^c = K_{D1}^c = 106,57\text{мм}$$

$$D_{2.3} = 107_{-0,87} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{6.1}$

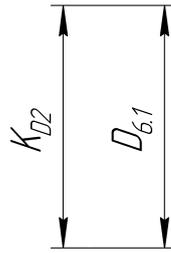


Рис.18. Размерная цепь No.17

$$D_{6.1}^c = K_{D2}^c = 73,99\text{мм}$$

$$D_{6.1} = 74_{-0,02} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.2}$

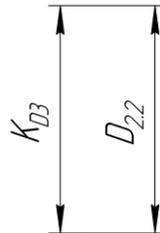


Рис.19. Размерная цепь No.18

$$D_{2.2}^c = K_{D3}^c = 82,565\text{мм}$$

$$D_{2.2} = 83_{-0,87} \text{ мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{5.1}$

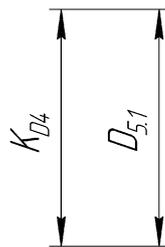


Рис.20. Размерная цепь No.19

$$D_{5.1}^c = K_{D4}^c = 57,16\text{мм}$$

$$D_{5.1} = 57,15^{+0,02}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{4.3}$

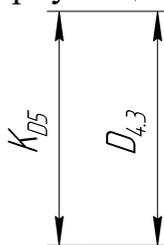


Рис.21.Размерная цепь No.20

$$D_{4.3}^c = K_{D5}^c = 20,26\text{мм}$$

$$D_{5.1} = 20^{+0,52}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{4.1}$

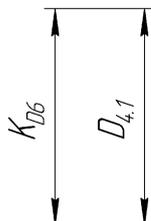


Рис.22.Размерная цепь No.21

$$D_{4.1}^c = K_{D6}^c = 8,68\text{мм}$$

$$D_{5.1} = 8,5^{+0,36}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.2}$

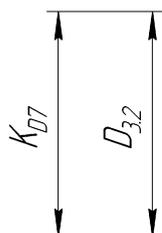


Рис.23.Размерная цепь No.22

$$D_{3.2}^c = K_{D7}^c = 8,1\text{мм}$$

$$D_{3.2} = 8^{+0,2}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.5}$

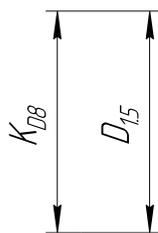


Рис.24.Размерная цепь No.23

$$D_{1.5}^c = K_{D8}^c = 45,31\text{мм}$$

$$D_{1.5} = 45^{+0,62}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{4.2}$



Рис.25.Размерная цепь No.24

$$D_{4.2}^c = K_{D9}^c = 70\text{мм}$$

$$D_{4.2} = 70 \pm 0,37\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{3.3}$

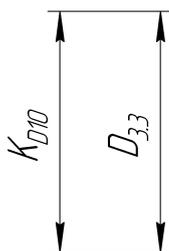
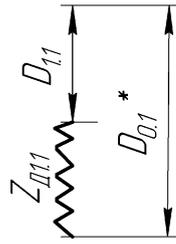


Рис.26.Размерная цепь No.25

$$D_{3.3}^c = K_{D10}^c = 91\text{мм}$$

$$D_{3.3} = 91 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{0.1}^*$



Размерная цепь No.26

$$D_{0.1}^c = D_{1.1}^c + Z_{д1.1}^c$$

$$Z_{д1.1}^c = Z_{д1.1}^{\min} + \frac{T_{D_{0.1}} + T_{D_{1.1}}}{2} = 0,6 + \frac{2,3 + 0,2}{2} = 1,85 \text{ мм}$$

$$D_{1.1}^c = K_{D_1}^c = 106,565 \text{ мм}$$

$$D_{0.1}^c = 106,565 + 1,85 = 108,415 \text{ мм}$$

вычисляется номинальное значение звена $D_{0.1}^*$:

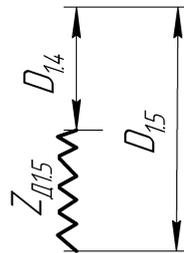
$$D_{0.1} = 108,415 - \frac{0,6 - 1,7}{2} = 108,965$$

$$D_{0.1} = 108,965_{-1,7}^{+0,6}$$

Выбираем прокат диаметром $D_{0.1} = 110_{-1,7}^{+0,6}$

Фактическое значение $Z_{D_{1.1}} = D_{0.1} - D_{1.1} = 3_{-1,7}^{+1,47}$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.4}$



Размерная цепь No.28

$$D_{1.4}^c = D_{1.5}^c - Z_{д1.5}^c$$

$$Z_{д1.5}^c = Z_{д1.5}^{\min} + \frac{T_{D_{1.4}} + T_{D_{1.5}}}{2} = 0,34 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,46 \text{ мм}$$

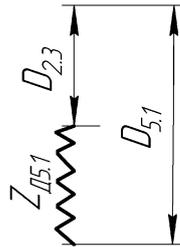
$$D_{1.5}^c = K_{D8}^c = 45,31 \text{ мм}$$

$$D_{1.4}^c = 45,31 - 0,46 = 44,85 \text{ мм}$$

РАЗМЕР ОТНОСИТСЯ К ОТВЕРСТИЯМ, ТО $D_{1,4} = 44,79^{+0,12}$, $Z_{D1.5} = 0,21^{+0,62}_{-0,12}$

Выбрать $D_{1,4} = 40\text{H}14^{+0,62}$, фактический $Z_{D1.5} = 5^{+0,62}_{-0,62}$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{2.3}$



Размерная цепь No.29

$$D_{2.3}^c = D_{5.1}^c - Z_{д5.1}^c$$

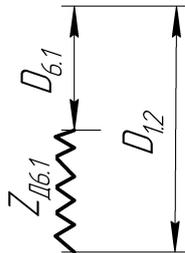
$$Z_{д5.1}^c = Z_{д5.1}^{\min} + \frac{T_{D5.1} + T_{D2.3}}{2} = 0,16 + \frac{0,007 + 0,02}{2} = 0,1735 \text{ мм}$$

$$D_{5.1}^c = 57,16 \text{ мм}$$

$$D_{2.3}^c = 57,16 - 0,1735 = 56,98 \text{ мм}$$

РАЗМЕР ОТНОСИТСЯ К ОТВЕРСТИЯМ, $D_{2,3} = 56,92^{+0,02}$, $Z_{D5.1} = 0,23^{+0,12}_{-0,12}$

Рассмотрим размерную цепь для размера $D_{1.2}$



Размерная цепь No.30

$$D_{1.2}^c = D_{6.1}^c + Z_{д6.1}^c$$

$$Z_{д6.1}^c = Z_{д6.1}^{\min} + \frac{T_{D6.1} + T_{D1.2}}{2} = 0,16 + \frac{0,007 + 0,2}{2} = 0,2635 \text{ мм}$$

$$D_{6.1}^c = 73,99\text{мм}$$

$$D_{1.2}^c = 73,99 + 0,2635 = 74,2535\text{мм}$$

РАЗМЕР ОТНОСИТСЯ К ВАЛУ, ТО $D_{1,2} = 74,35_{-0,2}$; $Z_{D6.1} = 0,35_{-0,2}^{+0,02}$

Принятое номинальное значение радиального размера

Обозначение технологического размера	Принятое номинальное значение размера, мм	Обозначение технологического размера	Принятое номинальное значение размера, мм
1	2	1	2
$D_{0,1}$	$\varnothing 110_{-1,7}^{+0,6}$	$D_{2,3}$	$\varnothing 56,92^{+0,02}$
$D_{1,1}$	$\varnothing 107h14(-0,87)$	$D_{3,2}$	$\varnothing 8^{+0,2}$
$D_{1,2}$	$\varnothing 74,35_{-0,2}$	$D_{4,1}$	$\varnothing 8,5H14(+0,36)$
$D_{1,3}$	$\varnothing 15H14(+0,43)$	$D_{4,3}$	$\varnothing 20H14(+0,52)$
$D_{1,4}$	$\varnothing 40H14(+0,62)$	$D_{5,1}$	$\varnothing 57,15^{+0,02}$
$D_{1,5}$	$\varnothing 45H14(+0,62)$	$D_{6,1}$	$\varnothing 74_{-0,02}$
$D_{2,1}$	$\varnothing 107h14(-0,87)$		
$D_{2,2}$	$\varnothing 83h14(-0,87)$		

Расчет продольных технологических размеров

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$

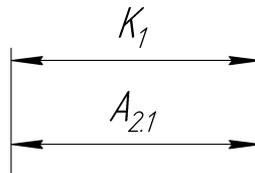


Рис.6. Размерная цепь No.1

$$A_{2.1}^c = K_1^c = 21,74\text{мм}$$

$$A_{2.1} = 22_{-0,52}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.3}$

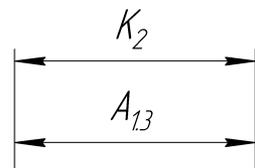


Рис.7. Размерная цепь No.2

$$A_{1.3}^c = K_2^c = 4\text{мм}$$

$$A_{1.3} = 4 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.3}$

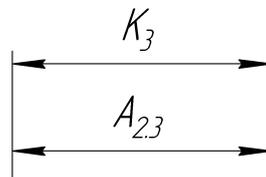


Рис.8. Размерная цепь No.3

$$A_{2.3}^c = K_3^c = 8\text{мм}$$

$$A_{2.3} = 8 \pm 0,18\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.5}$

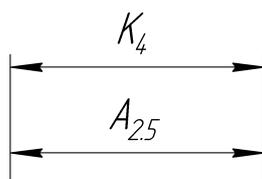


Рис.9. Размерная цепь No.4

$$A_{2.5}^c = K_4^c = 1\text{мм}$$

$$A_{2.3} = 1 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.7}$

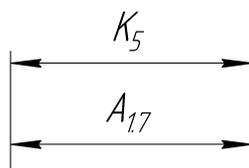
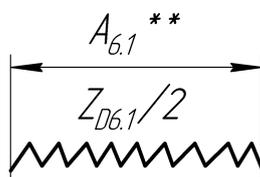


Рис.10. Размерная цепь No.5

$$A_{1.7}^c = K_5^c = 1\text{мм}$$

$$A_{1.7} = 1 \pm 0,2\text{мм}$$

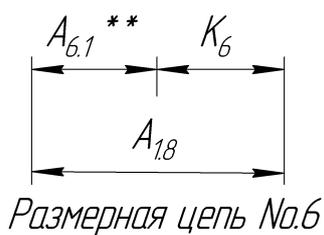
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{6.1}^{**}$



Размерная цепь No.13

$$A''_{6.1} = \frac{Z_{D6.1}}{2} = \frac{0,35^{+0,02}_{-0,2}}{2} = 0,175^{+0,01}_{-0,1}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.8}$



$$A_{1.8}^c = A_{6.1}^c + K_6^c = \frac{0,175+0,01+0,175-0,1}{2} + 0,5 = 0,63\text{мм}$$

$$A_{1.8} = 0,63_{-0,06}^{+0,06}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.9}$

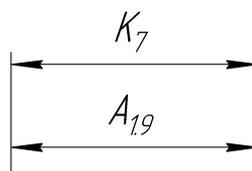


Рис.12. Размерная цепь No.7

$$A_{1.9}^c = K_7^c = 2$$

$$A_{1.9} = 2 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.7}$

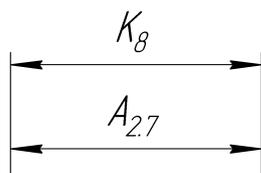
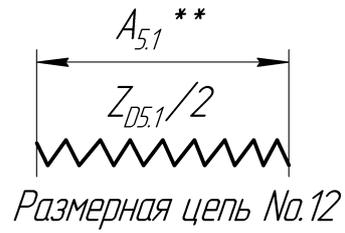


Рис.13. Размерная цепь No.8

$$A_{2.7}^c = K_8^c = 2$$

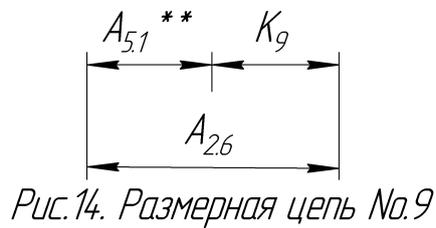
$$A_{2.7} = 2 \pm 0,2\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{5.1}^{**}$



$$A''_{5.1} = \frac{Z_{D5.1}}{2} = \frac{0,23^{+0,12}_{-0,12}}{2} = 0,115^{+0,06}_{-0,06}$$

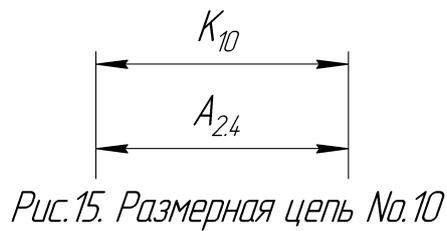
Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.6}$



$$A_{2.6}^c = A_{5.1}^c + K_9^c = 0,115 + 0,5 = 0,615\text{мм}$$

$$A_{2.6} = 0,615 \pm 0,06\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.4}$



$$A_{2.4}^c = K_{10}^c = 3\text{мм}$$

$$A_{2.4} = 3 \pm 0,1\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{4.2}$

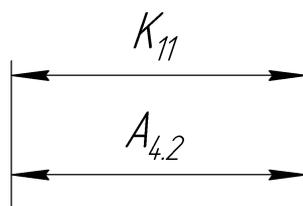
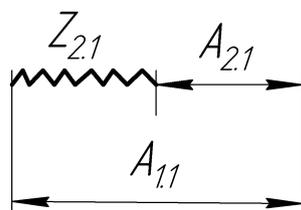


Рис.16. Размерная цепь No.11

$$A_{4.2}^c = K_{11}^c = 12\text{мм}$$

$$A_{4.2} = 12 \pm 0,215\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.1}$



Размерная цепь No.14

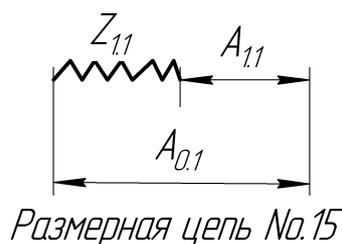
$$A_{1.1}^c = Z_{2.1}^c + A_{2.1}^c$$

$$Z_{2.1}^c = Z_{2.1}^{\min} + \frac{TA_{1.1} + TA_{2.1}}{2} = 0,33 + \frac{0,2 + 0,18}{2} = 0,52\text{мм}$$

$$A_{1.1}^c = Z_{2.1}^c + A_{2.1}^c = 0,52 + 21,74 = 22,26\text{мм}$$

$$A_{1.1} = 22.36_{-0.2}\text{мм}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{0,1}$



$$A_{0,1}^c = Z_{1,1}^c + A_{1,1}^c$$

$$Z_{1,1}^c = Z_{1,1}^{\min} + \frac{TA_{1,1} + TA_{0,1}}{2} = 0,33 + \frac{0,2 + 0,9}{2} = 0,88\text{мм}$$

$$A_{0,1}^c = Z_{1,1}^c + A_{1,1}^c = 0,88 + 22,26 = 23,14\text{мм}$$

$$A_{0,1} \approx 24_{-0,9}\text{мм}$$

$$Z_{1,1} = A_{0,1} - A_{1,1} = 24_{-0,9} - 22,36_{-0,2} = 1,64_{-0,9}^{+0,2}$$

Обозначение технологического размера	Притоезначение размера, мм	Обозначение технологического размера	Притоезначение размера, мм	Обозначение технологического размера	Притоезначение размера, мм
1	2	1	2	1	2
$A_{0,1}$	$24_{-0,9}$	$A_{1,7}$	$1 \pm 0,2$	$A_{2,5}$	$1 \pm 0,2$
$A_{1,1}$	$22,36_{-0,2}$	$A_{1,8}$	$0,63 \pm 0,06$	$A_{2,6}$	$0,615 \pm 0,06$
$A_{1,2}^*$	$16,35 \pm 0,215$	$A_{1,9}$	$2 \pm 0,2$	$A_{2,7}$	$2 \pm 0,2$
$A_{1,3}$	$4 \pm 0,1$	$A_{2,1}$	$22_{-0,52}$	$A_{3,2}^*$	$8 \pm 0,18$
$A_{1,4}^*$	$22,36_{-0,2}$	$A_{2,2}^*$	$6 \pm 0,15$	$A_{4,2}$	$12 \pm 0,215$
$A_{1,5}^*$	$22,36_{-0,2}$	$A_{2,3}$	$8 \pm 0,18$	$A_{5,1}^{**}$	$0,115 \pm 0,215$
$A_{1,6}^*$	$22,36_{-0,2}$	$A_{2,4}$	$3 \pm 0,1$	$A_{6,1}^{**}$	$0,175_{-0,1}^{+0,01}$

