

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
Направление 151001.65 «Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных  
машиностроительных производств»  
Специальность «Технология машиностроения»

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ)

на тему:

### Разработка технологического процесса изготовления кронштейна специального силового электрического преобразователя

Студент(ка)	Журавлев А.А. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	Резников Л.А. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Консультанты	Горина Л.Н. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Зубкова Н.В. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	Виткалов В.Г. _____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
	_____ (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)

**Допустить к защите**

И.о. заведующего кафедрой

к.т.н, доцент \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский  
(личная подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

Тольятти 2016

# АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Журавлев Андрей Александрович

Разработка технологического процесса изготовления кронштейна специального силового электрического преобразователя

Дипломный проект. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В представленном дипломном проекте технологический процесс изготовления специального а. Выполнен анализ технологичности для заданных производственных условий, составлен технологический маршрут обработки, проведен размерный анализ сборочной единицы, содержащей . В конструкторской части проекта спроектировано станочное и контрольное приспособление, а также режущий инструмент.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки и комплекта чертежей, поясняющих материал, рассмотренный в записке.

Пояснительная записка состоит из следующих разделов: описание исходных данных, цель и задачи проекта, технологическая часть, конструкторская часть, охрана труда, раздел, посвященный экологической безопасности объекта производства. Также представлен раздел, определяющий показатели экономической эффективности от внедрения предлагаемых решений.

Дипломный проект состоит из пояснительной записки, включающей в себя страницу, таблиц и рисунков; чертежей формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	
1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА.....	
1.1. Служебное назначение детали.....	
1.2. Программа запуска, эффективный фонд рабочего времени.....	
1.3. Задание на проектирование.....	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1. Анализ технологичности детали .....	
2.2. Обоснование выбора заготовки.....	
2.3. Технологический маршрут обработки и выбор баз.....	
2.4. Размерный анализ сборочной единицы.....	
2.5. Расчет припусков на механическую обработку.....	
2.6. Расчет режимов резания.....	
2.7. Техническое нормирование.....	
2.8. Планировка участка.....	
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1. Проектирование станочного приспособления.....	
3.2. Проектирование контрольного приспособления.....	
3.3. Проектирование режущего инструмента.....	
4. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ.....	
4.1. Обоснование формы производства .....	
4.2. Расчёт количества рабочих мест.....	
4.3. Расчёт календарно-плановых нормативов.....	
4.4. Организация транспорта на участке.....	
5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА.....	

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение является ведущей отраслью народного хозяйства, которая производит орудия труда. В связи с этим машиностроение должно находиться на высшем уровне по развитию на базе новейших достижений науки и техники.

В настоящее время улучшается структура парка металлообрабатывающего оборудования за счет увеличения выпуска высокопроизводительных специальных и агрегатных станков, прогрессивного кузнечно-прессового оборудования, автоматических линий.

Снижается удельная металлоемкость машин и оборудования за счет совершенствования конструкции машин, широкого применения металла повышенной прочности, фасонных профилей, проката высокой точности, конструктивных пластмасс, замены технологических прессов, основанных на резании металлов методами формообразования деталей.

В последнее время успешно решаются вопросы, связанные с разработкой автоматизированного проектирования технологической подготовки производства и развитие гибких автоматизированных систем.

Максимально широкое использование станков с числовым программным управлением (ЧПУ) обеспечило, при их универсальности, высокую степень автоматизации обработки деталей, повышение производительности труда и качества изготавливаемых деталей, а так же позволило исключить изготовление большого количества оснастки.

Развитие и совершенствование станков с ЧПУ привело к появлению таких станков, которые объединили в себе технологические возможности многих станков обычного использования.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

## 1.1 Служебное назначение детали

Основное служебное назначение выпускаемого узла – обеспечение электрической связи потребителей электрической энергии вращающегося несущего винта с неподвижной электрической системой питания.

Основными требованиями конструкции выпускаемого узла являются:

- минимальный вес;
- компактность;
- высокий КПД;
- постоянство выходных параметров электрической схемы.

По принципу работы токосъемник представляет собой систему со скользящими контактами между щетками и кольцами, посредством которой питание током передается от неподвижного источника к вращающимся потребителям.

Кронштейн изделия является основной базовой деталью электромашины, на которой базируются все остальные сборочные узлы и детали.

Кронштейн изготавливается из алюминиевого сплава АК7ч и имеет ряд специфических особенностей:

- кронштейн является тонкостенной деталью в результате чего возникает ряд трудностей при обработке на отдельных операциях;
- наличие массивных переходов по краям на торцах лап создает значительные трудности в получении заготовки;
- наличие глухих резьбовых отверстий затрудняет их обработку;
- кронштейн имеет жесткие требования для отверстий под посадочные места под подшипники, а конструктивные особенности не позволяют обрабатывать их с одной установки;

- биение поверхностей относительно друг друга и перпендикулярность жестко ограничены до 0,05мм

Все перечисленные выше требования требуют внимательного подхода к каждой операции, особенно при выборе установочных баз и режимов резания, а также повышенные требования к точности зажимных приспособлений.

## 1.2 Программа запуска, эффективный фонд рабочего времени оборудования и обоснование типа производства

Определяем программу запуска по формуле:

$$N_3 = N_B \left( \frac{100}{100 - \alpha_{oc}} \right), \quad (1.1)$$

где  $N_B$  – программа выпуска;  $N_B=10000$  штук;

$\alpha_{oc}$  – процент отсева изделий по технологическим причинам

$\alpha_{oc}=(0,3 \dots 0,6)$

тогда:

$$N_3 = 10000 \cdot \left( \frac{100}{100 - 0,5} \right) = 10050 \text{ (шт)}$$

Тип производства определяем по коэффициенту серийности:

$$k_c = \frac{r}{t_{шт.ср}} \quad (1.2)$$

где  $r$  – такт поточной линии, мин;

$t_{шт.ср}$  – среднее-штучное время по участку, мин;

Такт поточной линии можно определить по формуле:

$$r = \frac{60 \cdot F_{\partial}}{N_3}, \quad (1.3)$$

где  $F_{\partial}$  – эффективный фонд времени работы производственного оборудования, час;

Для двухсменной работы принимаем  $F_{\partial}=4015$  часов.

$$r = \frac{60 \cdot 4015}{10050} = 23,97 \text{ мин}$$

Среднее штучное время по участку определяем по формуле:

$$t_{um.ср.} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{um.i}}{m}, \quad (1.4)$$

где  $t_{um.i}$  – штучное время на  $i$  операции;

$m$  – количество операций;

$$t_{um.ср.} = \frac{39,45}{13} = 3,03 \text{ мин (мин)}$$

Коэффициент серийности:

$$k_c = \frac{23,97}{3,03} = 7,9.$$

Т.к. в нашем случае  $5 < k_c < 10$ , то производство среднесерийное.



### 1.3 Задание на проектирование

В работе необходимо выполнить проект механического участка по производству кронштейна токосъемника.

Разработать технологический процесс механической обработки кронштейна.

Технические условия на объект производства:

- кронштейн токосъемника должен соответствовать требованиям ТУ (технических условий) и конструкторской документации;
- участок должен соответствовать и отвечать нормам техники безопасности. Допустимые нормы санитарно-гигиенических факторов по действующим ГОСТам и техническим условиям для предприятий.
- заводские данные по проектируемому объекту:
  - заводская программа выпуска 10000 штук;
  - базовый технологический процесс;
  - трудоемкость изготовления щита.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Анализ технологичности детали

Требование технологичности детали предусматривает такое проектирование, которое при соблюдении всех эксплуатационных качеств обеспечивает минимальную трудоемкость изготовления детали, минимальную материалоемкость и себестоимость детали без ущерба ее служебного назначения, а также быстрого освоения серийного выпуска изделий на базе применения новых методов обработки.

Технологический анализ конструкции обеспечивает улучшение технико-экономических показателей разрабатываемого технологического процесса.

Деталь «Кронштейн» представляет собой отливку цилиндрической формы, выполненную из АК7<sub>ч</sub> ГОСТ1583-93. Сплав хорошо обрабатывается и имеет высокие механические и антикоррозионные свойства.

Сплав относится ко 2-ой группе алюминиевых сплавов и применяется для изготовления сложных по конфигурации изделий. Отливка проста по конфигурации, но требует стержневой формовки для образования внутренних полостей.

Конструкция детали имеет хорошие базовые поверхности.

В целом деталь является технологичной и это позволяет использовать прогрессивное оборудование и высокопроизводительные режимы обработки.

### 2.2 Обоснование выбора заготовки

Существует много способов получения заготовки:

- 1) литье в землю;
- 2) литье под давлением;
- 3) литье в кокиль;
- 4) литье по выплавляемым моделям.

Из этих способов два являются наиболее производительными и рациональными методами: это литье в кокиль и литье под давлением.

Литье под давлением по технологическим и экономическим показателям занимает ведущее место среди способов получения отливок, т.к. при наибольшем приближении формы и размеров отливки к готовой детали, высокой точности и чистоте поверхности этот способ обеспечивает и наиболее высокий уровень производительности труда, возможность полной автоматизации технологического процесса.

Литьем под давлением изготавливают сложные тонкостенные отливки. Как правило, детали полученные литьем под давлением не подвергают механической обработке, за исключением посадочных мест. Прочность отливок при литье под давлением на 15-20% превышает прочность отливок из того же сплава, изготовленных литьем в песчано-глинистые формы.

Пластичные свойства отливок несколько снижаются, т.к. в процессе заполнения формы металлом воздух, находящийся в форме и газы, образующиеся от сгорания смазки, создают газовоздушную пористость в добавление к тому количеству газов, которое находится в металле в растворенном состоянии.

Газовоздушная пористость уменьшает плотность и герметичность отливок.

К недостаткам способа литья под давлением относятся:

- высокая стоимость пресс форм, сложность и длительность изготовления;
- трудность выполнения отливок со сложными полостями и поднутрениями.

Учитывая эти недостатки и изучив конструкцию детали, данный способ не дает возможности изготавливать деталь «Кронштейн» литьем под давлением. Другие способы получения заготовки являются не экономичными, т.к. заготовки по внешнему виду не удовлетворяют требуемому качеству. Заготовка при этом имеет большие припуски на механическую обработку.

Поэтому метод получения заготовки принимаем аналогичным существующему на данном предприятии – литье в кокиль.

Литье в кокиль экономически целесообразно применять в условиях серийного производства. Наибольшее распространение получили для литья в кокиль цветные сплавы, имеющие более низкую температуру плавления и более высокую стойкость форм.

Сплавы для фасонного литья должны обладать высокой жидкотекучестью, сравнительно небольшой усадкой, малой склонностью к образованию горячих трещин и пористости в сочетании с хорошими механическими свойствами, сопротивлением коррозии.

Этими свойствами обладают сплавы АК7<sub>4</sub> ГОСТ 1583-93.