1.7. Выбор оборудования и технологической оснастки

Операция 0 Заготовительная

Станок отрезной ножовочный

Модель :ОН-401 (ON-401)

Технические характеристики

Параметры инструмента	Ножовочное полотно 600x50x 2,5 мм
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения (угол реза 90 град.), мм	400
Наибольший диаметр отрезаемой заготовки круглого сечения (угол реза 45 град.), мм	250
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения (угол реза 90 град.), мм	340 x 340
Наибольший размер отрезаемой заготовки квадратного сечения (угол реза 45 град.), мм	250 x 250
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения (угол реза 90 град.), мм	380 x 210
Наибольший размер отрезаемой заготовки прямоугольного сечения (угол реза 45 град.), мм	250 x 250
Скорость резания, м/с	10/13/16/21/27/33 (Ступенчатое регулирование)
Число двойных ходов пильной рамы в минуту	33; 42; 52; 65; 85; 104
Величина хода пильной рамы, мм	164,8
Механизм зажима заготовки	вручную
Угол поворота тисков, град.	45
Мощность привода главного движения, кВт	3,2 / 4,0
Емкость бака гидравлической системы, л	3
Емкость системы охлаждения, л	35
Мощность двигателя системы охлаждения, кВт	0,12
Номинальное напряжение питания, В	380
Габаритные размеры, мм	2120 x 780 x 1600

Операция 1и2 Токарная

Токарно-винторезный станок

Модель :16к20

Технические характеристики

Наибольший диаметр заготовки типа Диск, обрабатываемой над станиной - \varnothing 400 мм

Расстояние между центрами - 710, 1000, 1400, 2000 мм

Высота центров - 215 мм

Мощность электродвигателя - 11 кВт

Вес станка полный - 2,8; 3,0; 3,2; 3,6 т

Пределы чисел прямых оборотов шпинделя в минуту (22 ступеней) - 12,5..1600 об/мин

Пределы продольных подач - 0,05..2,8 мм/об

Пределы поперечных подач - 0,025..1,4 мм/об

Операция 3 Вертикально-Фрезерная с ЧПУ

Станок вертикально-фрезерного станка с ЧПУ Модель : 6P13Ф3

Технические характеристики

Технические характеристики	Параметры
Размеры рабочей поверхности стола, мм	400 x 1600
Класс точности по ГОСТ 8-71	П
Шероховатость обработанной поверхности Rz, мкм	20
Максимальная нагрузка на стол (по центру), кг	300
Наибольшее продольное перемещение стола (X), мм	1000
Наибольшее поперечное перемещение стола (Y), мм	400
Наибольшее вертикальное установочное перемещение стола, мм	420
Наибольшее вертикальное перемещение ползуна (Z), мм	250
Пределы рабочих подач. Продольных, поперечных, вертикальных, мм/мин	3 - 4800
Скорость быстрого перемещения стола и ползуна, мм/мин	4800
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	70 - 490
Расстояние от оси шпинделя до вертикальных направляющих станины, мм	500
Подача за один импульс, мм	0,01
Точность позиционирования по оси X, мм	0,065
Точность позиционирования по оси Y, Z, мм	0,040
Наибольший диаметр сверления, мм	30
Наибольший диаметр концевой фрезы, мм	40
Наибольший диаметр торцевой фрезы, мм	125
Частота вращения шпинделя, мин-1	40 - 2000
Количество скоростей шпинделя	18
Наибольший крутящий момент, кгс.м	62,8
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	16,87
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	3450 x 3970 x 2965
Масса станка с электрооборудованием, кг	4450

Операция 4 Сверлильная с ЧПУ

Станок :Вертикально-сверлильный ВИТЯЗЬ

Модель : 2Н128П

Технические характеристики

Двигатель	1500 Вт
Макс. Ø сверления	28 мм
Макс. Ø глубокого сверления	24 мм
Шпиндель	МК 3
Вылет оси шпинделя	200 мм
Перемещение пиноли	105 мм
Частота вращения шпинделя	35 - 5600 об/мин
Количество скоростей	12
Размер стола	340 x 360 мм
Размер Т-образных пазов	14 мм
Максимальное расстояние от шпинделя до стола	860 мм
Размер основания	320 x 320 мм
Максимальное расстояние от шпинделя до основания	1275 мм
Диаметр колонны	ø 92 мм
Габаритные размеры	700 x 475 x 1755 мм
Масса станка	141 кг

Операция 5 Внутришлифовальная станок

Внутришлифовальный универсальный высокой точности станок

Модель : 3К227В

Технические характеристики:

Класс точности В

Диаметр обрабатываемого отверстия мм 200

Длина детали мм 200

Мощность главного привода кВт 9

Габариты станка мм

- длина 2900

- ширина 2080

- высота 1500

Вес станка кг 4500

Операция 6 Круглошлифовальная

Станок круглошлифовальный

Модель : 3М151В

Технические характеристики

Параметр	Значение
Класс точности станка по <u>ГОСТ 8-82</u> (Н, П, В, А, С)	В
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	200
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	700
Длина шлифования, мм	700
ЧПУ	-
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	- 1590
Мощность, кВт	10
Габариты, мм	4635_2450_2170
Масса, кг	6032
Начало серийного выпуска, год	1970

1.8. Расчет и назначение режимов обработки на операциях

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.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Операция 1 Токарная

Операция 1-Переход 1:Черновая подрезка торца $A_{1.1}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа T15K6

Глубина резания: $t = Z_{1.1}^{cp} = 1,29\text{мм} \approx 1,3\text{мм}$;

Подачу: $S = 0,55 \cdot 0,45 = 0,25 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=30\text{мин}$;

Значения коэффициентов: $C_v = 280$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,45$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi lv} \cdot K_{rv}$$

Где K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; \quad n_v = 1,0; \quad \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Пv} = 0,9;$$

$K_{ИV} = 1$ -коэффициент,учитывающий материал части.Д
ля режущей пластинки из твердого сплава Т15К6,[табл6,361]

$K_{ПV} = 0,9$ -коэффициент,учитывающий состояние пове
рхности заготовки[табл5,361]

$K_{\phi V} = 1$ -коэффициент,учитывающий геометрические
параметры резца(главный угол в плане $\phi = 45^\circ$)

$K_{\phi IV} = 0,87$ -коэффициент,учитывающий геометрическ
ие параметры резца(вспомогательный угол в плане $\phi = 45^\circ$)

$K_{rV} = 1,0$ -коэффициент,учитывающий геометрические
параметры резца(радиус при вершине резца $r=2\text{мм}$)

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{ИV} \cdot K_{ПV} \cdot K_{\phi V} \cdot K_{\phi IV} \cdot K_{rV} = 1,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,87 = 1,11$$

Скорость резания:

$$v = \frac{280}{30^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,25^{0,45}} \cdot 1,11 = 282 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 282}{\pi \cdot 110} = 816 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 800 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{800 \cdot 110 \cdot 3,14}{1000} = 276,32 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP};$$

$n = 0,75$ - для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\text{фр}} = 1,0, K_{\text{гр}} = 1,1, K_{\text{лр}} = 1,0, K_{\text{гп}} = 1,0 \text{ [таб23,374]}$$

$$K_P = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{гр}} \cdot K_{\text{лр}} \cdot K_{\text{гп}} = 0,77 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,847$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15; \text{ [таб22]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,3^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 276^{-0,15} \cdot 0,847 = 503\text{Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{503 \cdot 276,32}{1020 \cdot 60} = 2,27\text{кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,27}{0,75} = 3,03\text{кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 3,03\text{кВт}$

Операция 1-Переход2:Черновое точение поверхность $D_{1,1} = \varnothing 107\text{h14}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{1}{2} \cdot Z_{D1.1}^{\text{max}} = 2,235\text{мм};$$

$$\text{Подачу: } S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11\text{ мм/об};$$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30$ мин; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 0,9; K_{\varphi v} = 0,7; K_{\phi lv} = 0,94; K_{rv} = 0,94 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 0,94 \\ = 0,79$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2,235^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 0,79 = 193 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 193}{\pi \cdot 107} = 574 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 630 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{630 \cdot 107 \cdot 3.14}{1000} = 212 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

Где $K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

Где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0.77$;

$K_{\phi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1,0$, $K_{rp} = 0,93$ [23,374]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$$

$C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$; [22,372]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,235^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 212^{-0,15} \cdot 0,7 = 401 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{401 \cdot 212}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,4}{0,75} = 1,86 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,86 \text{ кВт}$

Операция 1-Переход 3:Черновое точение поверхность $D_{1,2} = \emptyset 74,35_{-0,2}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твёрдого сплава типа Т15К6

Глубина резания: $t = 16,425 \text{ мм}$;

Число рабочих ходов: $i = \frac{t_0}{t_{\max}} = \frac{16,425}{5} \approx 3$

Подачу: $S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi Iv} \cdot K_{Rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 0,9; K_{\varphi v} = 0,7; K_{\varphi Iv} = 0,94; K_{Rv} = 0,94 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi Iv} \cdot K_{Rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 0,94 \\ = 0,79$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,28^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 0,79 = 182 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 182}{\pi \cdot 74,35} = 800 \text{ об/мин};$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

Где $K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

Где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$;

$K_{\phi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1,0$, $K_{rp} = 0,93$ [23,374]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$$

$C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$; [22,372]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3,28 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 182^{-0,15} \cdot 0,7 = 603 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{603 \cdot 182}{1020 \cdot 60} = 1,8 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,8}{0,75} = 2,4 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $11 \geq 2,4 \text{ кВт}$

Операция 1-Переход 4: центровка отверстия $\phi = 7$

Инструмент –Центровочного сверла быстрорежущая сталь P6M5

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot d_{\text{отв}} = 3.5\text{мм};$

Подачу: $s = 0,09 \cdot 0,9 = 0,081\text{ мм/об};$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25\text{мин} -40$ [40,с384]

Значения коэффициентов: $C_v = 7; q=0,4; m =0,2; y=0,7.$ [38,с383]

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициента на скорость резания,учитывающии фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0.9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73$$

$$K_{iv} = 1,0; K_{lv} = 0,7; [41,385]$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1,0 \cdot 0,7 = 0,51$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v = \frac{7 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,081^{0,7}} \cdot 0,51 = 24 \text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 24}{\pi \cdot 7} = 1092 \text{ об/мин};$$

принимаем: $n=1000$ об/мин

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 1000 \cdot 7}{1000} = 22$ м/мин

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Для момента: $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$ [42, с.385].

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,081^{0,7} \cdot 0,77 = 2,24 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

м

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 68, q=1, y=0,7 \text{ [42,385]}$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,081^{0,7} \cdot 0,77 = 631 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,24 \cdot 1000}{9750} \text{ кВт} = 0,23 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,23}{0,75} = 0,31 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $11 \geq 0,31 \text{ кВт}$.

Операция 1-Переход 5: сверление отверстия $D_{1.3} = \varnothing 15H14$

Инструмент –Центровочного сверла быстрорежущая сталь Р6М5

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot d_{\text{отв}} = 7,5\text{мм};$

Подачу: $s = 0,2 \cdot 0,9 = 0,18\text{ мм/об};$

Скорость резани:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45\text{мин}$ [40,с384]

$$C_v = 7; q=0,4; m = 0,2; y=0,7 \text{ [38,с383]}$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициента на скорость резания,учитывающии фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0,9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73,$$

$$K_{iv} = 1,0; K_{lv} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 0.73;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sy}}} K_v = \frac{7 \cdot 15^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} \cdot 0,73 = 23,4\text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,4}{\pi \cdot 15} = 497\text{ об/мин};$$

принимаем: $n=500\text{об/мин}$

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 500 \cdot 15}{1000} = 23,55\text{м/мин}$

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Для момента: $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$. [42, с.385]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 15^2 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,77 = 18 \text{ Н.м}$$

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 68, q=1, y=0,7$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 15^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,77 = 2364,73 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{18 \cdot 500}{9750} \text{ кВт} = 0,92 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,92}{0,75} = 1,23 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,23 \text{ кВт}$.

Операция 1-Переход 6: Рассверление отверстия $D_{1.4} = \varnothing 40 \text{ H14}$

Инструмент – сверла быстрорежущая сталь Р6М5

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{1.4}^{cp} - D_{1.3}^{cp}}{2} = \frac{40,31 - 15,215}{2} = 12,54 \text{ мм;}$$

$$\text{Подачу: } s = 0,35 \cdot 0,9 = 0,315 \text{ мм/об;}$$

Скорость резания определяем по формуле:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=70$ мин -40 [2,с384]

$$C_v = 16,2; q=0,4; x=0,2; m=0,2; y=0,5. - [38,с383]$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0,9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73,$$

$$K_{Nv} = 1,0; K_{lv} = 1; K_{Pv} = 1$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{Nv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 0,73;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} K_v = \frac{16,2 \cdot 40^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 12,54^{0,2} \cdot 0,315^{0,5}} \cdot 0,73 = 23,76 \text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,76}{\pi \cdot 40} = 189 \text{ об/мин};$$

принимаем: $n=200$ об/мин

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 200 \cdot 40}{1000} = 25,12$ м/мин

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблице 42 [3, с.385]: Для момента: $C_M=0,09$; $q=1$; $x=0,9$; $y=0,8$.