Кронштейн выполняем из АК7<sub>4</sub> ГОСТ 1583-93 химический состав и механические свойства сплава АК7<sub>4</sub> представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Химический состав материала заготовки

Сплав	Mg	Si	Mn	Cu	Др. элементы	Вид термической обработки	Механические свойства		
	%						$\sigma_s$	$\sigma_{0,2}$	$\delta$
							МПа		%
АК7 <sub>4</sub>	0,2-0,4	6-8	-	-	$\leq 0,15Ti$	T4	200	140	5

Для реализации литья при заданных условиях выбираем кокильную однопозиционную машину марки 5944.

Техническая характеристика литьевой машины:

- размеры подкокильных плит.....630x500;
- минимальное расстояние между плитами.....500 мм;
- ход толкателей.....100мм;
- усилие раскрытия.....10000н;
- время холостого цикла.....15сек;
- производительность кронштейнов в час.....28 штук;
- масса получаемых отливок.....до 3 кг.

Данный способ получения заготовки совпадает с базовым проектом.

### 2.3 Технологический маршрут обработки и выбор баз

Кронштейн является основной базовой деталью, на котором монтируются все остальные узлы. Конструкторскими базами являются посадочные места подшипниковых узлов и  $\varnothing 146H7 \varnothing 127F8$ .

Так как конструкция детали не позволяет обрабатывать все поверхности с одной установки, то при проектировании техпроцесса нужны вспомогательные технологические базы. Анализируя конструкцию детали легко прийти к выводу, что наиболее удобной базой, от которой нужно вести техпроцесс является сквозное отверстие  $\varnothing 78$ . Технологический маршрут обработки представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Технологический маршрут обработки

№опер.	Наименование операции	Базы	Тип оборудования
005	Токарная с ЧПУ	1,2	АТПР2М12
010	Токарная с ЧПУ	3,4	АТПР2М12
015	Токарная с ЧПУ	3,2	АТПР2М12
020	Токарная с ЧПУ	5,6	АТПР2М12
025	Многоцелевая с ЧПУ	4,7,8,	МС12-250
030	Фрезерная с ЧПУ	2,7,9,	ФП-4
035	Фрезерная с ЧПУ	3,4	ФП-4
040	Агрегатная	11,3	Агрегатный станок
045	Сверлильная с ЧПУ	2,3,10	КС12-500
050	Сверлильная с ЧПУ	2,3,10	КС12-500
055	Токарная	5,6,9	1А240П
060	Токарная	2,7,9	1А240П

Исходя из принятого технологического маршрута, операции 005 и 010 являются подготовительными, на них производится подготовка

вспомогательных технологических баз. Чистовое растачивание конструкторских и сборочных баз вынесены на конечные операции 055 и 060, как наиболее трудоемкие, и обработка которых производится на точных полуавтоматах.

#### 2.4 Размерный анализ сборочной единицы

Размерный анализ сборочной единицы является одним из мероприятий, связанных с ее технологичностью. Проводя его, проверяем технические требования на сборку, а также допуски на входящие детали. Для нормальной работы токосъемника необходимо обеспечить зазор между кронштейном и подшипником. Учитывая небольшое расстояние между подшипниками температурные деформации вала отбрасываем. Зазор  $\Delta$  находим из условия сборки узла. Во избежание заклинивания шариков необходимо, чтобы зазор  $\Delta \geq 0$ . Для уточнения допуска выполним расчет размерных цепей.

Целью расчета является определение метода достижения точности замыкающего звена.

При выполнении размерного анализа учитываем положения ГОСТ 16319-80 «Расчет размерных цепей».

Для обеспечения нормальной работы узла токосъемника необходимо обеспечить минимальный зазор между кронштейном токосъемника и торцом подшипника для исключения заклинивания тел качения в подшипниках.

Расчет размерных цепей:

1. Составляем схему размерной цепи и выявляем по ней увеличивающие и уменьшающие звенья (рис.2.2).

Увеличивающие  $A_1, A_2$ ;

Уменьшающие  $A_3, A_4, A_5, \Delta$ .

Номинальные размеры составляющих звеньев представлены в таблице 2.3.

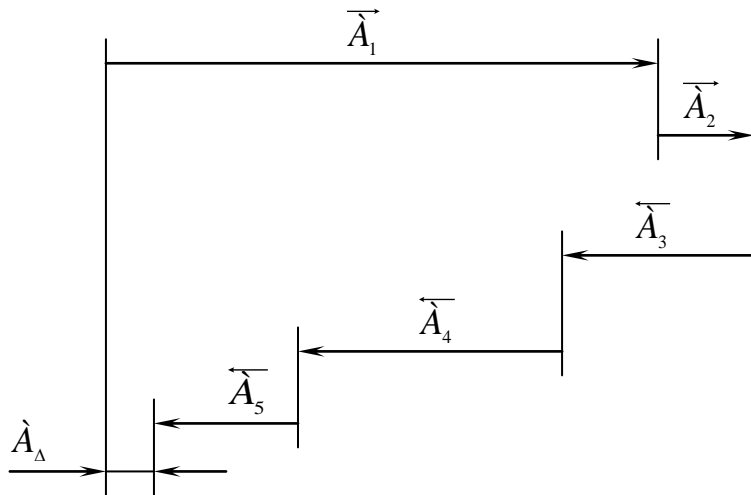


Рисунок 2.2 – Схема размерной цепи

Таблица 2.3 - Номинальные размеры составляющих звеньев

Звено	Номинал, $A_i, мм$	Допуск $TA_{\Delta}, мкм$	Предельные отклонения	
			$E_s, мм$	$E_i, мм$
$\overset{\sim}{A}_{1\acute{o}\acute{a}}$	64	200	+0,1	-0,100
$\overset{\sim}{A}_{2\acute{o}\acute{a}}$	2,5	200	0	-0,200
$\overset{\sim}{A}_{3\acute{o}\acute{i}}$	15	200	0	0,200
$A_{4yм}$	40	170	0	-0,170
$\overset{\sim}{A}_{5\acute{o}\acute{i}}$	11	100	0	-0,1 00
$A_{\Delta}$	0,5	870	+0,1	-0,770

2. Определяем поле допуска замыкающего звена

$$TA_{\Delta} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i, мм \quad (2.1)$$

$$TA_{\Delta} = (64 + 2,5) - (15 + 40 + 11) = 0,5 мм$$

3. Определяем номинальный размер замыкающего звена  $A_{\Delta}$  по формуле:

$$A_{\Delta} = \sum_{i=1}^n A_{iув.} - \sum_{k=1}^n A_{kум.}, мм \quad (2.2)$$

где  $A_{iув.}$  - увеличивающее звено;

$A_{iум.}$  - уменьшающее звено;

$$A_{\Delta} = (20,5 + 69,5 + 24) - (26 + 86,5 + 1,5) = 0 мм$$

4. Находим координату середины поля допуска замыкающего звена по формуле:

$$E_s(A_\Delta) = \sum_{j=1}^n E_s(A_{jy\phi.}) - \sum_{j=n+1}^{n+p} E_i(A_{jy\mu.}), \text{ мкм} \quad (2.3)$$

$$E_s(A_\Delta) = (0 - 100) - (-100 - 85 - 50) = 135 \text{ мкм}$$

5. Определяем верхнее и нижнее предельные отклонения замыкающего звена

$$E_s(A_\Delta) = E_s(A_\Delta) + \frac{TA_\Delta}{2}, \text{ мкм} \quad (2.4)$$

$$E_i(A_\Delta) = E_s(A_\Delta) - \frac{TA_\Delta}{2}, \text{ мкм} \quad (2.5)$$

$$E_s(A_\Delta) = 135 + \frac{870}{2} = 570 \text{ мкм}$$

$$E_i(A_\Delta) = 135 - \frac{870}{2} = -300 \text{ мкм.}$$

Таким образом, при заданных номинальных размерах и предельных отклонениях составляющих размеров, замыкающий размер должен быть выполнен

$$A_\Delta = 0,5_{-0,300}^{+0,570}.$$

6. Проверочный расчет замыкающего звена

$$A_\Delta^{\max} = \sum_{j=1}^n A_{jy\phi.}^{\max} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{jy\mu.}^{\max}, \text{ мм} \quad (2.6)$$

$$A_\Delta^{\min} = \sum_{j=1}^n A_{jy\phi.}^{\min} - \sum_{j=n+1}^{n+p} A_{jy\mu.}^{\max}, \text{ мм} \quad (2.7)$$

$$\hat{A}_\Delta^{\max} = (64,100 + 2,5) - (14,8 + 39,83 + 10,9) = 1,07 \text{ мм.}$$

$$\hat{A}_\Delta^{\min} = (63,9 + 2,3) - (15 + 40 + 11) = 0,2 \text{ мм}$$

Вывод: Замыкающий размер рассчитан правильно.

$$A_\Delta = 0,5_{-0,300}^{+0,570}.$$

Точность замыкающего звена обеспечивается методом полной взаимозаменяемости.



Результаты расчетов представлены в графической части дипломного проекта.

## 2.5 Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков на механическую обработку производим расчетно-аналитическим методом для отверстия кронштейна  $\varnothing 78^{+0,030}$ . Технологический маршрут обработки отверстия состоит из двух переходов: черного и чистового растачивания.

Суммарное значение  $R_z$  и  $T$ , характеризующее качество поверхности литых заготовок выбираем по таблице (табл.27[1]). Заготовка получена литьем в кокиль, класс точности 3,  $R_z = 200 \text{ мкм}$ ,  $T = 300 \text{ мкм}$ . Предварительное растачивание  $R_z = 50 \text{ мкм}$ ,  $T = 50 \text{ мкм}$ , окончательное растачивание  $R_z = 20 \text{ мкм}$ ,  $T = 25 \text{ мкм}$  (таблица 6[1]).

Суммарное значение пространственных отклонений для заготовки данного типа определяем по формуле

$$\rho_z = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2} \text{ мкм}, \quad (2.8)$$

где  $\rho_{кор}$  - коробление отверстия, мкм;

$\rho_{см}$  - смещение отверстия в отливке, мкм;

Коробление отверстия следует учитывать как в диаметральном, так и в осевом его сечении, следовательно:

$$\rho_{кор} = \sqrt{(\Delta k \cdot d)^2 + (\Delta k \cdot l)^2} \text{ мкм}, \quad (2.9)$$

где  $d, l$  - диаметр и длина обрабатываемого отверстия;

$$\rho_{кор} = \sqrt{(0,7 \cdot 80)^2 + (0,7 \cdot 63)^2} = 71 \text{ мкм}.$$

$\Delta k$  - удельная кривизна заготовки на 1 мм,  $\Delta k = 0,7$  (табл.30.[1]);

$\rho_{см} = \delta_B$  - смещение отверстия в отливке, мкм,  $\rho = 280$  (табл.31.[1]);

$$\rho_z = \sqrt{71^2 + 280^2} = 282 \text{ мкм}.$$

Величина остаточного пространственного отклонения после чернового растачивания

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3, \text{ мкм} \quad (2.10)$$

$$\rho_1 = 0,05 \cdot 282 = 15 \text{ мкм.}$$

Погрешность установки при предварительном растачивании

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} \text{ мкм}, \quad (2.11)$$

где  $\varepsilon_B$  – погрешность базирования в самоцентрирующем патроне с базированием по торцу, мкм,  $\varepsilon_B = 0$  (табл.36[1]);

$\varepsilon_3$  - погрешность закрепления, мкм,  $\varepsilon_3 = 110$  (табл.40[1]);

$$\varepsilon_1 = \sqrt{0 + 110^2} = 110 \text{ мкм.}$$

Остаточная погрешность установки при чистовом растачивании

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1 + \varepsilon_{\text{инд}} \text{ мкм} \quad (2.12)$$

где  $\varepsilon_{\text{инд}} = 0$ , так как черновое и чистовое растачивание производится в одной установке;

$$\varepsilon_2 = 0,05\varepsilon_1, \quad (2.13)$$

$$\varepsilon_2 = 0,05 \cdot 110 = 5,5 \text{ мкм.}$$

Рассчитываем минимальные значения межоперационных припусков, пользуясь основной формулой:

$$2Z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1} + \varepsilon_i^2}) \text{ мкм} \quad (2.14)$$

Минимальный припуск:

- под растачивание предварительное

$$2Z_{\min 1} = 2(200 + 300 + \sqrt{282^2 + 110^2}) = 2 \cdot 1000 \text{ мкм.}$$

- под растачивание окончательное

$$2Z_{\min 2} = 2(30 + \sqrt{5,5^2 + 15^2}) = 2 \cdot 116 \text{ мкм.}$$

По результатам полученных данных заполняем таблицу 2.4.

Графа «Расчетный размер»  $d_p$  (см. табл.2.4.) заполняется начиная с конечного (чертежного) размера последовательным вычитанием расчетного минимального припуска каждого технологического перехода.

Таким образом, для чистового растачивания наибольший предельный размер  $78^{+0,030} = 78,030$ , а наименьший 78,0.

Для чернового растачивания наибольший предельный размер

$$d_{p1} = 78,030 - 0,232 = 77,80 \text{ мм}$$

Для заготовки

$$d_{p2} = 77,8 - 2,0 = 75,8 \text{ мм}$$

Значения допусков каждого перехода принимаем по таблицам в соответствии с качеством точности того или иного вида обработки. Так для чистового растачивания допуск составляет 30 мкм (по чертежу). Для чернового растачивания  $\delta = 170 \text{ мкм}$ ; допуск на отверстие в отливке 3-го класса точности по ГОСТ 1855-85 составляет  $\delta = 270 \text{ мкм}$ .

В графе «Предельный размер» наибольшее значение ( $d_{max}$ ) получается по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода.

Наименьшие предельные размеры ( $d_{min}$ ) определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов. Так, для окончательного растачивания наибольший предельный размер  $d_{max} = 78,030 \text{ мм}$ , наименьший  $d_{min} = 78,0 \text{ мм}$

Для заготовки наибольший  $d_{max} = 76,07 \text{ мм}$ ,  $d_{min} = 75,8 \text{ мм}$ .

Минимальные предельные значения припусков  $2Z_{min}^{np}$  равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальное значение  $2Z_{max}^{np}$  - разности наименьших предельных размеров. Тогда для окончательного растачивания получаем

$$2Z_{min2}^{np} = 78 - 77,800 = 0,200 = 200 \text{ мкм}$$
$$2Z_{max2}^{np} = 78,030 - 77,96 = 0,070 \text{ мкм}.$$

Для предварительного растачивания получаем

$$2Z_{\min 1}^{np} = 77,80 - 75,8 = 2,0 \text{ мм} = 2000 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\max 1}^{np} = 77,96 - 76,07 = 1,89 \text{ мкм}.$$

Производим проверку правильности выполненных расчетов:

$$Z_{\max 2}^{np} - Z_{\min}^{np} = 170 - 40 = 130 \text{ мкм};$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 170 - 74 = 130 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 1}^{np} - Z_{\min 1}^{np} = 2000 - 1890 = 110 \text{ мкм}$$

$$\delta_3 - \delta_1 = 270 - 160 = 110 \text{ мкм}$$

Полученные результаты сводим в таблицу 2.4

Таблица 2.4 - Расчет припусков и предельных отклонений по технологическим переходам на обработку отверстия кронштейна диаметром 78мм

Тех. перех. обработ. отверстие. $\varnothing 78^{+0,03}$	Элементы припуска, мкм				Расчет. припус к мкм	Расч. разм. $d_p$ мкм	Доп. $\delta$ мкм	Предельный размер, мм		Пред.значен. припусков, мкм	
	$R_z$	T	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$
1.Загот.	200	300	282	-	-	75,8	270	75,8	76,07	-	-
2.Раст. предв.	50	50	15	110	2·1000	77,80	160	77,80	77,96	1890	2000
Оконч.	20	25	-	4,5	2·116	78,03	30	78	78,03	70	200
ИТОГО										1930	2200

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке отверстия  $\varnothing 78^{+0,030}$  (см. рис. 2.2)

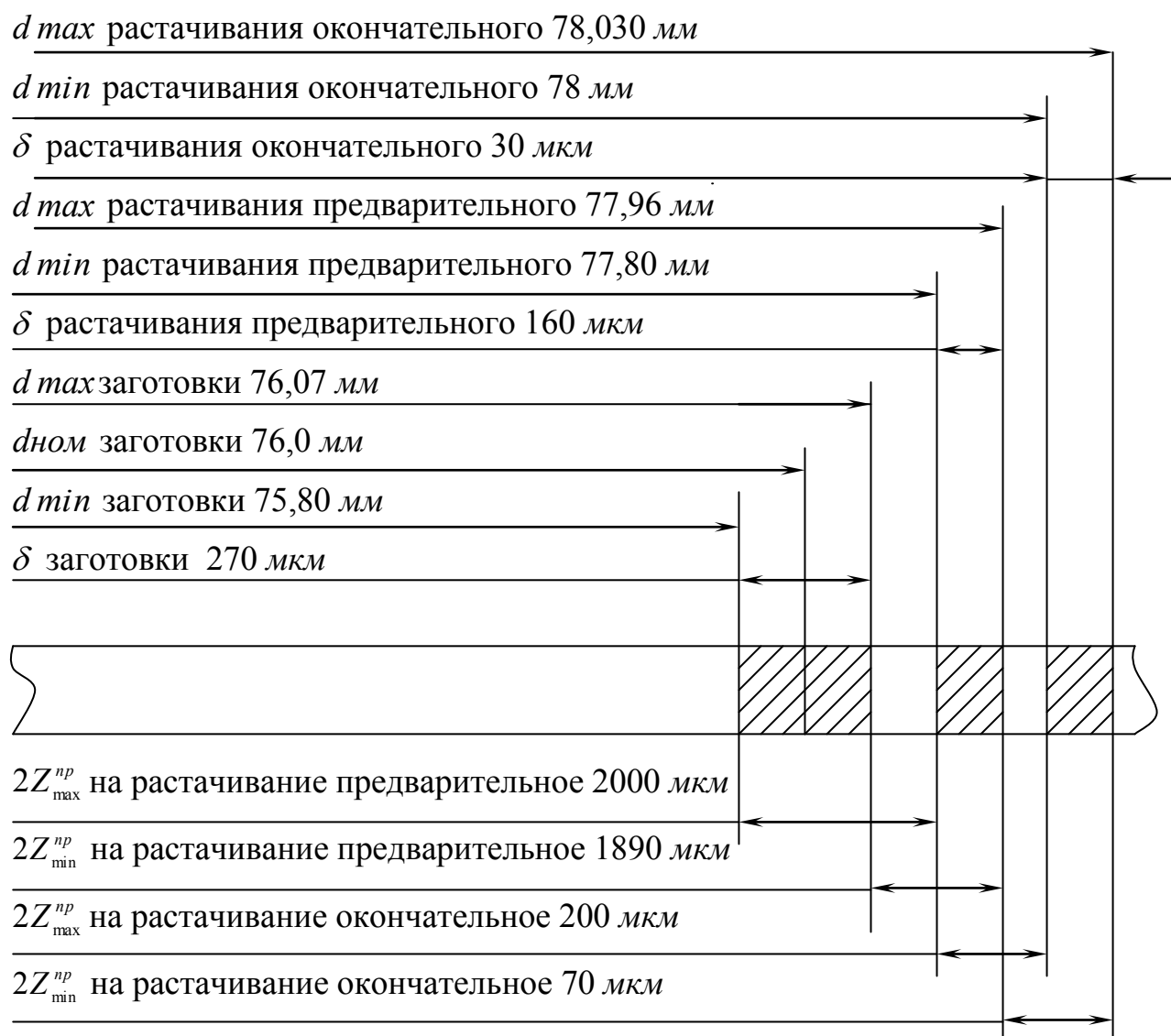


Рисунок 2.2 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия  $\varnothing 78^{+0,030}$

## 2.6 Расчет режимов резания

Режимы резания, устанавливаемые при обработке деталей, являются одним из главных факторов технологического процесса.

Режимы резания выбираются таким образом, чтобы при наименьшей себестоимости данной технологической операции была достигнута наибольшая производительность труда. Данные по режимам резания вносим в операционную карту обработки ГОСТ 31404-86.

## Операция 010 «Токарная с ЧПУ»

Обработка ведется на станке модели АТПР 2М12. Подрезать торец  $\varnothing 320$  мм, выдерживая диаметр  $\varnothing 112$  мм, резцом ВК8 2122-0053 ГОСТ 18800-73.

Глубина резания  $t = 2$  мм

1) Выбираем подачу по таблице 12[3]

$$S_1 = 0,20 \dots 0,35 \text{ мм/об} .$$

Корректируем с паспортными данными станка и принимаем

$$S_1 = 0,32 \text{ мм/об} .$$

2) Определяем скорость резания:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.15)$$

где  $t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$T$  – период стойкости, мин;

$K_v$  – поправочный коэффициент на скорость резания.

Значение коэффициента  $C_v$  и показателей степени выбираем по таблице 28[2].

$$C_v = 328 ; \quad x = 0,2 ; \quad y = 0,5 ; \quad m = 0,28$$

Поправочный коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}, \quad (2.16)$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки. Выбираем из таблицы 4 [2]  $K_{MV} = 1$ ;

$K_{PV}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности. Выбираем из таблицы 5[2]  $K_{PV} = 0,9$ ;

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента. Выбираем из таблицы 6[2]  $K_{IV} = 1,3$ .

$$K_v = 1 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 1,17.$$

Тогда

$$v_1 = \frac{328}{60^{0,28} \cdot 2^{0,12} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 1,17 = 246 \text{ м/мин}.$$

3) Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (2.17)$$

где  $v$  – скорость резания, *м/мин*;

$D$  – диаметр, обрабатываемого отверстия, *мм*.

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 246}{3,14 \cdot 320} = 245 \text{ об/мин}.$$

Корректируем  $n_1$  с паспортными данными станка, принимаем  $n_1 = 470 \text{ об/мин}$ , тогда действительная скорость резания.

$$v_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}, \quad (2.18)$$

где  $D$  – диаметр, обрабатываемого отверстия, *мм*;

$n$  – частота вращения шпинделя (из паспортных данных);

$$v_{d1} = \frac{3,14 \cdot 320 \cdot 470}{1000} = 250 \text{ м/мин}.$$

4) Определяем силу резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

где  $t$  – глубина резания, *мм*;

$S$  – подача, *мм/об*;

$v$  – действительная скорость резания, *м/мин*;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий реальные условия резания.