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 40^1 \cdot 12,54^{0,9} \cdot 0,315^{0,8} \cdot 0,77 = 107 \text{ Н.м}$$

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 67, y=0,65; x=1,2;$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 15^0 \cdot 12,54^{1,2} \cdot 0,315^{0,8} \cdot 0,77 = 4258 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{107 \cdot 200}{9750} \text{ кВт} = 2,19 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,19}{0,75} = 2,92 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 2,92 \text{ кВт.}$

Операция 1-Переход 7 Черновое Растачивание отверстия

$$D_{1.5} = \varnothing 45 \text{ H14}$$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{D_{1.5}^{\text{CP}} - D_{1.4}^{\text{CP}}}{2} = \frac{45,31 - 40,31}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

$$\text{Подачу: } S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11 \text{ мм/об};$$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30$ мин; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\varphi v} = 1,0; K_{\varphi lv} = 0,94; K_{rv} = 1,0 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \\ = 1,33$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,33 = 320 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 320}{\pi \cdot 45} = 2265 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 45 \cdot 3.14}{1000} = 226 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0.77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \text{ [23,374]}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,847$$

$$C_p = 300, x=1, y=0,75, n=-0,15; \text{ [22,372]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 226^{-0,15} \cdot 0,$$

$$847 = 538 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{538 \cdot 226}{1020 \cdot 60} = 1,98 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,98}{0,75} = 2,65 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $11 \geq 2,65 \text{ кВт}$

Операция 1-Переход 8 Точение фаски A_{1.7}

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа T15K6

Глубина резания: $t = 1 \text{ мм}$;

Подачу: $S = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi lv} = 1,0; K_{rv} = 0,87 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \\ = 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 342 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 342}{\pi \cdot 107} = 1018 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1000 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1000 \cdot 107 \cdot 3,14}{1000} = 336 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

Где $K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

Где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$;

$K_{\phi p} = 1,0$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1,0$, $K_{rp} = 1,0$ [23,374]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$; [22,372]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 336^{-0,15} \cdot 0,77 \\ = 184 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{184 \cdot 336}{1020 \cdot 60} = 1,01 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,01}{0,75} = 1,35 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $11 \geq 1,35 \text{ кВт}$

Операция 1-Переход 9 Точение фаски A_{1.8}

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа T15K6

Глубина резания: $t = 0,63 \text{ мм}$;

Подачу: $S = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi Iv} \cdot K_{Rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi Iv} = 1,0; K_{Rv} = 0,87 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87$$

$$= 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,63^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 366 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 366}{\pi \cdot 74} = 1575 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 74 \cdot 3,14}{1000} = 372 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \text{ [23,374]}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$$C_p = 300, x=1, y=0,75, n=0,15; \text{ [22,372]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,63^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 372^{-0,15} \cdot 0,77 = 114 \text{ Н}$$

$$77 = 114 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{114 \cdot 372}{1020 \cdot 60} = 0,69 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,69}{0,75} = 0,92 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $11 \geq 0,92 \text{ кВт}$

Операция 1-Переход 10 Точение фаски $A_{1,9}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$;

Подачу: $S = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; \quad n_v = 1,0; \quad \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{ИВ} = 1,0; K_{ПВ} = 1,0; K_{ФВ} = 1,0; K_{ФЛВ} = 1,0; K_{RV} = 0,87 [18,369]$$

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{ИВ} \cdot K_{ПВ} \cdot K_{ФВ} \cdot K_{ФЛВ} \cdot K_{RV} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \\ = 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 308 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 308}{\pi \cdot 45} = 2180 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 45 \cdot 3,14}{1000} = 226 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 [23,374]$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$$C_p = 300, x=1, y=0,75, n=0,75; [22,372]$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 226^{-0,75} \cdot 0,77 \\ = 391 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{391 \cdot 226}{1020 \cdot 60} = 1,44 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,44}{0,75} = 1,92 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $11 \geq 1,92 \text{ кВт}$

Операция 2 Токарная

Операция 2-Переход 1:Черновая подрезка торца $A_{2.1}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа T15K6

Глубина резания: $t = 0,52 \text{ мм}$;

Подачу: $S = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi Iv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi lv} = 0,94; K_{rv} = 1,0 \quad [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \\ = 1,33$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,52^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,33 = 404 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 404}{\pi \cdot 110} = 1170 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1250 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1250 \cdot 110 \cdot 3,14}{1000} = 432 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \quad [23,374]$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15; \quad [22,372]$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,52^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 432^{-0,15} \cdot 0,$$

$$77 = 92\text{Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{92 \cdot 432}{1020 \cdot 60} = 0,65\text{кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,65}{0,75} = 0,87\text{кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов
в резания: $11 \geq 0,87\text{кВт}$

Операция 2-Переход 2: Черновое точение поверхность $D_{2,1} = \varnothing 107 \text{ h14}$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

$$\text{Глубина резания: } t = \frac{1}{2} \cdot Z_{D2.1}^{\max} = 2,235\text{мм};$$

$$\text{Подачу: } S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11 \text{ мм/об};$$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30\text{мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 0,9; K_{\varphi v} = 0,7; K_{\phi lv} = 0,94; K_{rv} = 0,94 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 0,94 = 0,79$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2,235^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 0,79 = 193 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 193}{\pi \cdot 107} = 574 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 630 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{630 \cdot 107 \cdot 3,14}{1000} = 212 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

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

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{\text{мр}} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\text{фр}} = 0,89, K_{\text{γр}} = 1,1, K_{\text{λр}} = 1,0, K_{\text{гр}} = 0,93 \quad [23,374]$$

$$K_P = K_{\text{мр}} \cdot K_{\text{фр}} \cdot K_{\text{γр}} \cdot K_{\text{λр}} \cdot K_{\text{гр}} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15; \quad [22,372]$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_P = 10 \cdot 300 \cdot 2,235^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 212^{-0,15} \cdot 0,7 = 401 \text{Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{401 \cdot 212}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,4}{0,75} = 1,86 \text{кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 1,86 \text{кВт}$

Операция 2-Переход 3: Черновое точение поверхность $D_{2,2} = \varnothing 83 \text{h}14$

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

Глубина резания: $t = 12,435 \text{мм};$

$$\text{Число рабочих ходов: } i = \frac{t_0}{t_{\text{max}}} = \frac{12,435}{3,1} \approx 4$$

Подачу: $S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11 \text{мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30$ мин; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 0,9; K_{\varphi v} = 0,7; K_{\phi lv} = 0,94; K_{rv} = 0,94 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 0,94 \\ = 0,79$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 3,10^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 0,79 = 183 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 183}{\pi \cdot 83} = 702 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 630 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{630 \cdot 83 \cdot 3.14}{1000} = 164 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

Где $K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

Где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$;

$K_{\phi p} = 0,89$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1,0$, $K_{rp} = 0,93$ [23,374]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 0,7$$

$C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$; [22,372]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 3,10 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 164^{-0,15} \cdot 0,7 = 579 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{579 \cdot 164}{1020 \cdot 60} = 1,55 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,55}{0,75} = 2,07 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $11 \geq 2,07 \text{ кВт}$

Операция 2-Переход 4: Черновое точение выточку $D_{2,3} = \emptyset 56,92^{+0,02}$

Глубина резания: $t = \frac{D_{2,3}^{cp} - D_{1,5}^{cp}}{2} = \frac{56,93 - 45,31}{2} = 5,81 \text{ мм};$

Число рабочих ходов: $i = \frac{t_0}{t_{\max}} = \frac{5,81}{1,93} \approx 3$

Подачу: $S = 0,25 \cdot 0,45 = 0,11 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}; C_v = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

Тогда:

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Iv} = 1,0; K_{Pv} = 1,0; K_{\varphi v} = 1,0; K_{\varphi lv} = 0,94; K_{rv} = 1,0 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{\varphi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1,0 \\ = 1,33$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1,93^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,33 = 332 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 332}{\pi \cdot 56,92} = 1857 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 56,92 \cdot 3,14}{1000} = 286 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \text{ [23,374]}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,847$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15; \text{ [22,372]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1,93^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 286^{-0,15} \cdot 0,847 = 401 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{401 \cdot 286}{1020 \cdot 60} = 1,87 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,87}{0,75} = 2,49 \text{ Вт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $11 \geq 2,49 \text{ кВт}$

Операция 2-Переход 5 Точение фаски А_{2,5}

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

Глубина резания: $t = 1$ мм;

Подачу: $S = 0,11$ мм/об;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30$ мин; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi lv} = 1,0; K_{rv} = 0,87 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \\ = 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 342 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 342}{\pi \cdot 107} = 1018 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1000 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1000 \cdot 107 \cdot 3.14}{1000} = 336 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$$n = 0,75 \text{-для твердого сплава;}$$

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \text{ [23,374]}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$$C_p = 300, x=1, y=0,75, n=-0,15; \text{ [22,372]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 336^{-0,15} \cdot 0,77 \\ = 184 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{184 \cdot 336}{1020 \cdot 60} = 1,01 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,01}{0,75} = 1,35 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $11 \geq 1,35\text{кВт}$

Операция 2-Переход 6 Точение фаски А_{2.6}

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа Т15К6

Глубина резания: $t = 0,615\text{мм};$

Подачу: $S = 0,11\text{ мм/об};$

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30\text{мин}; C_v = 350; m = 0,20; x = 0,15; y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi lv} = 1,0; K_{rv} = 0,87 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi lv} \cdot K_{rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87 \\ = 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 0,615^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 367,6 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 367,6}{\pi \cdot 56,92} = 2056,74 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 56,92 \cdot 3,14}{1000} = 286 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

Где $K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$;

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

Где $K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$;

$K_{\phi p} = 1,0$, $K_{\gamma p} = 1,1$, $K_{\lambda p} = 1,0$, $K_{rp} = 1,0$ [23,374]

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$C_p = 300$, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$; [22,372]

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,615^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 286^{-0,15} \cdot 0,77 = 116,16 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{116,16 \cdot 286}{1020 \cdot 60} = 0,54 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,54}{0,75} = 0,72 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $11 \geq 0,72 \text{ кВт}$

Операция 2-Переход 7 Точение фаски A_{2.7}

Инструмент – токарный проходной резец с пластиной из твердого сплава типа T15K6

Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$;

Подачу: $S = 0,11 \text{ мм/об}$;

Скорость резания определяется по формуле:

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

Где: $T=30 \text{ мин}$; $C_v = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,2$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi Iv} \cdot K_{Rv}$$

K_v – Поправочный коэффициент, для получения действительного значения скорости резания

$$K_r = 1,0; n_v = 1,0; \sigma_B = 530$$

$$K_{Mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42,$$

$$K_{Иv} = 1,0; K_{Пv} = 1,0; K_{\phi v} = 1,0; K_{\phi Iv} = 1,0; K_{Rv} = 0,87 [18,369]$$

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Иv} \cdot K_{Пv} \cdot K_{\phi v} \cdot K_{\phi Iv} \cdot K_{Rv} = 1,42 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,87$$

$$= 1,24$$

Скорость резания:

$$v = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,11^{0,2}} \cdot 1,24 = 308 \text{ м/мин};$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 308}{\pi \cdot 45} = 2180 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_{\phi} = 1600 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{1600 \cdot 45 \cdot 3,14}{1000} = 226 \text{ м/мин}$$

Сила резания: $P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p$

$$\text{Где } K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp};$$

$n = 0,75$ -для твердого сплава;

$$\text{Где } K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77;$$

$$K_{\phi p} = 1,0, K_{\gamma p} = 1,1, K_{\lambda p} = 1,0, K_{rp} = 1,0 \text{ [23,374]}$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 0,77 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,77$$

$$C_p = 300, x=1, y=0,75, n=0,15; \text{ [22,372]}$$

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,11^{0,75} \cdot 226^{-0,15} \cdot 0,77$$

$$= 391 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{391 \cdot 226}{1020 \cdot 60} = 1,44 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{1,44}{0,75} = 1,92 \text{кВт}$$

**Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов
в резания: $11 \geq 1,92 \text{кВт}$**

Операция 3 Вертикально-Фрезерная с ЧПУ

Операция 3-Переход 1:

Инструмент – Концевые фрезы , Материал режущего инструмент
а –Т15К6

Режущий инструмент по [75,256] : Концевые фрезы с коническим
хвостовником(по ГОСТ 17026-71 в ред.1995г):**D=45,L=188,l=63,z**
=8

Глубина резания: $t = 8 \text{мм}$;

Ширина Фрезерования : $B=33,49 \text{мм}$

Подача : $S=0,45 \text{ мм/об}$

Период стойкость T фрезы : 120мин [82,411]

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v,$$

$$C_v = 234; q = 0,44; x = 0,24; y = 0,26; u = 0,1; p = 0,13; m = 0,37$$

[81,407]

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания,

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

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42; K_{PV} = 0,9; K_{IV} = 1,0$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} = 1,42 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 1,278$$

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot Z^p} K_v$$

$$= \frac{234 \cdot 45^{0,44}}{120^{0,37} \cdot 8^{0,24} \cdot 0,45^{0,26} \cdot 33,49^{0,1} \cdot 8^{0,13}} \cdot 1,278$$

$$= 109 \text{ м/мин}$$

Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 109}{\pi \cdot 45} = 771 \text{ об/мин};$$

Принимаем фактическое число оборотов:

$$n_\phi = 800 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания:

$$v_\phi = \frac{n_\phi \cdot d \cdot \pi}{1000} = \frac{800 \cdot 45 \cdot 3,14}{1000} = 113 \text{ м/мин}$$

Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp}$$

$$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; u = 1,0; q = 0,73; w = -0,13 \quad [83,412]$$

$$K_{Mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77; \quad S_z = \frac{s}{z} = \frac{0,45}{8} = 0,056 \text{ мм/зуб}$$

$$\begin{aligned} P_z &= \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{Mp} \\ &= \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 8^{0,85} \cdot 0,056^{0,75} \cdot 33,49^1 \cdot 8}{45^{0,73} \cdot 771^{-0,13}} \cdot 0,77 \\ &= 2562,39 \text{ Н} \end{aligned}$$

Крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2562,39 \cdot 45}{2 \cdot 100} = 576,53 \text{ Нм}$$

Мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2562,39 \cdot 113}{1020 \cdot 60} = 4,73 \text{ кВт}$$

Мощность привода:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{4,73}{0,75} = 6,31 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $16,87 > 6,31 \text{ кВт}$

Операция 3-Переход 2: Сверление 4 отверстие $D_{3.2} = \varnothing 8^{+0,2}$

Инструмент –Центровочного сверла быстрорежущая сталь P6M5

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot d_{\text{отв}} = 4 \text{ мм};$

Подачу: $s = 0,12 \cdot 0,9 = 0,108 \text{ мм/об};$

Скорость резани:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sv}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25 \text{ мин}$ [40,с384]

$$C_v = 7; q=0,4; m = 0,2; y=0,7 \text{ [38,с383]}$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициента на скорость резания,учитывающии фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0,9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73,$$

$$K_{iv} = 1,0; K_{lv} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 0.73;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sv}}} K_v = \frac{7 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,108^{0,7}} \cdot 0,73 = 29,28 \text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 29,28}{\pi \cdot 8} = 1165,6 \text{ об/мин};$$

принимаем: $n=1250 \text{ об/мин}$

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 1250 \cdot 8}{1000} = 31,4 \text{ м/мин}$

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Для момента: $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$. [42, с.385]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{530}{750}\right)^{0,75} = 0,77$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,108^{0,7} \cdot 0,77 = 3,58 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

м

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 68, q=1, y=0,7$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8 \cdot 0,108^{0,7} \cdot 0,77 = 882,04 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,58 \cdot 1250}{9750} \text{ кВт} = 0,46 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,46}{0,75} = 0,61 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $16,87 \geq 0,61 \text{ кВт}$.

Операция 4 Вертикально-сверлильная

Операция 4-Переход 1: Сверление 4 отверстия $D_{4.1} = \varnothing 8,5^{+0,36}$

Инструмент –Центровочного сверла быстрорежущая сталь P6M5

Глубина резания: $t = 0.5 \cdot d_{\text{отв}} = 4,25\text{мм};$

Подачу: $s = 0,15 \cdot 0,9 = 0,135\text{ мм/об};$

Скорость резани:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sv}}} K_v$$

Период стойкости инструмента принимаем: $T=25\text{мин}$ [40,с384]

$$C_v = 7; q=0,4; m = 0,2; y=0,7 \text{ [38,с383]}$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициента на скорость резания,учитывающии фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0,9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73,$$

$$K_{iv} = 1,0; K_{lv} = 1;$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 0.73;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^{m_{sv}}} K_v = \frac{7 \cdot 8,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,135^{0,7}} \cdot 0,73 = 25,66\text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 25,66}{\pi \cdot 8,5} = 961\text{ об/мин};$$

принимаем: $n=1000\text{об/мин}$

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 1000 \cdot 8,5}{1000} = 26,69 \text{ м}$
/мин

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Для момента: $C_M=0,0345$; $q=2$; $y=0,8$. [42, с.385]

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,135^{0,7} \cdot 0,77 = 4,72$$

Н.м

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 68, q=1, y=0,7$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8,5 \cdot 0,135^{0,7} \cdot 0,77 = 1095,6 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{4,72 \cdot 1000}{9750} \text{ кВт} = 0,48 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,48}{0,75} = 0,65 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов резания: $1,5 \geq 0,65 \text{ кВт}$.