Значения коэффициента  $C_p$  и показатели степени выбираем из таблицы 22[2].

$$C_p = 40; \quad x = 1; \quad y = 0,75; \quad m = 0$$

Определяем поправочный коэффициент

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.20)$$

где  $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$  – поправочные коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента; их произведение равно 1.

$K_{MP}$  - коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала.

$$K_{MP} = \left( \frac{HB}{60} \right)^n, \quad (2.21)$$

где  $n$  - показатель степени, выбираем из таблицы 9 [2],  $n = 0,4$ .

$$K_{MP} = \left( \frac{50}{60} \right)^{0,4} = 0,93.$$

Тогда,  $P_{z1} = 10 \cdot 40 \cdot 2^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 0,93 = 297,6H$

5) Определяем эффективную мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \quad (2.22)$$

где  $P_z$  – сила резания,  $H$ ;

$v$  – действительная скорость резания,  $м/мин$ .

$$N_1 = \frac{297,6 \cdot 250}{1020 \cdot 60} = 1,21кВт.$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо выполнить условие  $N_{рез} \leq N_{ун}$ . Мощность на шпинделе станка

$$N_{ун} = N_{\delta} \cdot \eta, кВт \quad (2.23)$$

У станка АТПР 2М12  $N_{\delta} = 8,2кВт$ , а  $\eta = 0,8$ .

$$N_{ун} = 8,2 \cdot 0,8 = 6,48кВт$$

$$N_{рез} = 1,21кВт < 6,48кВт = N_{ун}$$

Следовательно, обработка возможна.

6) Основное время



$$T_o = \frac{L}{n \cdot S}, \text{мин} \quad (2.24)$$

где  $L$  - величина перемещения резца, мм ;

$$L = l + y + x, \text{мм} \quad (2.25)$$

где  $l$  – длина обработки, мм,  $l=93$  мм;

$y$  – величина врезания,  $y=0$  мм;

$x$  – величина перебега, мм,  $x=0$ ;

$$L = l + y + x, \text{м} \quad (2.26)$$

$$T_o = \frac{93}{450 \cdot 0,32} = 1,25 \text{мин.}$$

Операция 040

Переход 10[2]

- 1) Для обработки отверстия  $\varnothing 30$ мм принимаем комбинированный инструмент сверло - зенковка из быстрорежущей стали Р6М5  $\varnothing 30 \times 46$ .
- 2) Глубина резания при

$$t = 0,5 \cdot (D - d) \text{ мм.} \quad (2.27)$$

$$t = 0,5 \cdot (30 - 18) = 6 \text{ мм}$$

- 3) Подача  $S_0 = 0,45 \dots 0,55$  мм/об. (см. табл.25[2]). Корректируем по паспорту станка подачу и принимаем  $S_0 = 0,46$  мм/об.

- 4) Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v \quad (2.28)$$

$C_v$  – постоянная,  $C_v = 36,3$  (см. табл.28[2]);

$D$  – диаметр сверла,  $D = 30$ мм;

$T$  – стойкость сверла,  $T = 60$ мин (см. табл.30[2]);

$x = 0$ ;  $m = 0,125$ ;  $y = 0,55$ ;  $g = 0,25$  (см. табл.28.[2]);

$$V = \frac{36,3 \cdot 30^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,46^{0,55}} \cdot 1 = 45,6 \text{ м/мин.}$$

5) Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot 45,6}{3,14 \cdot 30} = 477,7 \text{ об / мин.}$$

6) Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем

$$n = 450 \text{ об / мин.}$$

7) Определяем действительную скорость резания

$$V_{\partial} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 450}{1000} = 43 \text{ м / мин.}$$

8) Крутящий момент,  $H \cdot м$  на шпинделе и осевую силу рассчитываем по формулам

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, H \cdot м \quad (2.29)$$

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, H \quad (2.30)$$

где  $C_m, C_p, q, y, p$  – значения коэффициентов и показателей степеней (см. табл.32.[2]);

Для момента

$$C_m = 0,005; \quad q = 2,0; \quad y = 0,8;$$

Для силы резания

$$C_p = 9,8; \quad q = 1,0; \quad y = 0,7;$$

$D$  – диаметр сверла, мм,  $D=30$ ;

$K_p$  – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки, зависит только от материала обрабатываемой заготовки и определяется выражением  $K_p = K_{mp} = 1$ , (см. табл.10[2]);

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 0,46^{0,8} \cdot 30^2 \cdot 1 = 25,8 \text{ Н} \cdot м$$

$$P_o = 10 \cdot 9,8 \cdot 30^{1,0} \cdot 0,46^{0,7} \cdot 1 = 1822 \text{ Н}$$

9) Мощность резания (эффективная), кВт

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}, \quad (2.31)$$

где  $n$  - частота вращения инструмента, *об/мин*;

$$N_{рез} = \frac{25,8 \cdot 450}{9750} = 1,19 \text{ кВт}.$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо выполнить условие  $N_{рез} \leq N_{ун}$ . Мощность на шпинделе станка

$$N_{ун} = N_o \cdot \eta, \text{ кВт} \quad (2.32)$$

У станка МС12-250  $N_o = 12,3 \text{ кВт}$ , а  $\eta = 0,8$ .

$$N_{ун} = 12,3 \cdot 0,8 = 9,84 \text{ кВт}$$

$$N_{рез} = 1,19 \text{ кВт} < 9,84 \text{ кВт} = N_{ун}$$

Следовательно, обработка возможна.

10) Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ мин}$$

где  $L$  - величина перемещения сверла, *мм*

$$L = l + y + x, \text{ мм}$$

где  $l$  - длина обработки, *мм*,  $l = 19$ ;

$y$  - величина врезания, *мм*. При одинарной заточке сверла

$$y = 0,2 \cdot D, \text{ мм}. \quad (2.33)$$

$$y = 0,2 \cdot 30 = 6 \text{ мм};$$

$x$  - величина перебега,  $x = 1,5 \text{ мм}$ ;

$$L = 19 + 6 + 1,5 = 26,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{26,5}{450 \cdot 0,46} = 0,178 \text{ мин}$$

Переход 20[2]

- 1) Для обработки отверстия  $\varnothing 2,6$  мм используем инструмент сверло из быстрорежущей стали Р6М5  $\varnothing 2,6$  мм.
- 2) Глубина резания  $t = 1,3$  мм.
- 3) Подача  $S_0 = 0,12 \dots 0,18$  мм/об. (см. табл.25[2]).

Корректируем по паспорту станка и принимаем  $S_0 = 0,1$  мм/об.

- 4) Скорость резания определяем по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.34)$$

где  $C_v$  - постоянная,  $C_v = 23,2$  (см.табл.28[2]);

$D$  - диаметр сверла,  $D = 2,6$  мм;

$T$  - стойкость сверла,  $T = 60$  мин(см.табл.30[2]);

$x = 0,1$ ;  $m = 0,3$ ;  $y = 0,5$ ;  $g = 0,2$  (см. табл.28.[2]);

$$V = \frac{23,2 \cdot 2,6^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 1,3^{0,1} \cdot 0,1^{0,5}} \cdot 1 = 16,73 \text{ м / мин.}$$

- 5) Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 16,73}{3,14 \cdot 2,6} = 2049 \text{ об / мин.}$$

- 6) Корректируем частоту вращения шпинделя по паспорту станка и принимаем  $n = 2000$  об / мин.

- 7) Определяем действительную скорость резания

$$V_o = \frac{3,14 \cdot 2,6 \cdot 2000}{1000} = 16 \text{ м / мин}$$

- 8) Крутящий момент,  $H \cdot м$  на шпинделе.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, H \cdot м$$

где  $C_p, x, y$  – значения коэффициентов и показателей степеней (см. табл.22.[2]);

$$C_p = 40; \quad x = 1,0; \quad y = 0,75$$

$D$  – диаметр сверла, мм,  $D=2,6$ ;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,005 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 2,6^2 \cdot 1 = 0,054 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

9) Мощность резания (эффективная), кВт

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750},$$

где  $n$  - частота вращения инструмента, об/мин ,

$$N_{рез} = \frac{0,054 \cdot 2000}{9750} = 0,011 \text{ кВт}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. Необходимо выполнить условие  $N_{рез} \leq N_{ун}$ . Мощность на шпинделе станка

$$N_{ун} = N_{\delta} \cdot \eta, \text{ кВт}$$

У станка МС12-250  $N_{\delta} = 12,3 \text{ кВт}$ , а  $\eta = 0,8$ .

$$N_{ун} = 12,3 \cdot 0,8 = 9,84 \text{ кВт}$$

$$0,011 \text{ кВт} < 9,84 \text{ кВт}$$

Следовательно, обработка возможна.

10) Основное время

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o}, \text{ мин}$$

где  $L$  - величина перемещения сверла, мм

$$L = l + y + x, \text{ мм}$$

где  $l$  - длина обработки, мм,  $l = 9$ ; При одинарной заточке сверла

$$y = 0,2 \cdot 2,6 = 0,52 \text{ мм};$$

$y$  - величина врезания, мм;

$x$  - величина перебега,  $x = 0$  мм;

$$T_o = \frac{9 + 0,52}{2000 \cdot 0,1} = 0,047 \text{ мин}.$$

## 2.7 Техническое нормирование

## Определение норм времени на операцию 040 Многоцелевая с ЧПУ.

### 1) Определение времени на управление станком.

$$T_{упр.} = t_1 + t_2 + t_3, \text{ мин}, \quad (2.35)$$

где  $t_1$  - время на включение и выключение станка, мин,  $t_1 = 0,04$ ;

$t_2$  - время на открывание заградительного щита и закрывание, мин,  $t_2 = 0,03$ ;

$t_3$  - время на включение пульта лентопротяжного механизма и выключение, мин,  $t_3 = 0,04$ .

Получаем время на управление станком:

$$T_{упр.} = 0,04 + 0,03 + 0,04 = 0,11 \text{ мин.}$$

### 2) Определение времени на контрольные измерения:

$$T_{КОНТР} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5, \text{ мин} \quad (2.36)$$

где  $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$  - время измерения детали в зависимости от измерительного инструмента и длины измеряемой поверхности, мин.

Получаем:

$$T_{КОНТР.} = 0,08 + 0,025 + 0,6 + 0,28 + 0,04 = 1,03 \text{ мин.}$$

3) Время активного наблюдения принимается равным 5% от времени цикла (согласно нормативов). Время цикла определяется на входе составления управляющей программы на станок в зависимости от режимов резания. Принимаем

$$\begin{aligned} T_{цикла} &= 6 \text{ мин.}, \\ T_а &= T_о, \end{aligned} \quad (2.37)$$

где  $T_о$  - основное время;

$T_а$  - время цикла.