Операция 4-Переход 2: Зенкование 4 отверстие $D_{4.3} = \varnothing 20^{+0,52}$

Инструмент – сверла быстрорежущая сталь Р6М5

Глубина резания: $t = \frac{D_{4.3}^{cp} - D_{4.1}^{cp}}{2} = \frac{20,26 - 8,68}{2} = 5,79 \text{ мм};$

Подачу: $s = 0,23 \cdot 0,9 = 0,207 \text{ мм/об};$

Скорость резания определяем по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем: $T=45 \text{ мин} -40$ [2,с384]

$$C_v = 16,2; q=0,4; x=0,2; m=0,2; y=0,5. - [38,с383]$$

Коэффициент K_v :

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv}$$

K_v – общий коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания.

$$K_r = 1,0; n_v = -0,9; \sigma_B = 530$$

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,0 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{-0,9} = 0,73,$$

$$K_{nv} = 1,0; K_{lv} = 1; K_{pv} = 1$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{pv} \cdot K_{lv} = 0,73 \cdot 1 \cdot 1 = 0,73;$$

Скорость резания:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x s^y} K_v = \frac{16,2 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 5,79^{0,2} \cdot 0,207^{0,5}} \cdot 0,73 = 28,32 \text{ м/мин};$$

число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 28,32}{\pi \cdot 20} = 451 \text{ об/мин}; a$$

принимаем: $n=400 \text{ об/мин}$

Фактическая скорость резания: $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 400 \cdot 20}{1000} = 25,12 \text{ м}$
/мин

Крутящий момент по формуле :

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Коэффициенты и показатели степени определим по таблиц
е 42 [3, с.385]: Для момента: $C_M=0,09$; $q=1$; $x=0,9$; $y=0,8$.

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77$$

$$M_{кр} = 10C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 20^1 \cdot 5,79^{0,9} \cdot 0,207^{0,8} \cdot 0,77 = 19 \text{ Н.м}$$

Осевая сила по формуле:

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

$$C_p = 67, y=0,65; x=1,2;$$

$$P_{осев} = 10C_p \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 67 \cdot 20 \cdot 5,79^{1,2} \cdot 0,207^{0,8} \cdot 0,77 = 24076 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{19 \cdot 400}{9750} \text{ кВт} = 0,77 \text{ кВт.}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,77}{0,75} = 1,03 \text{ кВт}$$

**Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов
в резания: $1,5 \geq 1,03 \text{ кВт}$.**

Операция 5 Внутришлифовальная

Операция 5- Переход 1 Шлифование поверхности $D_{5,1} = \varnothing 57,15^{+0,02}$

Выбираем шлифовальный круг на основе электрокорунда белого:

AW20X15 25A 25-Н СТІ 6 К А 35м/с

$$\text{Глубина шлифования: } t = \frac{D_{5,1}^{CP} - D_{2,3}^{CP}}{2} = \frac{57,16 - 56,93}{2} = 0,115$$

$$\text{Скорость круга: } V_{\text{круг}} = 30 \text{ м/сек}$$

$$\text{Скорость заготовки: } V_{\text{заг}} = 40 \text{ м/мин}$$

$$\text{Частота вращения заготовки: } n_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{40 \cdot 1000}{3,14 \cdot 57,15} = 223 \text{ об/мин}$$

Глубину шлифования t [30,439] $t=0,02$ на один проход, общее количество ходов б

$$\text{Поперечная подача : } S = 0,05 \text{ мм/об}$$

Эффективная мощность, кВт, при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Значение коэффициента C_N и показателей степени в [131,441]

$$C_N = 0,27; r = 0,5; x = 0,4; y = 0,4; q = 0,3.$$

получим

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 0,27 \cdot 40^{0,5} \cdot 0,02^{0,4} \cdot 0,05^{0,4} \cdot 20^{0,3} \\ = 0,265 \text{кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,265}{0,75} = 0,35 \text{кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов в резания: $9 \geq 0,35 \text{кВт}$.

Операция 6 Круглошлифовальная

Операция 6-Переход 1 Шлифование поверхности $D_{6,1} = \emptyset 74_{-0,02}$

Материал инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями – нормальный электрокорунд:312п

Глубина шлифования: $t = \frac{D_{1,2}^{\text{CP}} - D_{6,1}^{\text{CP}}}{2} = \frac{74,25 - 73,99}{2} = 0,13 \text{мм}$

Скорость круга: $V_{\text{круг}} = 30 \text{м/сек}$

Скорость заготовки: $V_{\text{заг}} = 55 \text{/мин}$

Частота вращения заготовки: $n_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{заг}} \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{55 \cdot 1000}{3,14 \cdot 74} = 237 \text{об/мин}$

Глубину шлифования t [30,439] $t=0,013$ мм на один проход,общее количество ходов 10.

Поперечная подача : $S=0,05$ мм/об

Эффективная мощность,кВт,при шлифовании периферией круга:

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q$$

Значение коэффициента C_N и показателей степени в [131,441]

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0$$

получим

$$N = C_N \cdot V_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q = 2,2 \cdot 55^{0,5} \cdot 0,013^{0,5} \cdot 0,05^{0,55} = 0,37 \text{ кВт}$$

Мощность привода главного движения

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,37}{0,75} = 0,49 \text{ кВт}$$

Мощности шпинделя станка достаточно для данных режимов

в резания: $10 \geq 0,49$ кВт.

1.9. Нормирование технологического процесса

Расчет времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 874]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд}$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi}$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S}$$

Вспомогательное время определяем по формуле;

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

Где $T_{у.с.}$ - время на установку и снятие детали;

$T_{з.о.}$ - время на закрепление и открепление детали;

$T_{уп.}$ - время на управление станком;

$T_{изм.}$ - время на измерение детали;

$T_{всп}$ - вспомогательное время,

Оперативное время

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп.}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер}$$

Штучное время:

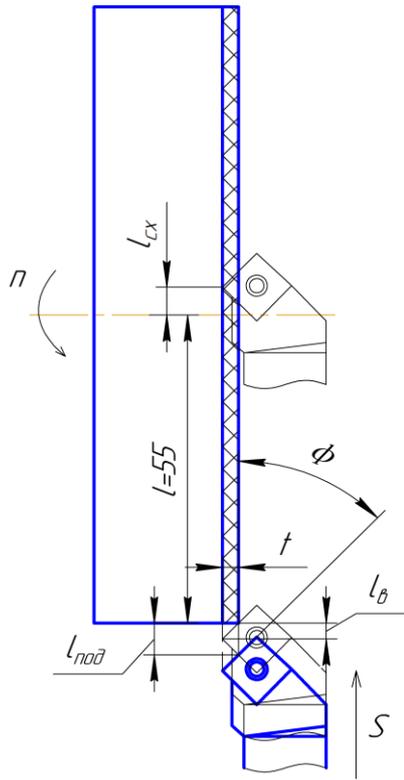
$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.}$$

Подготовительно заключительное время определяем Штучно-калькуляционное время:

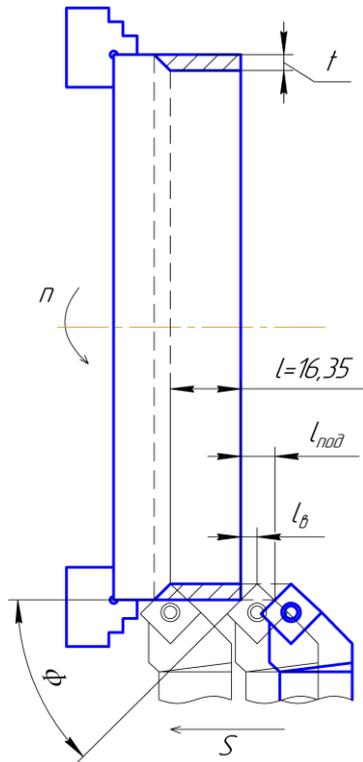
$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right)$$

где n - количество деталей.

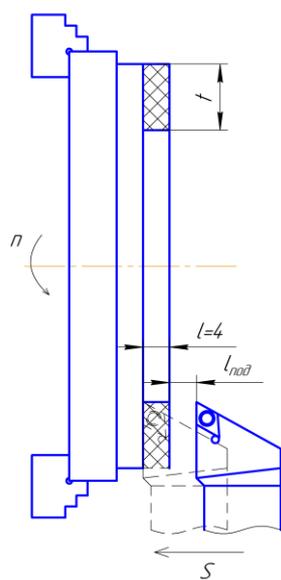
Операция1 Переход1



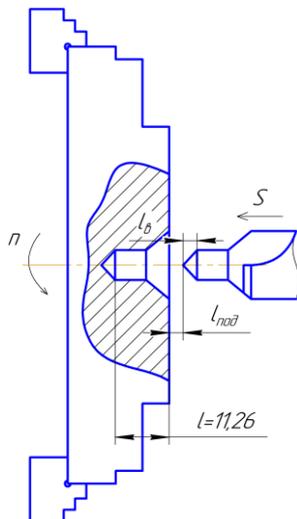
Операция1 Переход2



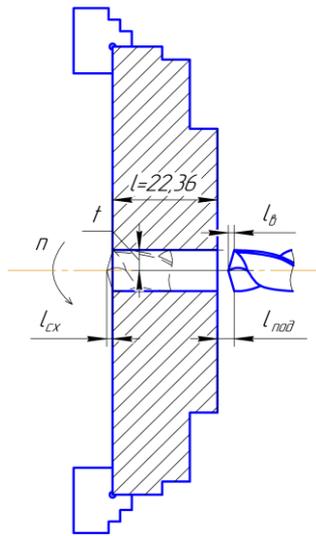
Операция1 Переход3



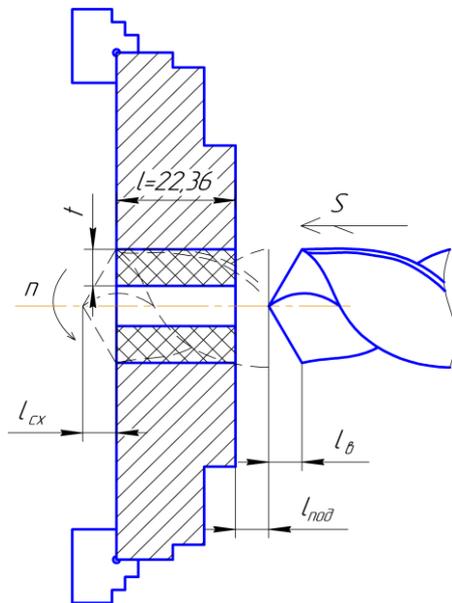
Операция1 Переход4



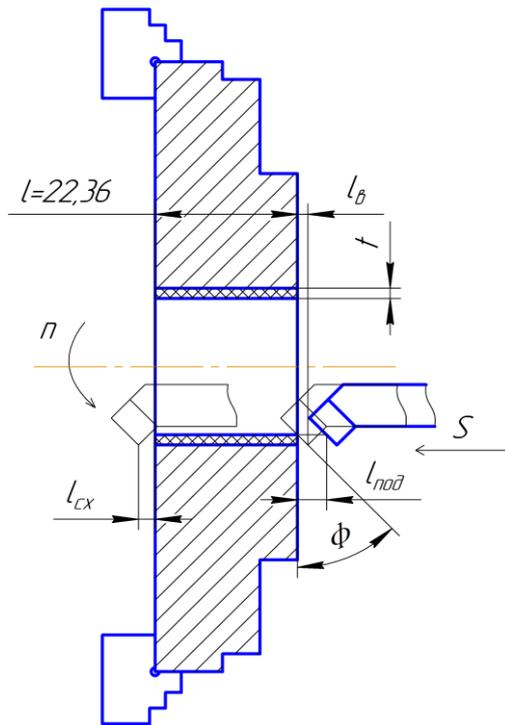
Операция1 Переход5



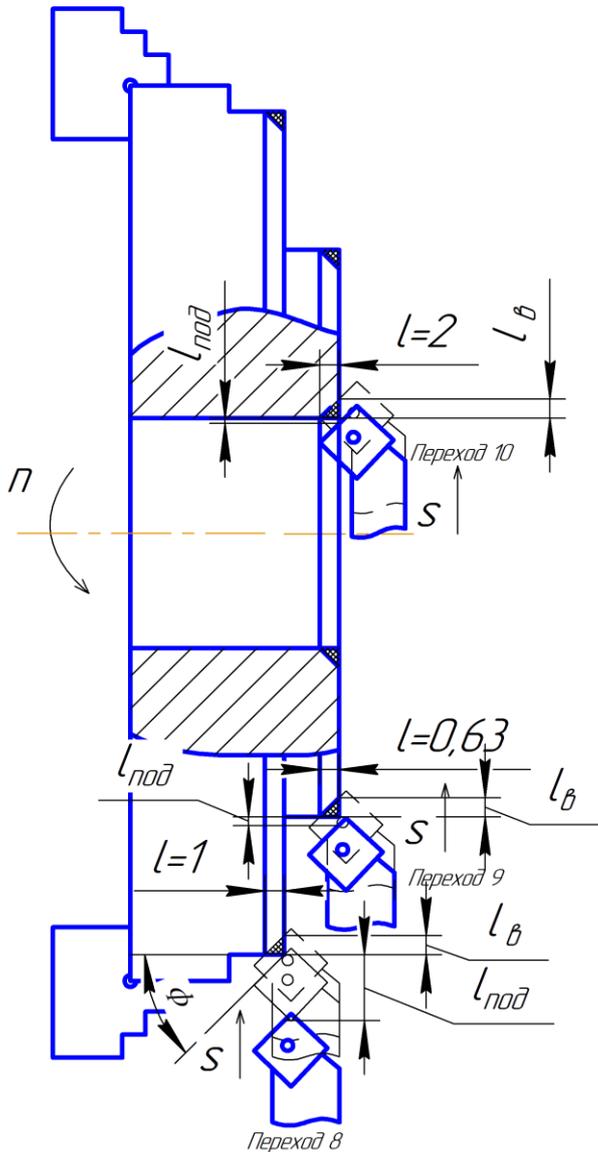
Операция1 Переход6



Операция1 Переход7



Операция1 Переход 8-10



■ операция 1

Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.}=0,22, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,19 \text{ мин}; T_{изм.}=0,85 \text{ мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,22 + 0,15 + 0,19 + 0,85 + 0,7 = 2,11 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 2,249 + 2,11 = 4,359 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

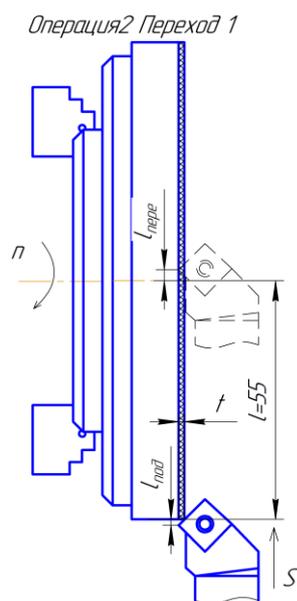
$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 4,359 = 0,653 \approx 0,65 \text{ мин};$$

Штучное время:

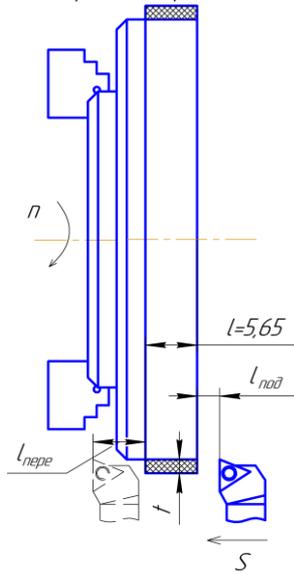
$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 2,249 + 2,11 + 0,65 = 5 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

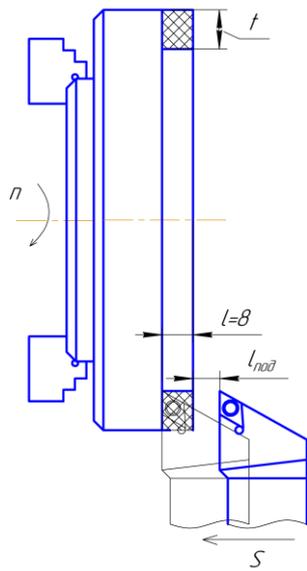
$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 5 + \frac{23}{2000} \approx 5,0115 \text{ мин};$$