Получаем время активного наблюдения:

$$T_а = 0,05 \cdot 6 = 0,3 \text{ мин.}$$

### 4) Определяем время переходов

Время переходов принимается 0,15 мин на 1 метр пути.

Получаем  $T_{пер} = 0,15$  мин.

5) Перекрываемое время занятости рабочего на данном станке

$$T_{з.р} = T_{констр} + T_a + T_{пер}, \text{ мин}, \quad (2.38)$$

$$T_{з.р.} = 1,03 + 0,3 + 0,15 = 1,48 \text{ мин.}$$

6) Определяем машинное свободное время

$$T_{м.с.} = T_m - T_{з.р.}, \text{ мм}; \quad (2.39)$$

где  $T_{м.с.}$  - машинное свободное время, мин.;

$T_m$  - машинное время или  $T_0$  - основное время,  $T_m = 5,93$  мин;

$T_{з.р} = 1,58$  мин.

$$T_{м.с.} = 5,93 - 1,48 = 4,45 \text{ мин.}$$

7) Определяем время занятости рабочего.

Время на установку детали в специальное приспособление

$$T_{уст.} = (t' + t'') \cdot K, \text{ мин} \quad (2.40)$$

где  $t'$  - время на установку детали в приспособление,  $t' = 0,13$  мин.;

$t''$  - время на установку детали в приспособление в зависимости от способа крепления,  $t'' = 0,2$  мин.

$K$  - коэффициент, зависящий от вида обрабатываемого материала,  $K = 1,1$  - для легких сплавов (карта 7[7]).

Получаем

$$T_{уст.} = (0,13 + 0,2) \cdot 1,1 = 0,473 \text{ мин.}$$

Время занятости рабочего

$$T_{зр} = 0,473 + 1,48 = 1,953 \text{ мин.}$$

8) Определяем количество обслуживаемых станков при работе на станках-дублерах, время которых равно или кратно свободному машинному времени и времени занятости рабочего, по формуле:

$$n = \frac{T_{м.с.} \cdot K_d}{T_{з.р}} + 1, \text{ шт} \quad (2.41)$$

где  $K_o$  - коэффициент, учитывающий возможные отклонения вспомогательного времени от принятых значений  $K_o=0,8$  (Табл.1[8]);

Получаем количество обслуживаемых станков:

$$n = \frac{4,45 \cdot 0,8}{1,953} + 1 = 4 \text{ шт.}$$

9) Определяем штучное время:

$$T_{шт} = T_{он} + T_{орг} + T_{тех} + T_{отд.л}, \text{ мин.} \quad (2.42)$$

где  $T_{шт}$  - штучное время, мин.;

$T_{он}$  - оперативное время, мин.;

$T_{тех}$  - время технического обслуживания рабочего места, мин.;

$T_{отд.л}$  - время на отдых и личные надобности.;

$$T_{он} = T_o + T_{уст.}, \text{ мин.} \quad (2.43)$$

Получаем

$$T_{он} = 5,93 + 0,473 = 6,103 \text{ мин.}$$

$T_{орг}, T_{тех}, T_{обсл}$  - берется нормативное [8] 12% от  $T_{он}$ .

$$T_{шт.} = 6,103 + 0,676 = 6,78 \text{ мин.}$$

10) Определяем подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{нз} = t_1 + t_2 + t_3, \text{ мин} \quad (2.44)$$

где  $t_1$  - время на получение наряда, чертежа, режущего инструмента, заготовки до начала и сдача их после окончания обработки партии,

$t_1 = 7 \text{ мин}$  (карта 11, поз.1[7]);

$t_2$  - время на ознакомление с работой, чертежом, осмотр заготовки;

$t_2 = 2 \text{ мин}$  (карта 11, поз.2[7]);

$t_3$  - время на инструктаж мастера;

$t_3 = 3 \text{ мин}$  (карта 11 поз.3[7]);



Получаем

$$T_{nz} = t_1 + t_2 + t_3 = 7 + 2 + 3 = 12 \text{ мин.}$$

11) Определяем норму выработки с одного станка за смену по формуле:

$$H_e = \frac{T_{см}}{T_{шт} \cdot n}, \text{ шт} \quad (2.45)$$

где  $T_{см}$  - продолжительность смены, мин;

$$H_e = \frac{480}{6,78 \cdot 3} = 23,5 \text{ шт.}$$

## 2.8 Планировка участка

### 2.8.1 Расчет производственной площади

Расчет производственной площади определяется исходя из норм удельной площади и количества станков на линии.

$$F = \sum_{i=1}^k q_{сп} \cdot f_i, \text{ м}^2 \quad (2.46)$$

где  $q_{сп}$  - количество станков  $i$ -ой группы;

$f_i$  - удельная площадь на один станок;

$k$  - количество групп станков;

Определяем площадь занимаемую оборудованием:

1. Токарный станок с ЧПУ модели АТПР 2М12	13,14м <sup>2</sup>	4 шт.;
2. Многоцелевой станок с ЧПУ модели МС 12-250	9 м <sup>2</sup>	4 шт.;
3. Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ФП-4	1,18м <sup>2</sup>	2 шт.;
4. Координатно-сверлильный станок модели КС12-500	5,5м <sup>2</sup>	3 шт.;
5. Токарный п/а модели 1А240П	2,04м <sup>2</sup>	2шт.;

$$F = 4 \cdot 4,5 \cdot 2,92 + 4 \cdot 3,6 \cdot 2,5 + 2 \cdot 1,01 \cdot 1,17 + 3 \cdot 2,5 \cdot 2,2 + 2 \cdot 1,7 \cdot 1,2 + \\ + 1 \cdot 3,2 \cdot 1,7 = 117 \text{ м}^2$$

Площадь контрольного места

$$F_{\text{кон}} = \varphi_{\text{кон}} \cdot n \cdot i, \quad (2.47)$$

где  $\varphi_{\text{кон}}$  - площадь на одно рабочее место контролера, принимаем  $\varphi_{\text{кон}} = 5 \text{ м}^2$ ;

$n$  - количество рабочих мест;

$i$  - коэффициент использования площади,  $i = 1,3 \dots 1,75$ ;

Принимаем  $i = 1,4$ ;

$$F_{\text{кон}} = 5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 6 \text{ м}^2$$

Площадь участка для слесаря – наладчика, принимаем

$$F_{\text{сл}} = \varphi_{\text{сл}} \cdot n \cdot i, \text{ м}^2 \quad (2.48)$$

где  $\varphi$  - площадь участка для слесаря – наладчика, принимаем  $5 \text{ м}^2$ ;

$n$  - количество рабочих мест,  $n = 1$ ;

$i$  - коэффициент использования площади,  $i = 1,3 \dots 1,75$ , принимаем  $i = 1,4$ ;

$$F_{\text{сл}} = 5 \cdot 1,4 \cdot 1 = 6 \text{ м}^2.$$

Площадь склада заготовок и готовой продукции, принимаем

$$F_{\text{скл.заг.}} = 18 \text{ м}^2,$$

$$F_{\text{скл.гот.прод.}} = 18 \text{ м}^2.$$

Площадь занимаемая рабочим местом мастера  $F = 6 \text{ м}^2$ .

Таким образом общая площадь участка, с учетом всех проемов, проездов, проходов и складочных мест заготовок и деталей, а также коэффициента  $R = 2,2$  с учетом удобства эксплуатации станков, составляет

$$F = (117 + 6 + 6 + 6 + 18 + 18) \cdot 2,2 = 325 \text{ м}^2$$

## 2.8.2 Планировка

При проектировании механического участка предусмотрена возможность последовательного прохождения заготовки по стадиям обработки, с учетом максимального использования рабочей площади с соблюдением требований охраны труда и техники безопасности. Планировка разработана с учетом нормального хода производства, т.е. его равномерности, поточности,

пропорциональности и возможности развития производства в перспективе его гибкости, создании условий для высокопроизводительного труда работающих, сокращения длительности его цикла, с учетом допустимых нагрузок на пол и перекрытия.

Планировка поточной линии должна отвечать принципу прямоточности, предусматривать возможность передачи деталей между рабочими местами по кратчайшему расстоянию. Для этого станки располагаем последовательно в соответствии с технологическими операциями обработки. Размещение оборудования осуществляем вдоль продольных пролетов. Применяем здание с сеткой колонн  $6 \times 12$  м. При планировании участка учитываем место для хранения заготовок и готовых деталей. Оборудование на участке расположено в два ряда.

Запас материалов должен быть невелик, так как назначение его – обеспечение регулярного снабжения рабочих мест. Склад оборудован штабелером. Заготовки хранятся на стеллажах в таре.

На рабочих местах станочников устанавливаем тумбочки для хранения инструмента.

Цветовую отделку потолков, стен, балок и других частей здания, а также технологического оборудования, осуществляем преимущественно светлыми тонами, обеспечивающими повышение освещенности рабочих мест за счет отраженного света от поверхности интерьера. В цехе для производственных рабочих и служащих предусматривается установка фонтанчиков с питьевой водой. В цехе имеются бытовые помещения с раздевалкой и душевой.

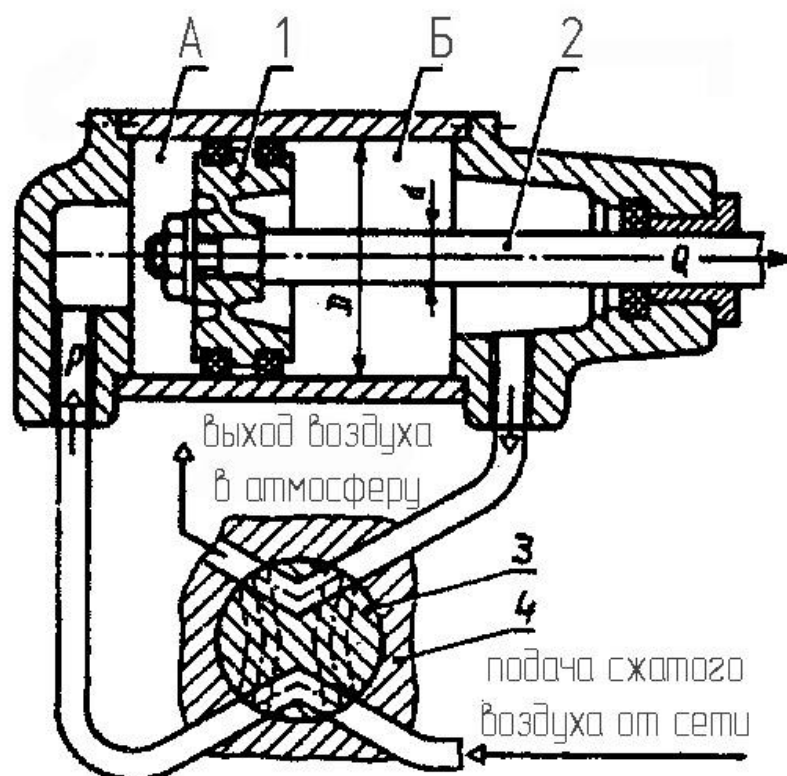
Планировка участка произведена с учетом требований техники безопасности и пожаропасности.