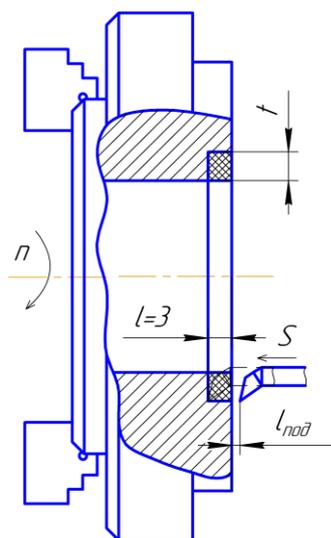
Операция2 Переход 2



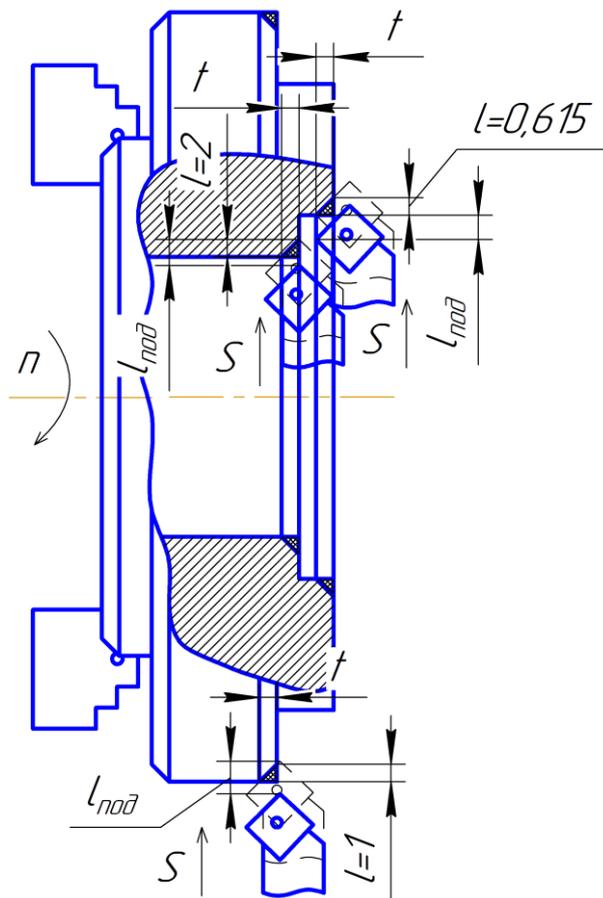
Операция2 Переход 3



Операция2 Переход 4



Операция 2 Переход 5-7



Операция 2

Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.}=0,22, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,19 \text{ мин}; T_{изм.}=0,69 \text{ мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,22 + 0,15 + 0,19 + 0,69 + 0,3 = 1,55 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 1,3474 + 1,55 = 2,8974 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

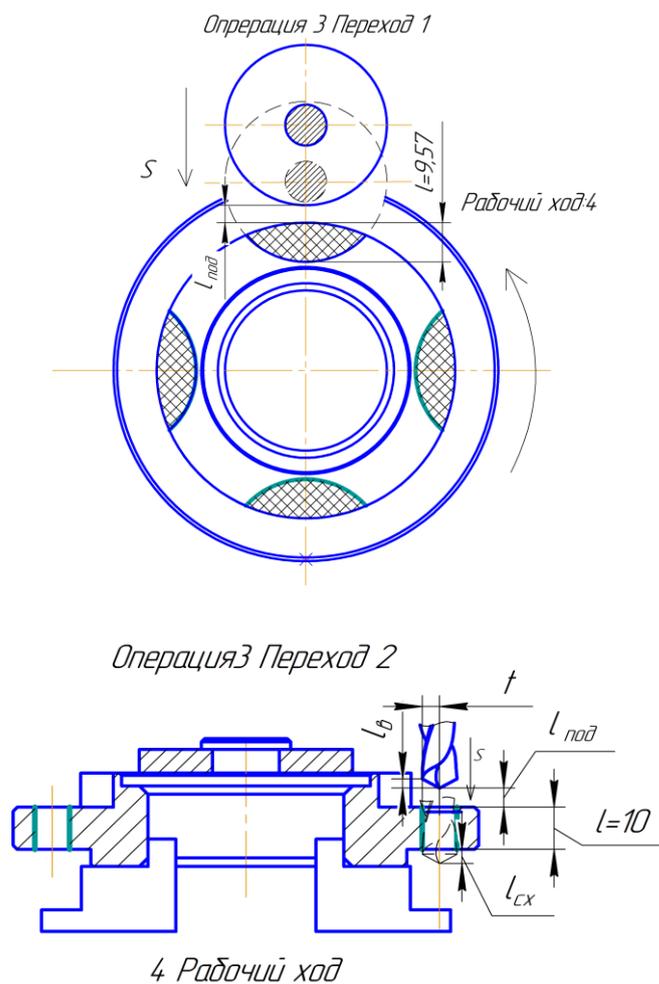
$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,8974 = 0,43461 \approx 0,43 \text{ мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{o.o.} = 1,3474 + 1,55 + 0,43 = 3,3274 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 3,3274 + \frac{23}{2000} \approx 3,3389 \text{ мин};$$



Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.}=0,14, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,73\text{мин}; T_{изм.}=0,52 \text{ мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 2 = 0,2\text{мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,14 + 0,15 + 0,73 + 0,52 + 0,2 = 1,74\text{мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,59 + 1,74 = 2,33\text{мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

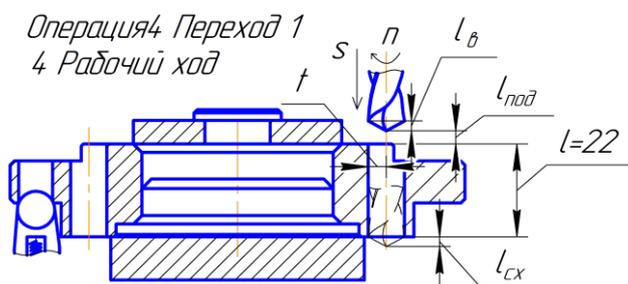
$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 2,33 = 0,3495 \approx 0,35\text{мин};$$

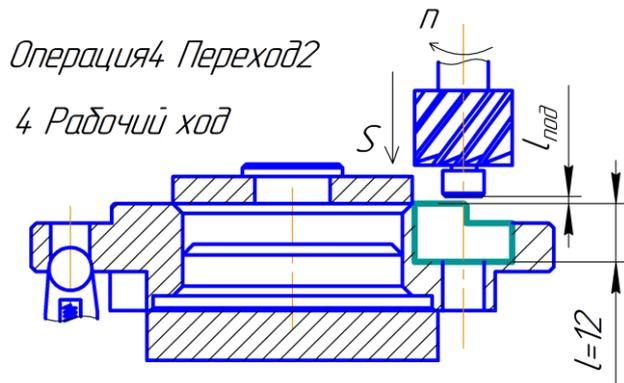
Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,59 + 1,74 + 0,35 = 2,68\text{мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,68 + \frac{14}{2000} \approx 2,687\text{мин};$$





Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.}=0,17, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,56, \text{мин}; T_{изм.}=0,71 \text{ мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,17 + 0,15 + 0,56 + 0,71 + 0,2 = 1,79 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 1,572 + 1,79 = 3,362 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер.} = 15\% \cdot 3,362 = 0,5043 \approx 0,5 \text{ мин};$$

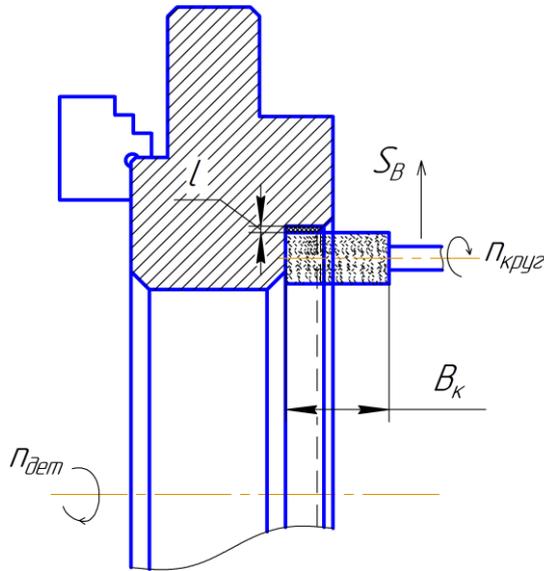
Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 1,572 + 1,79 + 0,5 = 3,862 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 3,862 + \frac{20}{2000} \approx 3,872;$$

Операция 5 Переход 1



Операция 5

$$T_{у.с.}=0,22, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,46 \text{ мин}; T_{изм.}=0,2 \text{ мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 0 = 0 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,22 + 0,15 + 0,46 + 0,23 + 0 = 1,06 \text{ мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,55 + 1,06 = 1,61 \text{ мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,58 = 0,2415 \text{ мин};$$

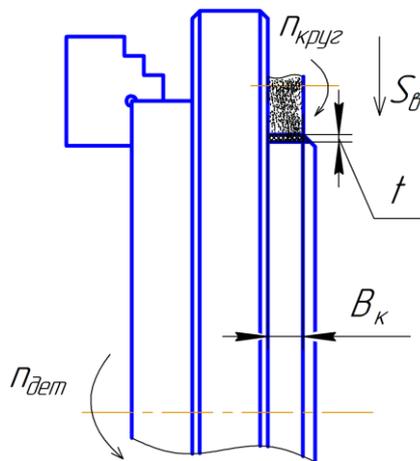
Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,55 + 1,06 + 0,242 = 1,852 \text{ мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 1,852 + \frac{12}{2000} \approx 1,858 \text{ мин};$$

Операция6 Переход1



Общее вспомогательное время:

$$T_{у.с.}=0,22, T_{з.о.}=0,15 \text{ мин}; T_{уп.}=0,46\text{мин}; T_{изм.}=0,23\text{мин}; T_{с.и} = 0,1 \cdot 0 = 0 \text{ мин}$$

$$T_{всп} = T_{у.с.} + T_{з.о.} + T_{уп.} + T_{изм.} + T_{с.и} = 0,22 + 0,15 + 0,46 + 0,23 + 0 = 1,06\text{мин};$$

Оперативное время;

$$T_{опер.} = T_o + T_{всп} = 0,85 + 1,06 = 1,91\text{мин};$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot T_{опер} = 15\% \cdot 1,91 = 0,2865 \approx 0,287\text{мин};$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп} + T_{о.о.} = 0,85 + 1,06 + 0,287 = 2,197\text{мин};$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left(\frac{T_{п.з.}}{n} \right) = 2,197 + \frac{12}{2000} \approx 2,203\text{мин};$$

РАЗДЕЛ 2.ПРОТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

2.1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73[9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 1.

Таблица 1

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область	Приспособление для установки и закрепления детали «Переходник 1» на вертикально-сверлильном станке

применения	Модель 2Н128П
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Переходник 1».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечить: точную установку и надежное закрепление заготовки «Переходник 1» с целью получения необходимой точности размеров; удобство установки, закрепления и снятия заготовки.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> –Мелкосерийного <u>Программа выпуска</u> - 2000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать вертикально-сверлильную станку Модель 2Н128П
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального приспособления.

2.2. Выбор базовой конструкции, модернизация и описание приспособления.

Приспособление применяется для точной установки и надежного закрепления заготовки «Переходник 1» при ее обработке на горизонтально-фрезерном станке Модель 2Н128П.

Чертеж общего вида приспособления приведен на формате А1.

Приспособление применяется для точной установки и надежно го закрепления заготовки «Переходник» обработке на вертикальн

■
-сверлильном станке модели 2Н128П

Компоновка приспособления приведена на формате А1.

Основой приспособления служит корпус 18 в котором крепятся остальные элементы.

Нормализованная пневмокамера одностороннего действия с тарельчатой диафрагмой 17, служащая для перемещения зажимных устройств при закреплении и раскреплении в стационарных приспособлениях.

Пневмокамера состоит из корпуса 18 и крышки 19, между которыми зажата тарельчатая диафрагма 17. Диафрагма жестко прикреплена к опорному диску 20 установленному на штоке 16

Для закрепления деталь Переходник, От распределительного крана сжатый воздух под давлением поступает через штуцер 1 в бесштоковую полость и перемещает диафрагму 17 с опорным диском 20 и штоком 16 вниз. и вызывает Быстросменная шайба 2 4 позволяет зажать заготовку «Переходник». Шаровой фиксатор 5 входит в отверстие и предохраняет деталь от поворота.

После обработки первое отверстие ,сжатый воздух из бесштоковой полости через распределительный кран выпускается в атмосферу

Пружины 9 отводят диафрагму 17 с опорным диском 20 вверх,

зажимные устройства расходятся и деталь разжимается.

Для обработке второго отверстия мы снимаем быстросменную шайбу 24 и вращаем заготовку «Переходник» на 90° градусов

Пневмокамера крепится к корпусу приспособления шпильками 35. При необходимости защиты от поверждений или по условиям техники безопасности диафрагма 17 закрывается стальной крышкой 19 с отверстиями для выхода атмосферного воздуха.

Базовые поверхности заготовки контактируют с установочными поверхностями приспособления.

Конструкции и размеры деталей приспособления выбираются по ГОСТ и нормативам машиностроения.

Поверхности установочных деталей должны обладать большой износоустойчивостью. Поэтому их обычно изготавливают из сталей 15 и 20 с цементацией на глубину 0,8 - 1,2 мм и с последующей закалкой до твердости HRCЭ50...55.

На основе принятой схемы компоновки разрабатываем принципиальную схему расчета приспособления (рис.1).

2.3. Назначение технических требований на изготовление , эксплуатацию приспособления

Проектируемое приспособление должно обеспечивать заданную точность и надежность закрепления.

Из [6,с.26] и расчета установим технические требования:

1. Допуск параллельности поверхности Е относительно поверхность основания Ж не более 0,02мм.
2. Допуск перпендикулярности поверхности осей кондукторных Втулок относительно поверхности Е не более 0,02мм.

2.4.Разработка расчетной схемы и определение сил,действующих на заготовку при обработке

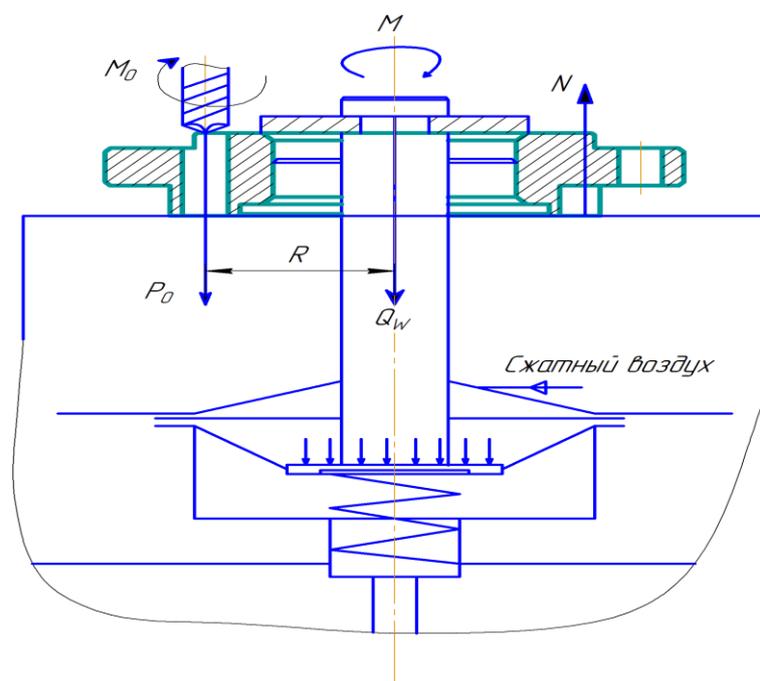


Рис. 1. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

Исходные данные для расчета:

- 1) диаметр заготовки $D=110\text{мм}$;
- 2) сила резания $P_z = 882\text{н}$;
- 3) расстояние закрепленной части $L=35\text{мм}$;
- 4) масса детали $m= 0,68\text{кг}$.