### 3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Проектирование станочного приспособления

Для многоцелевой операции 030, выполняемой на многоцелевом станке модели МС 12-250, спроектировано станочное приспособление с пневматическим поршневым приводом двустороннего действия. В поршневых приводах двустороннего действия сжатый воздух поочередно подается в обе полости А и Б пневмоцилиндра и перемещает поршень 1 со штоком 2 при разжиме и зажиме. Золотник 3 распределительного крана 4 при повороте рукоятки производит последовательную подачу сжатого воздуха в полость А и Б пневмоцилиндра и выпуск воздуха из полостей в атмосферу (см. рис 3.1).

Рисунок 3.1 - Поршневой привод двустороннего действия



При расчете пневмоприводов определяют осевую силу на штоке поршня, зависящую от диаметра пневмоцилиндра и давления сжатого воздуха в полостях его.

Расчет осевой силы  $Q$  для пневмоцилиндра двустороннего действия при давлении сжатого воздуха на поршень в бесштоковой полости:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta}{4} . \quad (3.1)$$

В штоковой полости

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta}{4} , \quad (3.2)$$

где  $D$  – диаметр пневмоцилиндра (поршня), см;

$d$  – диаметр штока поршня, см;

$p$  – давление сжатого воздуха, МПа,  $p = 0,6$ ;

$\eta = 0,85 \dots 0,89$  – к.п.д., учитывающий потери в пневмоцилиндре.

Тогда

$$Q = \frac{3,14 \cdot 16^2 \cdot 0,6 \cdot 0,85}{4} = 102H ,$$

$$Q_1 = \frac{3,14 \cdot (16^2 - 2^2) \cdot 0,6 \cdot 0,85}{4} = 100,8H .$$

### 3.2. Расчет и проектирование контрольного приспособления

Контрольное приспособление служит для замера радиального биения  $\varnothing 127_{-0,20}^{-0,08}$  и торца  $T$  относительно  $\varnothing 80_{+0,030}^0$  мм, которое должно быть не более 0,05 мм. Контроль осуществляется с помощью индикатора, закрепленного на штанге и находящегося в непосредственном соединении с электроконтактной приставкой со световым табло. Быстродействующее пневматическое приспособление с гидропластом – простое в обслуживании, обеспечивает достаточную точность, позволяет использовать его на рабочем месте станочника.

Отклонение от номинального диаметра размера фиксируется на индикаторе. Световое табло (красный и зеленые цвета) облегчает визуально контролировать отклонения от заданного размера.

Крепление заготовки осуществляется с помощью гидропласта через тонкостенную втулку. Установка приспособления на заданный размер осуществляется при помощи эталонного образца.

Надежность и правильность работы гидрооправки зависит от правильной конструкции и размеров центрирующей втулки и плунжера. Принцип действия приспособления с гидрорпластмассой основан на равномерной передаче давления гидропластмассы на центрирующие и зажимные элементы приспособления.

Расчет сводится к расчету центрирующей втулки.

Исходные данные для расчета:

$D=80^{+0,03}$  – диаметр базовой поверхности, в мм.

$t$  – толщина тонкостенной части втулки, в мм.

$l_p=18$  – длина тонкостенной части втулки, в мм.

$T=4$  – толщина опорных поясков, в мм.

$t_k=6$  – толщина втулки, в мм.

$\Delta S$  – наибольший зазор между базовой поверхностью втулки и замеряемой деталью.

$\delta$  – диаметральный натяг между опорными поясками втулки и кронштейном оправки.

$p$  – давление гидропластмассы, необходимое для деформации тонкостенной части центрирующей втулки.

$l_{\phi}$  – длина контактной поверхности втулки в ее рабочем положении.

Величина  $\Delta S$  выбирается из обязательного условия  $\Delta S < \Delta D$  обеспечивающего точное центрирование.

Величина  $\Delta D$  зависит от размера  $D$ , предела пропорциональности материала  $[\sigma_T]$  (E) для стали

$$\Delta D = \frac{\sigma_T}{E \cdot K}, \quad (3.3)$$

где  $K$  - коэффициент запаса прочности, равный отношению предела текучести к допускаемому напряжению при  $l_p < 0,3D$   $K=2$ .

Максимально допустимое приращение диаметра втулки будет равно:

$$\Delta D_{max} = 0,002D, \quad (3.4)$$

$$\Delta D_{max} = 0,002 \cdot 80 = 0,16 \text{ мм},$$

$\sigma_T = 8500$  МПа.

$E = 2,09 \cdot 10^6$  МПа.

$$\Delta D_{don} = \frac{8500 \cdot 8,0}{2,09 \cdot 10^6 \cdot 2} = 0,0162 \text{ см}.$$

Толщина цилиндрической оболочки втулки:

$$t = (0,03 \div 0,05) \frac{D}{2}, \quad (3.5)$$

$$t = 0,05 \frac{80}{2} = 2,0 \text{ мм}.$$

$$\Delta S = 0,030 + 0,075 = 0,105 \text{ мм},$$

где  $D = 80^{+0,03}$ ,  $\Delta S < \Delta D$ ,  $0,105 < 0,162$ .

Давление в полости втулки необходимое для установки и закрепления детали:

$$p = 1,25 \cdot \frac{\Delta D \cdot E \cdot t}{D^2 \cdot n}, \quad (3.6)$$

где  $n = \frac{l_p}{D}$ ,  $n = 0,187$ .

$$p = 1,25 \cdot \frac{0,0162 \cdot 2,09 \cdot 10^6 \cdot 0,2}{8^2 \cdot 0,187} = 65 \text{ Н}.$$

Сила, действующая на плунжер:

$$N = p \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (3.7)$$

$$N = 65 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 130,6H$$

Основные параметры тонкостенной втулки представлены на рис. 3.2.

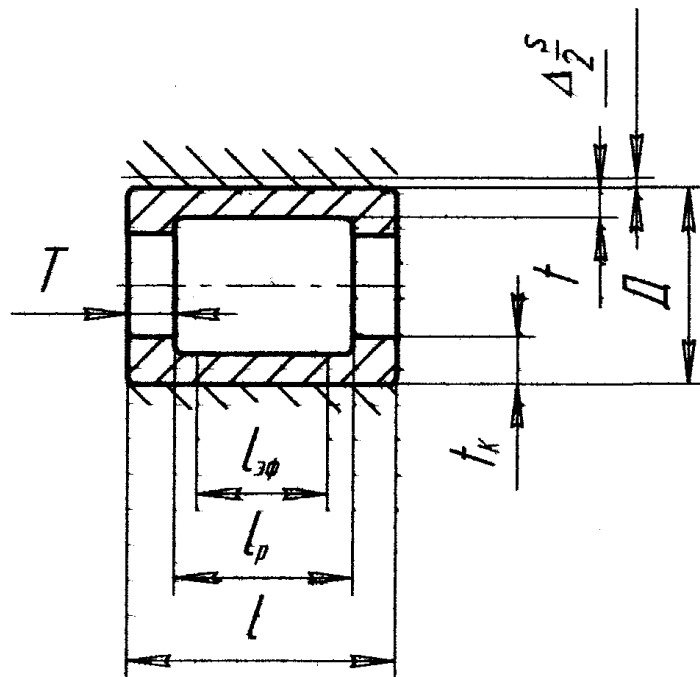


Рисунок 3.2 - Параметры тонкостенной втулки.

### 3.3 Расчет раскатника

Для получения внутренних резьб небольших диаметров применяется раскатник (бесканавочный метчик). Конструктивно раскатник имеет много общего с обычными метчиками. Основными отличительными чертами являются форма поперечного сечения и заборной части, а также отсутствие стружечных канавок.



Метод получения внутренних резьб раскатником имеет ряд существенных преимуществ перед нарезанием:

- стойкость инструмента в несколько раз выше;
- отсутствует стружка, что важно при получении резьбы в глухих отверстиях;
- резьба не разбивается;
- инструмент прочней более чем в 2 раза, прочность на срез выше в среднем на 20%;
- класс чистоты резьбы выше;
- обеспечивается стабильное получение резьбы заданного класса чистоты и точности.

Для изготовления раскатников используют следующий материал: наиболее распространен Р18, но сейчас используют Р9К5, Р9Ф5, Р12, а для цветных металлов и сплавов – ХВГ или 9ХС. Изготавливаем метчик – раскатник из стали Р18 ГОСТ 5955-85.

Расчет раскатника для резьбы  $M3 \times 0.5$  в деталях из алюминиевых литейных сплавов АК7<sub>ч</sub>.

- 1) Твердость обрабатываемого материала в среднем НВ 60...62;
- 2) Глубина резьбы 19 мм, 7 мм и 5 мм;
- 3) Отверстия глухие и сквозные;
- 4) Скорость обработки  $V=6$  м/мин.

Предлагаемый метчик для образования резьбы в вязких материалах отличается тем, что его стружечные канавки на заборном конусе имеют переменное сечении от вогнутого к выпуклому, так что одна часть заборного конуса вырезает металл из впадин получаемой резьбы, а вторая пластически деформирует оставшийся металл по заданным размерам.

Метчик состоит из заборного конуса и калибрующей части. Сечение заборного конуса на участке *a* (Б-Б) меняется от вогнутого к выпуклому на участке *b* сечения (А-А).

Калибрующая часть С по форме подобна сечению А-А.

Заборный конус метчика выполняет основную работу по резьбонарезанию:

- участок заборного конуса *a* сечения Б-Б, имеет форму сечения обычного метчика, а участок конуса *б* (2-3 нитки) пластически деформирует оставшийся металл по заданным профилю размерам, так как его сечение А-А имеет форму сечения резьбового раскатника. Затылование *f* по наружному диаметру заборного конуса на участке *a* выполняется как у обычных метчиков. Рис 5.3.

Основные допуски и размеры регламентированы ГОСТ 9159-59 и 16093-70 и соответствуют:

M8×1,25 - 5Н6Н

- средний диаметр  $d_2 = 7,263_{-0,01} \text{ мм}$ , отклонения среднего диаметра: нижнее  $-0,01 \text{ мм}$  верхнее  $0 \text{ мм}$ , допуск  $\delta = 0,01 \text{ мм}$ ;

- внутренний диаметр  $d_1 = 6,699_{-0,05} \text{ мм}$ , отклонения: нижнее  $-0,05 \text{ мм}$  верхнее  $0 \text{ мм}$ , допуск на изготовление  $\delta = 0,05 \text{ мм}$ ,

- наружный диаметр  $d = 8 \text{ мм}$ , верхний предельный размер не регламентируется.