Расчет силы закрепления будем проводить по условию непроворачиваемости заготовки в приспособлении под действием момента M_0

$$M_{\text{тр}} = K \cdot M$$

где M – момент, пытающийся провернуть заготовку вокруг своей оси, определяется по известному моменту сверления и точке его приложения

$$M = \frac{M_0}{\frac{d_{\text{свер}}}{2}} = \frac{2 \cdot M_0}{d_{\text{свер}}}$$

$M_{\text{тр}}$ – момент трения, удерживающий заготовку от проворота, в данном случае представляет собой момент трения по установочному элементу. Момент трения по зажимному элементу не учитываем, т.к. отсутствует жесткая связь его с корпусом приспособления. Момент трения по установочному элементу определяется как момент трения по кольцевой площадке (табл. 3.2)

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} \cdot N \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} = \frac{1}{3} \cdot (W + P_0) \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

где N – реакция установочного элемента.

$$\text{Окончательно получаем: } k \cdot \frac{2 \cdot M_0 \cdot r}{d_{\text{свер}}} = \frac{1}{3} \cdot (W + P_0) \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}$$

Из записанного уравнения выражаем требуемую силу закрепления

W :

$$\frac{6 \cdot M_0 \cdot r \cdot k}{d_{\text{свер}} \cdot f} \cdot \frac{D^2 - d^2}{D^3 - d^3} = W$$
$$W = \frac{6 \cdot 3,58 \cdot 35 \cdot 2,5}{8 \cdot 0,16} \cdot \frac{110^2 - 70^2}{110^3 - 70^3} = 22 \text{ Н}$$

Таким образом, сила закрепления заготовки в приспособлении должна составлять 22 Н

2.5. Выбор и расчет силового привода

В качестве привода зажимного устройства применяем пневмоцилиндр одностороннего действия.

Пневматические приводы предназначены для обеспечения необходимых усилий и скоростей рабочих органов, экономичности, надежности и долговечности, безопасности и быстродействия при использовании сжатого воздуха с заданными параметрами и при заданных условиях эксплуатации.

Расчет сводится к определению диаметра цилиндра при заданных усилиях на штоке и давлении воздуха.

Далее, принимаем давление сжатого воздуха: $P=0,5$ МПа

Величина силы на штоке в исходном положении для пневмокамеры
одностороннего действия

$$Q = \frac{\pi}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) \cdot p - Q_1$$

Где Q —величина силы на штоке

Q_1 —сопротивление возвратной пружины при крайнем
рабочем положении штока с диафрагмой в н;

D и d — диаметры диафрагма и опорная диска, (мм);

P — давление сжатого воздуха, (МПа);

Принимаем предварительно $D=106$ мм, $d=75$ и $P=0,5$ МПа .

Тогда усилие зажима на штоке

$$\begin{aligned} Q &= \frac{\pi}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) \cdot p - Q_1 \\ &= \frac{3.14}{12} \cdot (106^2 + 75 \cdot 106 + 75^2) \cdot 0.5 - 1000 = 2246 \text{ н} \end{aligned}$$

Усилие разжима на штоке:

$$Q = 2246 \text{ н}$$

РАЗДЕЛ 3 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжан Бовэнь

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Научные статьи и публикации, человеческие ресурсы, компьютер, ставка для расчета отчислений во внебюджетные фонды – 20% от фонда оплаты труда, нормативно – правовая документация.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Данная научно-исследовательская работа финансируется за счет средств государственного бюджета и по характеру получаемых результатов относится к поисковым работам.</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Перечень этапов, работ и распределение исполнителей, календарный план-график проведения НИОКР по теме.</i>
3. <i>Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР</i>	<i>Расчет материальных затрат НИИ, расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.</i>
4. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Расчёт основной заработной платы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, расчет бюджета затрат НИИР.</i>
5. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>По результатам НИИР были выполнены поставленные задачи. Однако, поскольку данная</i>

	<i>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"> 1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Модель Кано 4. Оценка перспективности нового продукта 5. Инвестиционный план. Бюджет ИП 6. Основные показатели эффективности ИП

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	Чжан Бовэнь		

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы разрабатывали ТП детали Переходник1. Переходник1,. Объем выпуска продукции 2000 шт. в год. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов наших исследования будут машиностроительные предприятия находящиеся любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов давлением. На территории томской области выделим такие предприятия, как: ОАО «ТЭМЗ» ,ООО

3.2 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	0,02	4	1	1	0,08	0,02	0,02
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	2	4	1	0,4	0,8
3. Помехоустойчивость	0,01	3	3	3	0,03	0,03	0,03
4. Энергоэкономичность	0,01	3	3	3	0,03	0,03	0,03
5. Надежность	0,2	4	5	5	0,8	1	1
6. Уровень шума	0,01	2	2	2	0,02	0,02	0,02
7. Безопасность	0,01	5	2	1	0,05	0,02	0,01
8. Потребность в ресурсах памяти	0,1	3	1	1	0,3	0,1	0,1
9. Функциональная мощность(предоставляемые возможности)	0,1	1	3	4	0,1	0,3	0,4
10. Простота эксплуатации	0	4	1	2	0	0	0
11. Качество интеллектуального интерфейса	0	2	1	1	0	0	0
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0	3	1	1	0	0	0

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	2	1	0,3	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	3	2	1	0,03	0,02	0,01
3. Цена	0,01	4	1	2	0,04	0,01	0,02
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	2	3	3	0,2	0,3	0,3
5. Послепродажное обслуживание	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,02
6. Финансирование научной разработки	0,05	1	4	1	0,05	0,2	0,05
7. Срок выхода на рынок	0,05	2	3	1	0,1	0,15	0,05
8. Наличие сертификации разработки	0,01	4	4	3	0,04	0,04	0,03
Итого	1	63	47	42	3,22	2,87	2,97

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:

$$K = \sum B_i \cdot B_i = 63 \cdot 3,22 = 202,86$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum B_i \cdot B_i = 47 \cdot 2,87 = 134,89$$

$$K2 = \sum B_i \cdot B_i = 42 \cdot 2,97 = 124,74$$

Проведя анализ выяснили, что деталь конкурентоспособна. Данная разработка является удобной в эксплуатации, так как способна выдерживать максимальные возможные нагрузки на прессах, где она будет использоваться. Также деталь является надежной, так как выполнена из конструкционной 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.

3.3 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	0,01	70	100	0,7	0,007
2. Помехоустойчивость	0,2	30	100	0,3	0,06
3. Надежность	0,01	50	100	0,5	0,005
4. Унифицированность	0,2	60	100	0,6	0,12
5. Уровень материалоемкости разработки	0,1	60	100	0,6	0,06
6. Уровень шума	0,01	30	100	0,3	0,003
7. Безопасность	0,2	50	100	0,5	0,1
8. Потребность в ресурсах памяти	0,01	1	100	0,1	0,001
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0	30	100	0,3	0
10. Простота эксплуатации	0,1	20	100	0,2	0,02

11. Качество интеллектуального интерфейса	0	1	100	0,1	0
12. Ремонтопригодность	0,05	30	100	0,3	0,015
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,1	90	100	0,9	0,09
14. Уровень проникновения на рынок	0,01	10	100	0,1	0,001
15. Перспективность рынка	0,01	30	100	0,3	0,003
16. Цена	0,1	30	100	0,3	0,03
17. Послепродажное обслуживание	0,01	50	100	0,5	0,005
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	1	100	0,1	0,005
19. Срок выхода на рынок	0,02	10	100	0,1	0,002
20. Финансовая эффективность научной разработки	0,01	60	100	0,6	0,006
Итого	1	713		7,4	0,53

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i = 713 \cdot 0,533 = 380$$

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 510, это говорит о безоговорочной перспективности разработки.

3.4 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>C1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>C2. Наличие опытного руководителя</p> <p>C3. Использование современного оборудования</p> <p>C4. Наличие современного программного продукта</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>

	<p>С5. Актуальность проекта</p> <p>С6 Использование УП</p>	
<p>В1. Сотрудничество с зарубежными профессорами в этой области;</p> <p>В2. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>- Возможно, создать партнерские отношения с рядом ведущих предприятий для совместного исследования в области обработки металлов давлением;</p> <p>- При наличии вышеперечисленных достоинств мы имеем большой потенциал для получения деталей с высокими эксплуатационными свойствами.</p>	<p>-Повышение цен на металлообрабатывающее оборудование;</p> <p>- Сотрудничество с зарубежными профессорами и повышение квалификации персонала.</p>
<p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У3. Введение дополнительных государственных требований и сертификации программы.</p>	<p>- Повышение квалификации персонала т.к. тема актуальна и есть современное оборудование.</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: B1C2C3C4C5C6, B2C1C2C3C4C5C6.

Таблица 5

Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	+	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B2Сл1Сл3.

Таблица 6

Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5	C6

проекта	У1	-	-	-	+	+	+
	У2	+	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и угрозы: У1С4С5С6, У2С1С6.

Таблица 7

Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	+	-

3.5 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 матрицедержатель

	1	2	3	4
А. Визуализация результатов	График	Формулы	Числовая информация	Текстовая информация
Б. Длительность расчета, мин	10	30	50	>60
В. Обеспечение эксплуатационных свойств	Оценка технологичности	Анализ с помощью CAD-CAM систем	Размерный анализ	Выбор и расчет режимов резания

Представим несколько вариантов решения технической задачи:

1. А1Б4В3;

Первый вариант показывает, что результаты будут представлены в виде графиков, что позволит визуально оценить результаты. Работа с графиками трудоемкий процесс и требует временных затрат, опытным путем установлено, что требуется более 60 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.

3.6 Планирование научно-исследовательских работ

3.7 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.

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 9

Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min i	t max i	toжi	Tri
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы, Студент-дипломник	1	2	1	0,5
Выбор направления	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Студент-дипломник	5	10	7	3,5

исследований	3	Проведение патентных исследований	Студент-дипломник	14	21	12,4	12,4
	4	Выбор направления исследований	Руководитель, Студент-дипломник	2	6	3,6	1,8
	5	Календарное планирование работ по теме	Студент-дипломник	1	3	1,8	1,8
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Студент-дипломник	7	14	9,8	9,8
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	5	10	7	7
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель	7	14	9,8	9,8
<i>Проведение ОКР</i>							
Разработка технической	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Руководитель, Студент-дипломник	5	10	7	3,5

документации и проектирование	12	Выбор и расчет конструкции	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Руководитель, Студент-дипломник	3	6	4,2	2,1
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	6	3,6	3,6
Оформление отчета, но НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Студент-дипломник	3	6	4,2	4,2
	17	Оформление патента	Руководитель, Студент-дипломник	7	14	9,8	4,9
	18	Размещение рекламы	Студент-дипломник	5	7	5,8	5,8

3.8 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкость выполнения каждого этапа. Теоретические материал для выполнения этого пункта представлен в лекционном разделе "Определение трудоемкости выполнения НИОКР.

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ $T_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ож i} = \frac{3t_{мин i} + 2t_{макс i}}{5}, \text{ чел.-дн.},$$

где $t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{мин i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{макс i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях $T_{р}$, 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 %.

$$T_{р i} = \frac{t_{ож i}}{ч i},$$

где $T_{р i}$ – продолжительность одной работы, раб. ди.;

$t_{ож i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-ли.:

$ч i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Результаты смотреть в таблице.

3.9 Разработка графика проведения научного исследования

Необходимо построить диаграмму Ганта.

Таблица 10 Календарный план разработки проекта

№	Вид работы	Исполнители	Т _к	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Разработка технического задания на проектирование	Руководитель, Инженер-разработчик	2					
2	Разработка плана работ и технико-экономическ проекта	Инженер-разработчик	4					
3	Описание объекта модернизаци и	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
4	Выбор и заготовки	Руководитель, Инженер-разработчик	4					
5	Разработка тех. процесса	Руководитель, Инженер-разработчик	7					
6	Расчет технических размеров	Инженер-разработчик	4					

3.10 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.

11 Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$$

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 11.

Таблица 11

Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	шт	1000	0,5	500
Итого				500

Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 12

Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/ п	Наименование оборудования	К о л - в о е д и н и ц	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.

		о б о р у д о в а н и я		
	Исп.1	И с п · 1	Исп.1	Исп.1
1	Станок Токарно-винторезный Модель 16к20		180000	180000
2	Станок Вертикально-фрезерный М		542000	542000
3	Станок Вертикально-сверлильный Модель 2Н128П			
	Станок Внутришлифовальный Модель 3К227В		197000	197000
	Станок круглошлифовальный Модель 3М151В		350000	350000

Итого: 1385052руб.

$$\text{Амортизация} = \frac{1385052}{10 \cdot 12} \cdot 3 = 34626,3 \text{руб}$$

Основная заработная плата исполнителей темы

Заработная плата работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

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:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – 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_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 13).

Таблица 13

Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	252	252

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	$Z_{ТС}$ 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	71760	2962	38	112537,9
Студент	9895	0,3	0,2	1,3	19291	796	106,6	84853,6
Итого $Z_{ОСН}$								197391,5

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{ОСН} + Z_{доп})$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (таблица 15).

Таблица 15

Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнители	Основная заработная плата, руб.	Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды
Руководитель	112537,9	22507,58
Студент	84853,6	16970,72

Итого	39478,3
-------	---------

3.15. 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

3.16. 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	500	Пункт 3.4.1
2. Амортизация станка	34626,3	Пункт 3.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей проекта	197391,5	Пункт 3.4.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	39478,3	Пункт 3.4.4
5. Накладные расходы	5270	Пункт 3.4.5
6.Бюджет затрат НИР	277266,1	Сумма ст.1-4

3.17 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 ресурсоэффективности.

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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{испи}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} = \frac{277266,1}{230000} = 1,206$$

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 ресурсоэффективности 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 – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности 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	0,1	5

2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4
3.Помехоустойчивость	0,1	2
4. Энергосбережение	0,20	5
5. Надежность	0,25	5
6. Материалоемкость	0,2	5
Итого	1	4,55

$$I_{p-исп1} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 = 4,55$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{испi}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}} = \frac{4,55}{1,206} = 3,772$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп1}}{I_{исп2}} = \frac{3,772}{5,3} = 0,712$$

Таблица 19

Сравнительная эффективность разработки

№	Показатели	Исп.1
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,908
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55

3	Интегральный показатель эффективности	5
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,94

Из значений интегральных показателей эффективности позволяет выбрать более эффективный вариант решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

3.18 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 ресурсоэффективности 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 НТИ, 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 – 20%, выплата составит 39478,3 руб.

Рассчитали накладные расходы, сформировали бюджет затрат научно-исследовательского проекта, который составил 277266,1 руб. На основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования определили эффективность исследования.

РАЗДЕЛ 4 «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
158Л41	Чжан Бовэнь

Школа	ИШНПТ	Отделение	Материаловедения
Уровень образования	бакалавриат	Направление	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 участок цеха, а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование.
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 электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<p>Оценка рабочего места на наличие вредных факторов.</p> <p>Действие фактора на организм человека.</p> <p>Приведение допустимых норм с ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ.</p> <p>Предлагаемые методы снижения воздействия вредных факторов.</p> <p>Оценка помещения по электробезопасности.</p> <p>Меры по защите от поражения .</p>
<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>Анализ возможного загрязнения окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Оценка пожарной опасности помещения.</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. 	План эвакуации.
<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. 	Перечень основных нормативных актов, содержащих требования по охране труда.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
158Л41	Чжан Бовэнь		

Безопасность жизнедеятельности

ВВЕДЕНИЕ

Задачей данного раздела является выполнение и анализ вредных и опасных факторов труда инженера-технолога, и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов в среде обитания, таких как свет, звук, излучения, природные явления

При определенной величине факторы могут причинить ущерб здоровью, т. е. быть причиной заболеваний и травм различной тяжести.

Длительная работа на компьютере может отрицательно воздействовать на здоровье человека. Монитор персонального компьютера, является источником электростатического поля; слабых электромагнитных излучений в низкочастотном и высокочастотном диапазонах (2 Гц...400 кГц); рентгеновского излучения; ультрафиолетового излучения; инфракрасного излучения; излучения видимого диапазона.

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

4.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья, является опасным. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредн

ым. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным.

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизические. [ГОСТ 12.0.003-74]:

Так как на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов.

Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;
- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень в ибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

Таблица 1.1.

Основные элементы производственного процесса,
формирующие опасные и вредные факторы

Наименование	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)	Нормативные
--------------	-------------------------------------	-------------

видов работ и параметров производственного процесса	Вредные	Опасные	документы
Составление технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные стрессы)		
Составление технологического процесса.	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96
Контроль выполнения работ по ТП	Физические (превышение уровня шума и вибраций).	Физические опасные (Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные))	ГОСТ 12.1.003–83, ГОСТ 12.1.012–90

- ценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений оказывает положительное воздействие на работающих, способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

- сновной задачей светотехнических расчётов для искусственного освещения является определение требуемой мощности электрической осветительной установки для создания заданной освещённости.

Выбор светильников

Для общего освещения, как правило, применяются газоразрядные лампы как энергетически более экономичные и обладающие большим сроком службы. Наиболее распространёнными являются люминесцентные лампы. Которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ: по спектральному составу они близки к дневному, естественному свету; обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания); обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания); более длительный срок службы [ГОСТ 6825-91].

Освещенность рабочего стола должна быть не менее 300÷500 лк [по СанПиН 23-05-95], что может достигаться установкой местного освещения. Местное освещение не должно создавать бликов на экране, для этого необходимо ограничить отраженную блёскость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура) за счет правильного выбора и расположения светильников, яркость бликов на экране не должна превышать 40 кд/м². Светильники местного освещения должны иметь не просвечивающий отражатель.

Рассчитаем искусственное освещение в помещении.

Проектирование искусственного освещения рабочего места будет сводиться к следующему:

- выбор системы освещения,
- определение необходимого числа светильников
 - определение типа и размещения светильников.

Размещение светильников

Размещение светильников в помещении определяется следующими размерами, м:

H – высота помещения = 4;

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес) = 0,5;

h

■ h_p – высота рабочей поверхности над полом = 0,8;

■ h_c – высота светильника над полом, высота подвеса = 3,5;

■ $h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью = 3,5-0,8 = 2,7

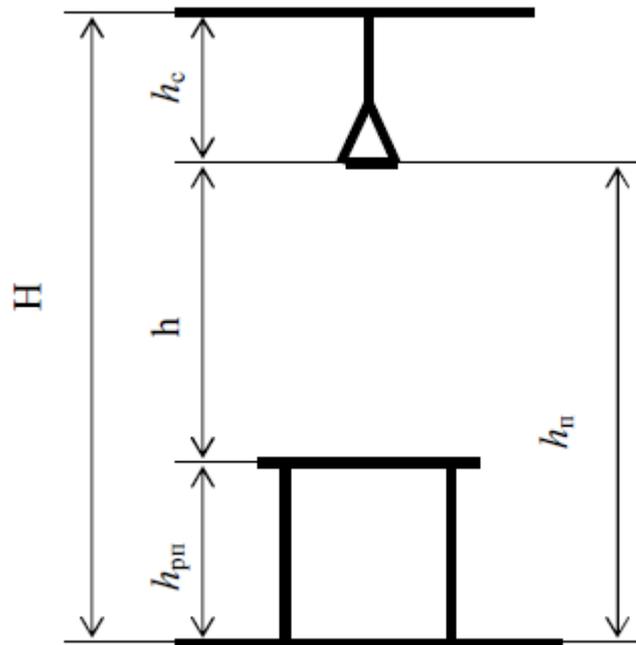


Рис. 1.1.1. Основные расчетные параметры

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Приняв величину свеса светильника $h=2,7$ м и $\lambda=1,4$ (для ОД), определим расстояние между светильниками L :

■ $L = \lambda \cdot h$

■ $2,7 \cdot 1,4 = 3,78$ м

■ Необходимо изобразить в масштабе в соответствии с исходными данными план помещения, указать на нём расположение светильников и

Расстояние I от крайних светильников или рядов до стены:

$$L/3 = 3,78/3 = 1,26$$

м

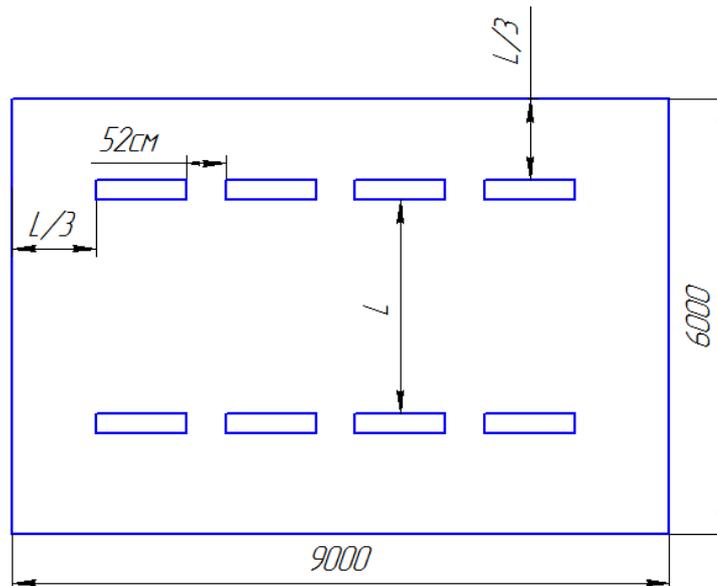


Рис. 1.1.2. План размещения светильников

Размещаем светильники в два ряда. В одном ряду можно установить 4 светильника типа ОД мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составит 52 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения в нем светильников (рис.2). Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8 \cdot 1 \cdot 2 = 16$ ламп.

И

$$i = \frac{6 \cdot 9}{2,7 \cdot (6 + 9)} = \frac{54}{40,5} = 1,3$$

По таблице определяем коэффициент использования светового потока: $\eta = 0,53$.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\hat{O} = \frac{E_i \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ где:}$$

E_i – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95,лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K_z – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), (наличие в атмосфере цеха дыма, пыли);

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{cp.} / E_{min.}$.
Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число светильников;

η

пределим потребный световой поток ламп в каждом из рядов:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 54 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{16 \cdot 0,54} = \frac{24255}{5,76} \approx 3094 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице [5] выбирается стандартная ближайшая лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы. Если необходимый поток светильника выходит за пределы диапазона (-10 ÷ +20%), то корректируется число светильников n либо высота подвеса светильников.

Выбираем стандартную ближайшую лампу – ЛТБ 40 Вт с потоком 2850 Лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{2850 - 3094}{3094} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем

$$-10\% \leq -8,5\% \leq +20\%$$

Необходимый поток светильника не выходит за пределы диапазона (-10 светильников нет необходимости.

Определим электрическую мощность осветительной установки:

$$P = \omega \cdot S = 40 \cdot 54 = 2160 \text{ Вт.}$$

Тогда мощность каждой лампы:

$$P_{л} = P / n = 2160 / 16 = 135 \text{ Вт.}$$

Определим электрическую мощность осветительной установки

$$P = 16 \cdot 40 = 640 \text{ Вт.}$$

4.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия и устранению их влияния на работающих

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

1. При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

- согласно СанПиН 2.2.2.542-96 для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы – при 8-часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;

- дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;

- должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

В кабинете мониторы расположены по периметру задней поверхностью к стенам, все мониторы расположены на отдельных столах. Поэтому можно считать, что расположение компьютеров удовлетворяет требованиям СанПиН.

Для мониторов рекомендуется следующее дооснащение:

- Защитный фильтр для экрана, ослабляющий переменное электрическое и электростатическое поля;

- Для одиночных ПЭВМ или их однорядном расположении – специальное защитное покрытие на переднюю панель и боковые стенки;

- При многорядном расположении ПЭВМ, если соседние рабочие места располагаются близко друг к другу (на расстоянии 1,2...2,5 м) – защитное покрытие задней и боковых стенок, монтирование специальных экранирующих панелей с задней и боковых сторон монитора, установка перегородок между различными пользователями.

Разработана технология защиты от электростатических, переменных электрической и магнитной составляющих ЭМИ путем нанесения электропроводных покрытий на внутреннюю поверхность корпуса монитора и его заземления, встраивания в дисплей оптического защитного фильтра, защищающего от излучений со стороны экрана.

2. Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции
- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства

- ежедневное проветривание помещения

3. Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;

- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;
- недоступность токоведущих частей.

4. Мероприятия по организации рабочих мест:

• Вместо канцелярских столов необходим специальный стол с опорой для левой руки, с местом для размещения текстов программ, с регулируемыми по высоте клавиатурой и дисплеем;

При проектировании письменного стола должны быть учтены следующие требования: высота рабочей поверхности стола рекомендуется в пределах 680-800 мм. Высота рабочей поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть 650 мм. Рабочий стол должен быть шириной не менее 700 мм и длиной не менее 1400 мм. Должно иметься пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500мм, глубиной на уровне колен - не менее 450мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650мм по ГОСТу 12.2.033-78 ССБТ [6];

- Вместо бытового стула – мягкое кресло с удобной опорой для поясницы, мягким сиденьем и спинкой, с регулировкой сиденья по высоте, в соответствии с СанПиН 2.2.2. 542-96;

5. Мероприятия по снижению нервно – психологического напряжения и уменьшению его вредного влияния (СанПиН 2.2.2. 542-96):

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;

- профессиональный набор.

6. Мероприятия по предотвращению производственного травматизма:

- вводный инструктаж, который проводится перед началом работы по теме;
- обеспечение спецодеждой (халатом);
- медосмотр, проводимый перед поступлением на работу и каждый последующий год.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности. Обучение персонала технике безопасности и производственной санитарии состоит из вводного инструктажа и инструктажа на рабочем месте ответственным лицом.

4.3 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Под охраной окружающей среды понимают совокупность технических и организационных мероприятий, позволяющих свести к минимуму или в идеальном случае совершенно исключить выбросы в биосферу материальных и энергетических загрязнений. Учитывая стремительное развитие научно-технического прогресса, перед человечеством встала сложная задача – охрана

важнейших составляющих окружающей среды (земля, вода, воздух), подверженных сильнейшему загрязнению техногенными отходами и выбросами, что приводит к окислению почвы и воды, разрушению озонового слоя земли и климатическим изменениям. Промышленная политика всего мира привела к таким необратимым и существенным изменениям в окружающей среде, что этот вопрос (охрана окружающей среды на предприятии) стал общемировой проблемой и принудил государственные аппараты разработать долгосрочную экологическую политику по созданию внутригосударственного контроля за ПДВ.

Основными источниками загрязнения атмосферы на предприятии являются сталеплавильные и чугуноплавильные агрегаты мартеновских, электроплавильных, конверторных и литейных цехов, а также топочные устройства печей и котельных всех назначений [5].

В литейном производстве воздух загрязняется пылью, окисью углерода, Много пыли образуется при работе землеподготовительного отделения, а также при транспортировке формовочной земли, заполнении землей опок и т.д.

Разнообразными, в том числе вредными для здоровья человека загрязнениями сопровождаются процессы пайки и сварки.

При работе металлорежущего оборудования с применением смазочно-охлаждающих жидкостей (эмульсий, масел) воздух загрязняется аэрозолями этих веществ. При обработке заготовок абразивным инструментом выделяется абразивная пыль.

Основные технологические процессы в машиностроении характеризуются довольно значительными шумом и вибрациями. Наиболее интенсивны шум и вибрации при работе технологического оборудования кузнечнопрессовых и штамповочных молотов и прессов.

Защита от вредных выбросов

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

Защита от шума

Шум в окружающей среде создается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри здания. [4].

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность [САНПИН 2.2.2. 542-96]. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха [8].

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

Защита от электромагнитных полей

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови.

Защита от электропоражения

Инженер–технолог работает с электроприборами: компьютером (дисплей, процессор, клавиатура) и принтером. В данном случае существует опасность электропоражения:

- при прикосновении к нетоковедущим частям, оказавшимся под напряжением (в случае нарушения изоляции токоведущих частей ПЭВМ);
- при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением;
- имеется опасность короткого замыкания в высоковольтных блоках: блоке питания и блоке дисплейной развертки.

В зависимости от условий в помещении опасность поражения человека электрическим током увеличивается или уменьшается. По "Межотраслевым правилам по охране труда" все помещения делятся на:

- помещения с повышенной опасностью;
- особо опасные помещения;
- помещения без повышенной опасности.

По опасности кабинет инженера-технолога относится к помещениям без повышенной опасности, т.е. но не характеризуется наличием повышенной влажности (относительная влажность не превышает 75%), высокой температуры (более 35⁰С), токопроводящих пыли и пола.

В лаборатории используются приборы, потребляющие напряжение 220В переменного тока с частотой 50Гц. Это напряжение опасно для жизни, поэтому обязательны следующие меры предосторожности:

- перед началом работы нужно убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо не делая никаких самостоятельных исправлений сообщить ответственному за оборудование;
- запрещается загромождать рабочее место лишними предметами. При возникновении несчастного случая следует немедленно освободить пострадавшего от действия электрического тока и, вызвав врача, оказать ему необходимую помощь.

Для защиты от поражения электрическим током все токоведущие части должны быть защищены от случайных прикосновений кожухами (ПУЭ 1.1.32), корпус устройства должен быть заземлен. Заземление выполняется изолированным медным проводом сечением 1.5 мм² (ПУЭ 1.7.78), который присоединяется к общей шине заземления с общим сечением 54 мм² при помощи сварки. Общая шина присоединяется к заземлению, сопротивление которого не должно превышать 4 Ом (ПУЭ 1.7.65). Питание устройства должно осуществляться от силового щита через автоматический предохранитель, который срабатывает при коротком замыкании нагрузки.

Для снижения величин возникающих разрядов целесообразно применение покрытия из антистатического материала. К организационно – техническим мероприятиям относится инструктаж по технике безопасности.

БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧЕРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

4.4.Пожарная и взрывная безопасность

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная опасность - возможность возникновения и (или) развития пожара, заключенная в каком-либо веществе, состоянии или процессе. ГОСТ 12.1.033-81.

Определяем категорию помещения по пожароопасности по НПБ 105-03. В данном случае помещение относится к категории Д - производства, связанного с обработкой негорючих веществ и материалов в холодном состоянии [4].

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электrorаспределительных щитов;
- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения
- возгорание токсичных продуктов горения и термического разложения

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Основными причинами пожаров на производстве являются нарушение технологического режима работы оборудования, неисправность электрооборудования, плохая подготовка оборудования к ремонту, самовозгорание различных материалов и др. В соответствии с нормативными документами (ГОСТ 12.1.044-84 «Пожарная безопасность» и ГОСТ 12.1.010-76 «Взрывобезопасность».

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия [ГОСТ 12.1.004]:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию. Рабочие места размещены так, что расстояние между рабочими местами с видеотерминалами составляет более 4,07 м, расстояния между боковыми поверхностями порядка 1 м, что соответствует нормам, а поэтому дополнительных мер защиты не требуется;
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников;
- иметь в помещениях и строениях, находящихся в их собственности (пользовании), первичные средства тушения пожаров и противопожарный

инвентарь в соответствии с правилами пожарной безопасности и перечнями, утвержденными соответствующими органами местного самоуправления.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;

- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. План эвакуации приведен на рисунке 3.