Исполнительные размеры. Средний диаметр рассчитывается по формуле:

$$d_{cp} = \left[ d_2 + \frac{\delta}{3} + K_M + (S - 0,5) \cdot K_S + \delta_{cp} \right]_{\delta_p}, \quad (3.8)$$

где  $\delta$  - допуск на средний диаметр резьбы;

$\delta_{cp}$  - допуск на изготовление среднего диаметра раскатника;

$K_M$  и  $K_S$  - коэффициенты, учитывающие изменения усадки от свойств обрабатываемого материала и шага резьбы. Для принятия условий  $K_M = K_S = 0,018 \text{ мм}$ ;

$\delta_{cp}$  - выбирают конструктивно, ориентируясь по следующей зависимости:

$$\delta_{cp} = (0,1 \div 0,2) \cdot \delta = (0,1 \div 0,2) \cdot 0,14 = 0,014 \div 0,028$$

Принимаем  $\delta_{cp} = 0,015$

$$d_{cp} = \left[ 7,163 + \frac{0,140}{3} + 0,018 + (1,5 - 0,5) \cdot 0,018_s + 0,015 \right]_{-0,015} = 7,263_{-0,01}$$

Наружный диаметр подсчитываем по формуле:

$$d_o = (d + 0,15 \cdot S + 0,02)_{\delta_o}, \quad (3.9)$$

где  $d$  - номинальный диаметр резьбы;

$\delta_o$  - допуск на изготовление наружного диаметра, принимаем как для метчика М8×1,25, т.е.  $\delta_o = 0,01$ .

Тогда

$$d_o = (8 + 0,15 \cdot 1,25 + 0,01)_{-0,01} = 8,187_{-0,01} \text{ мм}.$$

При получении резьбы в деталях из алюминиевых сплавов раскатник следует выполнять с ограничением впадины резьбы по  $d_{ен}$ . Ширина площади по внутреннему диаметру раскатника подсчитывается по формуле:

$$a = \left[ 0,25 \cdot S - \left( \frac{b}{3} + \delta_{cp} \right) \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \right]^{+\delta_a}, \quad (3.10)$$

где  $\frac{\alpha}{2}$  - половина угла профиля резьбы;

$\delta_a$  - допуск на изготовление площади  $\delta_a = 0,144e = 0,043 \text{ мм}$ .

$$\text{Тогда, } a = \left[ 0,25 \cdot 1,25 - \left( \frac{0,14}{3} + 0,015 \right) \cdot 0,577 \right]^{+0,043} = 0,414^{+0,043} \text{ мм}.$$

Рассчитанный диаметр отверстия под резьбу вычисляем по формуле:

$$d_{срасч} = \sqrt{d_o^2 \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{2 \cdot d_o}{3 \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha} + d_1^2 \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{2 \cdot d_1}{3 \cdot S \cdot \operatorname{tg} \alpha} - \frac{d_{cp}}{S \cdot \operatorname{tg} \alpha} \right) \right)}, \quad (3.11)$$

$$d_{срасч} = \sqrt{8,187^2 \cdot \left( \frac{1}{2} - \frac{2 \cdot 8,187}{3 \cdot 1,25 \cdot 1,732} \right) + 6,699^2 \cdot \left( \frac{1}{2} + \frac{2 \cdot 6,699}{3 \cdot 1,25 \cdot 1,732} - \frac{7,263}{1,25 \cdot 1,732} \right) =}$$

$$= 7,27^{+0,07}$$

Так как процесс раскатывания резьбы осуществляется по принципу замкнутого контура, то диаметр отверстия  $d_{c\text{расч}}$  будет наибольшим допустимым значением для условий работы, т.е.  $d_{c\text{max}} = d_{c\text{расч}}$ . Наименьший диаметр отверстия:

$$d_{c\text{min}} = d_{c\text{max}} - \delta_c, \quad (3.12)$$

где  $\delta_c$  - допуск на подготовку отверстия для алюминиевых сплавов

$$\delta_c = 0,1 \cdot S = 0,15 \text{ мм}$$

$$\text{Тогда } d_{c\text{min}} = 7,27 - 0,15 = 7,12 \text{ мм}.$$

Диаметр сверла можно принять равным 7,2 мм. Число граней принимаем  $z=3$ , в качестве затыловочной кривой – спираль Архимеда. Угол спада кривой  $\alpha_B$  на вершинах граней следует назначать в пределах  $5-7^\circ$ , принимаем  $\alpha_B = 6^\circ$ . Полная величина спада кривой  $k$  на одной грани должна рассчитываться по формуле:

$$K = \frac{\pi \cdot d_o}{2 \cdot Z} \cdot \text{tg} \alpha_B, \quad (3.13)$$

$$K = \frac{3,14 \cdot 8,127}{2 \cdot 3} \cdot 0,105 = 0,55 \text{ мм}$$

Величина  $k$  необходима для проверки прочности переходного витка.

Заборный конус, переходная, калибрующая часть.

Принимаем форму заборной части в виде конической резьбы с полным профилем. Исходя из условия прочности переходной нитки и универсальности раскатников угол наклона заборного конуса  $\varphi = 10^\circ$ . Для глухих отверстий длина заборной части должна быть возможно меньше для повышения общей стойкости раскатника. Длина рассчитывается по формуле:

$$l_2 = \frac{d_o - d_T}{2 \cdot \text{tg} \varphi}, \quad (3.14)$$

где  $d_T$  - диаметр переднего торца, который вычисляется как

$$d_T = d_{c_{pac}} - 0,1 \cdot S = 7,27 - 0,125 = 7,145 \text{ мм},$$

$$l_2 = \frac{8,187 - 7,145}{2 \cdot \text{tg}10^\circ} = 15 \text{ мм}$$

Принимаем  $l_1 = 15 \text{ мм}$ .

Длина калибрующей части  $C_K = 25 \cdot S = 10 \cdot 1,25 = 30 \text{ мм}$ .

Общая длина рабочей части раскатника

$$l = l_1 + l_K = 15 + 30 = 45 \text{ мм}.$$

После первых четырех витков калибрующей части целесообразно уменьшить средний и внутренний диаметры резьбы на  $0,03 - 0,05 \text{ мм}$ .

Это позволяет уменьшить величину  $M_{кр}$  примерно на 30%.

Прочность поперечного сечения раскатника определяется по формуле:

$$[\tau_{кр}] \geq \frac{M_{кр}}{W_p}, \quad (3.15)$$

$$\text{где } M_{кр} = C_m \cdot d \cdot S^x \cdot \left( \frac{H_e}{e} \right)^m \cdot \varphi^{0,65} \cdot K_k \cdot K_o,$$

где  $x, m$  – показатели степени;  $x = 1,95, m = 1,3$ ;

$C_m$  - коэффициент, характеризующий материал обрабатываемой детали,

$$C_m = 1,0;$$

$K_k$  - коэффициент, учитывающий наличие у раскатника смазочных

каналов,  $K_k = 1$ ;

$K_o$  - коэффициент, зависящий от вида применяемой СОЖ,  $K_o = 1,5 \div 2$ .

Принимаем  $K_o = 2$ .

При раскатывании замкнутого контура  $M_{кр}$  увеличивается в 3-4 раза.

Момент сопротивления раскатника при кручении:

$$W_p = 0,2 \cdot (d_{вн} - 2K')^3 = 0,2 \cdot (6,699 - 2 \cdot 0,108)^3 = 565 \text{ мм}^3. \quad (3.16)$$

Максимальное касательное напряжение при кручении в сечении раскатника:

$$\tau_{кр} = \frac{134000 \cdot 4}{565} = 950 \text{ Н / мм}^2 (95 \text{ кгс / мм}^2)$$

Сравнивая  $\tau_{кр}$  с пределом прочности при кручении быстрорежущей стали Р18, получим, что раскатник имеет запас прочности:

$$\frac{[\tau_{кр}]}{\tau} = \frac{1690}{950} = 1,78 \text{ раз}$$

Основные конструктивные элементы метчика-раскатника показаны на рисунке 3.3

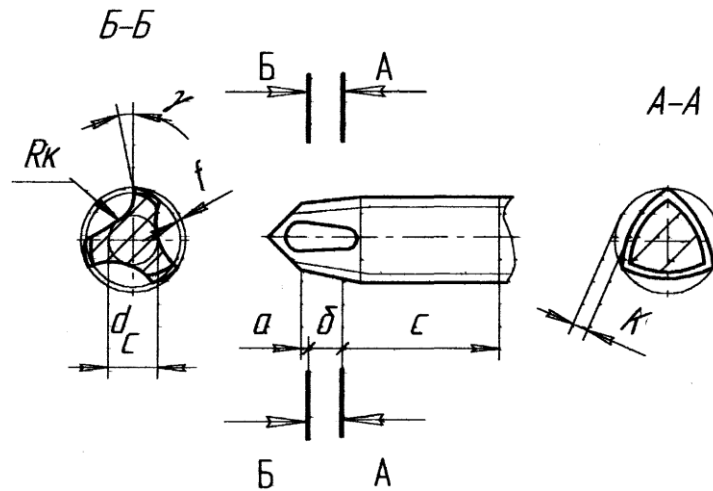


Рисунок 3.3 - Конструктивные элементы метчика-раскатника

## 4 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОПРОСЫ

### 4.1 Обоснование формы организации производства

При серийном производстве могут быть две формы организации производства: поточная и непоточная.

А т. к. у нас кронштейн четырех типоразмеров, то организуем поточное производство. Поточное форма организации производства является передовой и прогрессивной, при этой форме улучшаются все технико – экономические показатели.

Переход от изготовления одной детали к другой осуществляется с переналадкой части рабочих мест линии с изменением режимов резания и оснастки, поэтому выбираем переменную – поточную линию.

Для такой линии необходимо определить частные такты:

Деталь представитель  $N_1=10050$  шт.;  $t_1=39,45$  мин;

Условные детали  $N_2=20000$  шт.;  $t_2=45,05$  мин;

$N_3=35000$  шт.;  $t_3=48,52$  мин;

Определяем коэффициенты приведения:

$$K_1 = \frac{t_1}{t_1} = \frac{39,45}{39,45} = 1 \quad K_2 = \frac{t_2}{t_1} = \frac{45,05}{39,45} = 1.14 \quad K_3 = \frac{t_3}{t_1} = \frac{48,52}{39,45} = 1.23$$

Определяем приведенную программу:

$$\sum N_{np} = N_1 \cdot K_1 + N_2 \cdot K_2 + \dots + N_n \cdot K_n, \quad (4.1)$$

$$\sum N_{np} = 10050 \cdot 1 + 20000 \cdot 1,14 + 35000 \cdot 1,23 = 75900 \text{ шт}$$

Определяем условный такт

$$r_y = \frac{60 \cdot F_o(1-h)}{\sum N_{np}}, \quad (4.2)$$

где  $h$  – допустимый коэффициент на переналадку линии,  
для крупносерийного производства  $h=(0,02 \dots 0,03)$ ;

$$r_y = \frac{60 \cdot 4015(1 - 0,05)}{75900} = 3,01 \text{ мин}$$

Частные такты для каждой из деталей

$$r_1 = K_1 \cdot r_y = 1 \cdot 3,01 = 3,01 \text{ мин};$$

$$r_2 = K_2 \cdot r_y = 1,14 \cdot 3,01 = 3,43 \text{ мин};$$

$$r_3 = K_3 \cdot r_y = 1,23 \cdot 3,01 = 3,70 \text{ мин};$$

Определяем действительный годовой фонд времени для детали представителя

$$F_{д1} = C_m \cdot T_m, \quad (4.3)$$

где  $C_m$  – число смен занятых на изготовление данной детали;