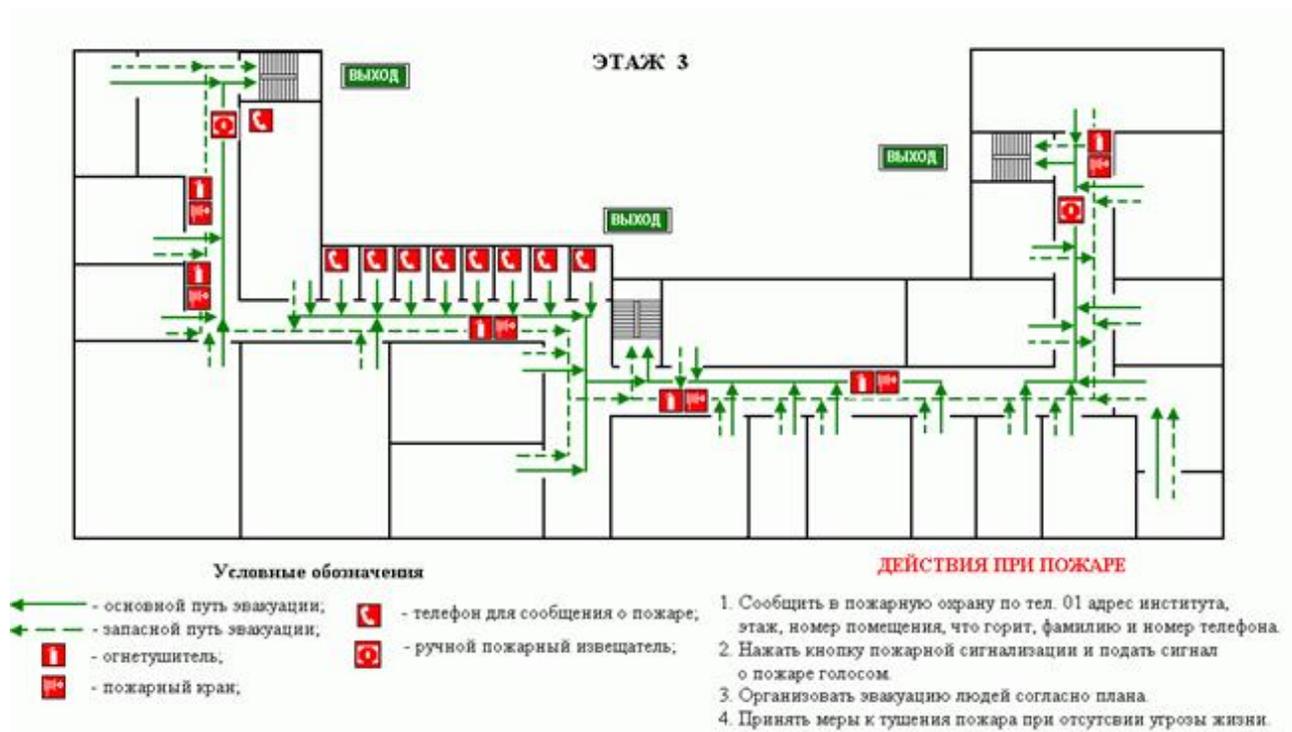


Рис. 3.1.1. – План эвакуации из технологического бюро.

4.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях природного и социального характера

В последние годы человечество испытывает большие неудобства и беды от многочисленных природных катастроф - наводнений и паводков, ураганных ветров и обильных ливней, устрашающих оползней и схода снежных лавин и ледников. Чрезвычайные природные ситуации периодически возникают и на территории Томской области. Интенсивные ливни, сильные морозы, продолжительные снегопады, поздние весенние и ранние осенние заморозки - вот неполный перечень особо опасных природных явлений, которые почти ежегодно встречаются в разных районах нашей области.

Природная чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате источника чрезвычайной ситуации, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и (или) окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Ряд опасных природных явлений происходит в определенные сезоны года. Например, наводнения – весной, снегопады – зимой. Однако в пределах сезона они наступают в случайный момент времени, предсказать который не всегда возможно.

Чрезвычайные ситуации природного характера:

- **геофизические опасные явления** — землетрясения, вулканы и т.д.
- **геологические опасные явления** — пыльные бури, оползни, сели, обвалы и т.д.
- **метеорологические опасные явления** — бури, ураганы, смерчи, ливни, снежные заносы, заморозки и т.д.
- **гидрологические опасные явления** — наводнения, паводки, половодья и т.д.
- **морские гидрологические опасные явления** — штормы, тайфуны, цунами и т.д.
- **гидрогеологические опасные явления** — опасно высокие уровни грунтовых вод и т.д.
- **природные пожары** — лесные, торфяные, степные, хлебные и т.д.

В качестве организационных мероприятий, проводимых с целью защиты населения от чрезвычайных ситуаций, производятся:

1. Планирование защиты населения и территорий от ЧС на уровне предприятия;
2. Планы эвакуации рабочих;
3. Подготовка и поддержание в постоянной готовности сил и средств для ликвидации ЧС;
4. Создание запасов средств индивидуальной защиты и поддержание их в готовности;
5. Подготовка работающих к действиям в условиях ЧС;
6. Наличие и поддержание в постоянной готовности системы общего оперативного и локального оповещения и информации о ЧС.

К инженерно-техническим мерам защиты от ЧС относят:

1. Проектирование, размещение, строительство и эксплуатация объектов инфраструктуры, в том числе и потенциально опасных;
2. Инженерное обеспечение защиты населения – строительство защитных сооружений (средств коллективной защиты);
3. Инженерное оборудование территории региона с учёта характера воздействия прогнозируемых ЧС;
4. Создание санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасных объектов.

В качестве мер, предусматривающих защиту от названных ЧС, следует отметить:

- повышение прочности конструкции зданий;
- создание развитой системы вентиляции;
- проведение мед. осмотров;
- утепление помещений;
- проведение инструктажей ТБ.

Так же существуют и социальные чрезвычайные ситуации, связанные с противоречиями в общественных отношениях. Анализ происходящих в последнее время ЧС свидетельствует, что в 75–80 % случаев их возникновение связано с деятельностью человека и обусловлено причинами социального характера.

К чрезвычайным ситуациям социального характера относятся:

- войны;
- локальные и региональные конфликты
- голод;
- крупные забастовки;
- массовые беспорядки, погромы, поджоги и др.

ЧС одного типа могут вызывать, в свою очередь, ЧС других типов.

ЧС любого типа в своем развитии проходят четыре типовые стадии (фазы).

- Первая — стадия накопления отклонений от нормального состояния или процесса. Иными словами, это стадия зарождения ЧС, которая может длиться сутки, месяцы, иногда — годы и десятилетия.

- Вторая — инициирование чрезвычайного события, лежащего в основе ЧС.

- Третья — процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих неблагоприятное воздействие на население, объекты и окружающую среду.

- Четвёртая — стадия затухания, которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности — локализации чрезвычайной ситуации, до полной ликвидации её прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т. д.

последствий. Эта фаза при некоторых ЧС может по времени начинаться ещё до завершения третьей фазы. Продолжительность этой стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Таблица 3.2.1.

Предельно критические значения показателей безопасности государства

№ п/п	Название показателя	Предельно критическое значение в мировой практике	Вероятные социально-политические, экономические и военные последствия (опасности) отставания
1	2	3	4
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СФЕРА			
1	Объем валового внутреннего продукта (ВВП) на душу населения от среднемирового уровня	100%	Социально-политическое, экономическое и военное отставание от развитых и среднеразвитых государств

1	2	3	4
2	Доля в промышленном производстве: ■ обрабатывающей промышленности ■ машиностроения	70% 20%	Деиндустриализация страны, развал военно-промышленного комплекса
3	Объем инвестиций, в % к ВВП	25%	Свертывание производства
4	Доля новых видов продукции в объеме выпуска продукции	6%	Утрата высоких технологий, рынков сбыта и снижение обороноспособности страны
5	Уровень инфляции за год	20%	Неуверенность населения в будущем, кризис экономики
6	Объем внешнего долга в % к ВВП	25%	Экономическое закабаление страны, потеря самостоятельности государства
7	Дефицит бюджета в % к ВВП	5%	Усиление инфляции
8	Объем иностранной валюты в наличной форме к объему наличной национальной валюты	25%	Подрыв доверия к национальной валюте, финансовая зависимость
9	Денежная масса в % к ВВП	50%	Недостаток оборотных средств, спад производства
10	Доля импорта во внутреннем потреблении: ■ всего ■ продовольствия	30% 25%	Экономическая, социально-политическая и военная зависимость страны, угроза голода
11	Дифференциация субъектов государства по прожиточному минимуму	1,5 раза	Возникновение военных конфликтов между субъектами государства
12	Уровень падения промышленного производства	30—40%	Деиндустриализация экономики
13	Доля в экспорте продукции обрабатывающей промышленности	40%	Колониально-сырьевая структура экономики
14	Доля в экспорте высокотехнологичной продукции	10—15%	Технологическое отставание экономики
15	Доля государственных ассигнований на науку в % к ВВП	2%	Разрушение интеллектуального потенциала

1	2	3	4
СОЦИАЛЬНАЯ СФЕРА			
16	Соотношение доходов 10% самых богатых и 10% самых бедных групп населения	10 : 1	Резкое противопоставление людей по имущественному и социальному цензу
17	Доля населения, живущего на пороге бедности	10%	Люмпенизация значительной части населения
18	Соотношение минимальной и средней заработной платы	1 : 3	Деквалификация и пауперизация рабочей силы
19	Уровень безработицы	8—10%	Рост социально обездоленных категорий населения
ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СФЕРА			
20	Суммарный коэффициент рождаемости	2,15	Отсутствие простого замещения поколений
21	Средняя ожидаемая продолжительность жизни	75 лет	Ухудшение здоровья и условий жизни населения
22	Коэффициент старения населения (доля лиц старше 65 лет)	7%	Старение населения
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СФЕРА			
23	Суммарные поступления от экологических платежей в % к ВВП	5%	Низкий уровень экологического контроля
24	Экологические потери в % к ВВП	5%	Возникновение опасной для жизни экологической среды
25	Предохранительные затраты на экологию в % к ВВП	5%	Экстенсивный характер деградации экологии
ДЕВИАНТНОЕ ПОВЕДЕНИЕ			
26	Уровень преступности (количество преступлений на 100 тыс. человек)	5—6 тыс.	Криминализация общественных отношений
27	Уровень потребления алкоголя на человека в год	8 л	Физическая деградация сознания

1	2	3	4
28	Число суицидов на 100 тыс. человек	3	Массовая фрустрация сознания населения
29	Уровень распространения психической патологии на 1000 человек	300	Психическая деградация населения
ПОЛИТИЧЕСКАЯ СФЕРА			
30	Доля граждан, выступающих за кардинальное изменение политической системы	40%	Делегитимизация власти, противопоставление государственной власти и человека
31	Уровень доверия населения к центральным органам власти	20—25%	Отчуждение власти от народа, пассивность, безразличие, чувство безысходности

Безопасность социума представляет собой, во-первых, отсутствие опасностей и угроз в пределах некоторого приемлемого для общества риска, во-

вторых, достаточную степень его устойчивости к ним, т. е. наличие определенного иммунитета, и, в-третьих, способность и готовность защищаться от этих опасностей и угроз, устранять их, восстанавливать состояние благополучия. В связи с этим для повышения уровня безопасности в социальной сфере необходимо обеспечить:

- совершенствование социальной системы и ее объектов (структур, институтов, организаций, отношений между ними, политики и т. п.);
- подготовку персонала, способного эффективно и целенаправленно работать над решением этой задачи;
- способность и готовность социальных структур и персонала к ликвидации последствий ЧС.

4.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключаящий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;

- стены – сплошные, светло-голубые;

- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

Среди технических требований к рабочему месту инженера особенно важным является требование к освещенности, которая значительно влияет на эффективность трудового процесса. Поэтому необходимо обеспечить оптимальное сочетание общего и местного освещения.

Нормы естественного освещения установлены с учетом обязательной регулярной очистки стекол световых проемов не реже двух раз в год. Учитывая, что солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека, необходимо максимально продолжительно использовать естественное освещение.

В соответствии с характером выполняемых работ, освещенность рабочего места по СНиП 11-4-79 должна быть 200 лк – общая освещенность и 300 лк – комбинированное освещение.

Ввиду важности данной проблемы для научной деятельности проведем расчет освещения исследовательской лаборатории.

В связи с тем, что проведение экспериментов занимает длительное время, работать в помещении лаборатории приходится как в светлое, так и в темное время суток, что неизбежно обуславливает необходимость использования искусственного освещения.

Освещение, правильно спроектированное и выполненное, предназначено для решения следующих вопросов: оно улучшает условия зрительной работы,

снижает утомление, способствует повышению производительности труда и качества выполняемой работы на рабочем месте.

4.7. Особенности законодательного регулирования проектных решений

Для обеспечения требований промышленной безопасности при проведении исследований органами государственного и ведомственного надзора были разработаны и утверждены правила безопасности при проведении отдельных видов работ или эксплуатации промышленного оборудования.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах; - применение режима сокращённого рабочего дня.

Для нарушителей промышленной безопасности субъекта к установленным требованиям дисциплины, материальной, административной и уголовной и финансовой ответственности за. Для того, чтобы привлечь юридическую ответственность за установление и регулирование трудового,

административного, уголовного и гражданского законодательства Российской Федерации.

Федеральный государственный надзор за соблюдением трудового законодательства и иных нормативных правовых актов, содержащих нормы трудового права, осуществляется федеральной инспекцией труда в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

В НИ ТПУ ведомственный контроль осуществляется отделом по охране труда. Действуя в соответствии с Типовым положением об уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда (утвержденным постановлением Исполкома Генсовета ФНПР от 30 мая 1996 г. №3-8), организуется общественный контроль за соблюдением прав и интересов работников в области охраны труда. Руководство ТПУ обязано создавать соответствующие условия для работы уполномоченных профсоюзного комитета по охране труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выпускной квалификационной работы проведён полный анализ и разработка технологического процесса получения детали «Переходник 1» в условиях мелкосерийного производства. Обоснован способ получения заготовки, разработан маршрутный процесс изготовления детали, произведён выбор оборудования, режущего и измерительного инструмента, станочных приспособлений и технологических баз, рассчитаны припуски на механическую обработку, режимы резания.

Расчёт режимов резания позволил не только установить оптимальные параметры процесса резания, но и определить основное время на каждую операцию. Получение оптимального технологического процесса обработки детали в условиях среднесерийного производства в ходе выполнения ВКР достигнуто. Подобрано соответствующее оборудование с установлением рациональных режимов резания и технологически обоснованных норм времени, режущий и измерительный инструмент. Разработана технологическая документация, произведён расчёт припусков и другие расчёты.

В ВКР спроектировано станочное приспособление. Выполнен расчёт себестоимости изготовления детали. Выполнен анализ составляющих безопасной работы на производстве. Все поставленные в задании ВКР вопросы решены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирования по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015 – 256 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 1. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -912 с, илл.
3. Справочник технолога машиностроителя. В двух томах. Том 2. Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова, А.М.Дальского и А.Г. Сулова.Пятое издание, исправленное. 2003. -943 с, илл.
4. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: Учебное пособие. –Томск: Изд. ТПУ, 2006. -100 с.
5. Н.М.Султан-заде,В.В.Клепиков,В.Ф.Солдатов и др.Технологии машиностроения.Выпускная квалификационная работа для бакалавров:учебное пособие М.:ФОРУМ:ИНФРА-М,2016.-288 с.:илл.
6. Приспособления для производства двигателей летательных аппаратов(Конструкция и проектирование):УчебникВ.А.Шманев, А.П.Шулепов,Л.А.Анипченко.-МОСКВА «Машиностроение» 1990
7. Станочные приспособления: Схиртладзе А. Г. Станочные приспособления : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе, В. Ю. Новиков. - Москва: Высш. шк., 2001.
8. Безопасность жизнедеятельности./ Под ред. С.В. Белов. – М.: Высш. шк., 1999. – 448 с.
9. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник/ Под ред. А.Н.Баратова –М.: Энергия, 1987.
10. Правила устройства электроустановок, М.: Энергоатомиздат,1999.
11. Пожарная безопасность. Взрывобезопасность. Справочник/ Под ред. А.Н.Баратова –М.: Энергия, 1987.
12. Алиев И.И. Электротехнический справочник. – 4-е изд., испр. – М.: ИП РадиоСофт, 2002. – 384 с.
13. Конотопский, Владимир Юрьевич. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к выполнению раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выпускной квалификационной работы для студентов,обучающихся по направлению подготовки бакалавров 15.03.01 «Машиностроение»