$T_m$  – продолжительность смены,  $T_m = 8 \text{ часов}$ ;

Определяем число смен:

$$C_m = \frac{N}{R}, \quad (4.4)$$

где  $R$  – темп выпуска деталей в смену:

$$R = \frac{T_{см}}{r}, \quad (4.5)$$

$$R = \frac{8 \cdot 60}{3,01} \approx 160 \text{ шт/смен};$$

$$C_m = \frac{10050}{160} = 62,8 \text{ смен};$$

$$F_{д1} = 62,8 \cdot 8 = 503 \text{ часов}$$

Определяем % времени от действительного годового фонда времени работы линии для детали представителя:

$$K_{\%} = \frac{F_{д1}}{F_{\phi}} \cdot 100\%, \quad (4.6)$$

$$K_{\%} = \frac{F_{д1}}{F_{\phi}} \cdot 100\% = \frac{503}{4015} \cdot 100\% = 12,5\% .$$



## 4.2 Расчет количества рабочих мест и коэффициента загрузки

Расчетное количество рабочих мест на операции

$$C_{pi} = \frac{t_{umi}}{r}, \quad (4.7)$$

Коэффициент загрузки на каждой операции:

$$K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{npi}}, \quad (4.8)$$

где  $C_{npi}$  – принятое число рабочих мест на  $i$  операции;

Рассчитаем  $C_{pi}$  и  $K_{zi}$  для первой операции:

$$C_{p1} = \frac{2,99}{3,01} = 0,99; \quad C_{np1} = 1; \quad K_{z1} = \frac{0,99}{1} = 0,99$$

Данные расчета для всех операций приводим в таблице 4.1

Таблица 4.1 - Количество и загрузка рабочих мест

№ п/п	Оборудование	Цена оборуд. руб.	$t_{шт}$ мин	$C_{pi}$	$C_{np.i}$	$K_{zi}$
005	Токарный с ЧПУ АТПР2М12	150000	2,99	0,99	1	0,99
010	Токарный с ЧПУ АТПР2М12	150000	2,71	0,90	1	0,90
015	Токарный с ЧПУ АТПР2М12	150000	1,87	0,62	1	0,62
020	Токарный с ЧПУ АТПР2М12	150000	2,76	0,92	1	0,92
025	Многоцелевой с ЧПУ МС12-250	250000	2,87	0,95	1	0,95
030	Верт.фрезерный с ЧПУ ФП-4	62000	2,59	0,86	1	0,86
035	Верт.фрезерный с ЧПУ ФП-4	62000	1,92	0,64	1	0,64
040	Многоцелевой с ЧПУ МС12-250	250000	6,78	2,25	3	0,75
045	Коорд.-сверл. с ЧПУ КС12-500	300000	5,7	0,95	1	0,95
050	Коорд.-сверл. с ЧПУ КС12-500	300000	3,54	1,18	2	0,59
055	Токарный п/а 1А240П	19900	1,05	0,35	1	0,35
060	Токарный п/а 1А240П	19900	1,87	0,62	1	0,62
065	Установка электрохимическая	6000	2,80	0,93	1	0,93
	Всего:		39,45	12,16	16	12,16

$$K_{з.ср.} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{npi}}, \quad (3.9)$$

$$K_{з.ср.} = \frac{12,16}{16} = 0,76$$

Расчет количества рабочих мест с учетом совмещения операций представляем в таблице 4.2.

Таблица 4.2. - Расчет количества рабочих мест и рабочих с учетом совмещения операций

N п/п	Количество рабочих мест		% загрузки рабочих мест	С учетом совмещения операций	
	$C_{pi}$	$C_{пр.i}$		номер рабочего	% загрузки рабочего
005	0,99	1	99	1 ←	96
010	0,90	1	90	1 ←	
015	0,62	1	62	1 ←	
020	0,92	1	92	1 ←	
025	0,95	1	95	2 ←	79
030	0,86	1	86	2 ←	
035	0,64	1	64	2 ←	
040	2,25	3	95	2 ←	
			95	2 ←	
045	0,95	1	95	3 ←	95
			90	3 ←	
050	1,18	2	28	3 ←	
			35	3 ←	
055	0,35	1	35	4 ←	97
060	0,62	1	62	4 ←	
065	0,93	1	93	5	93
итог		16			

Т. к. практически на всех операциях установлены станки с ЧПУ, то необходимо учесть многостаночное обслуживание.

Количество станков, которые может обслужить один рабочий, можно найти по формуле:

$$M_{\partial} = \frac{T_{\text{маш}}}{T_{\text{руч}}} + 1, \quad (4.10)$$

где  $T_{\text{маш}} = 10,33 \text{ мин}$  – машинное время;

$T_{\text{руч}}$  – время выполнения ручных приемов, а также время наблюдения за работой станков и на переход от станка к станку

$$T_{\text{руч}} = T_{\text{вy}} + (1 \dots 0,5), \text{ мин} \quad (4.11)$$

где  $T_{\text{вy}}$  – вспомогательное время на установку и снятие детали;

$$T_{cy} = 2,1 \text{ мин}$$

$$T_{pyu} = 2,1 + 0,6 = 2,7 \text{ мин}$$

$$M_{\partial} = \frac{8,25}{2,4} + 1 = 4,05$$

Т. е. рабочий может обслужить сразу 4 станка.

Количество основных производственных рабочих определяем из таблицы 3.2, учитывая что работа в две смены принимаем

$$5 \cdot 2 = 10 \text{ человек.}$$

#### 4.3 Расчет календарно – плановых нормативов

1) Предварительно определяем минимальный размер партии деталей

$$n_{\min} = \frac{(1 - \alpha) \cdot t_{nz}}{\alpha \cdot t_{umi}} \quad (4.12)$$

где  $\alpha = (0,03 \dots 0,1)$  – коэффициент допускаемых потерь времени на переналадку оборудования;

$t_{nz}$  – подготовительно – заключительное время принимаем наибольшее из всех операций равное 7.

$$n_{\min} = \frac{(1 - 0,03) \cdot 7}{0,03 \cdot 10} = 13,3 \text{ (штук)}$$

2) Среднесуточное потребление деталей, штук

$$d = \frac{N_{zan}}{254} \text{ (штук)} \quad (4.13)$$

$$d = \frac{10050}{254} = 40 \text{ (штук)}$$

3) Периодичность запуска партии деталей (ритм)

$$R = \frac{n_{\min}}{d} \quad (4.14)$$

$$R = \frac{14}{40} = 0,35$$

Необходимо принять по унифицированному ряду.

Принимаем  $R_n = 1$

4) Оптимальное количество деталей в партии, штук

$$d = \frac{N_{зан} R_n}{254} \text{ (штук)} \quad (4.15)$$

$$d = \frac{10050 \cdot 1}{254} = 40 \text{ (штук)}$$

#### 4.4 Организация транспорта на участке

Расчетное количество тележек [1, стр.375, ф. 278]

$$K_{mp} = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot F \cdot m \cdot K_m} \cdot \left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right), \quad (4.16)$$

где  $Q$  – вес деталей, транспортируемых в год, кг

$$Q = N_3 \cdot (m_3 + m_{дет})_3, \quad (4.17)$$

$m_3$  - масса заготовки,  $m_3 = 2,3$  кг.

$m_{дет}$  – масса детали,  $m_{дет} = 1,8$  кг.

$N_3$  – программа запуска,  $N_3 = 10050$  штук.

$$Q = 10050 \times (2,3 + 1,8) = 41205 \text{ (кг)}.$$

где  $i$  – среднее количество транспортных операций на одну деталь (перевоз заготовок из склада в цех и перевоз готовых деталей на склад готовой продукции) т. е.  $i = 2$ .

$q$  – средняя грузоподъемность тележки за один рейс,  $q = 150$  кг;

$F$  – номинальный годовой фонд времени работы тележки в одну смену,  $F = 2070$  часов.

$m$  – количество смен,  $m = 2$ .

$K_m$  – коэффициент использования тележки

$$K_m = K_c \cdot K_2 \quad (4.18)$$

где  $K_c = 0,8$  – коэффициент использования суточный;

$K_z = 0,75$  – коэффициент использования номинальной грузоподъемности;

$K_m = 0,8 \cdot 0,75 = 0,6$ ;

$l_{cp} = 100$  м – средний пробег тележки за один рейс туда и обратно;

$V_{cp} = 20$  м/мин – средняя скорость тележки;

$t_3 = 5$  мин – время на загрузку тележки;

$t_4 = 4$  мин – время на разгрузку тележки;

тогда:  $K_{mp} = \frac{41205 \cdot 2}{150 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,6} \cdot \left( \frac{100}{20} + 5 + 4 \right) = 0,05$ .

Принимаем  $K_{гпр.} = 1$ .

Определяем коэффициент загрузки тележки

$$\eta_m = \frac{K_{mp}}{K_{гпр.}} = \frac{0,05}{1} = 0,05$$

Т.к. тележка загружена очень мало, то она будет использоваться для перевозки грузов и на других участках.

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

Безопасность жизнедеятельности – это наука о сохранении здоровья и обеспечении безопасности человека в среде обитания. Это достигается путем выявления и идентификации опасных и вредных факторов, разработкой методов и средств защиты человека от их влияния в условиях быта и производства, методов и средств защиты людей в условиях чрезвычайных ситуаций, а также мер по ликвидации последствий таких ситуаций. Безопасность труда при выполнении операций техпроцесса обеспечивается соблюдением стандартов по безопасности труда, правил по технике безопасности, санитарных норм и правил, инструкций по охране труда.

Данный раздел дипломного проекта посвящен рассмотрению следующих вопросов:

1. Конструктивно-технологическая характеристика технического объекта с точки зрения его безопасностных и экологических характеристик.
2. Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков, возникающих при производстве, эксплуатации и конечной утилизации технического объекта дипломного проекта.
3. Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.
4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).
5. Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта (в реализациях производственно-технологических и эксплуатационных процессов, включая последствия, завершения его жизненного цикла путем утилизации).

## 5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Проектируемый участок является частью механического цеха по производству кронштейнных деталей. Производство в данном проекте средне-серийное. На участке производится механическая обработка литых заготовок кронштейна из сплава АК7<sub>ц</sub>. Годовая программа выпуска кронштейна 10000 штук.

Таблица 5.1 – Технологический паспорт объекта.

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Литье в кокиль	Заготовительная операция	Литейщик (кокильщик)	Кокильная однопозиционная машина 5944	Металл
2	Точение	Токарная операция с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок АТПР2М12	Металл, СОЖ
3	Фрезерование	Многоцелевая операция с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Станок фрезерный горизонтальный МС12-250	Металл, СОЖ
4	Фрезерование	Фрезерная операция с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Вертикально-фрезерный станок ФП-4	Металл, СОЖ
5	Сверление	Сверлильная операция с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Координатно-сверлильный станок КС12-500	Металл, СОЖ

## 5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	Заготовительная операция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• повышенное напряжение в электрической цепи</li> <li>• повышенная температура поверхности оборудования;</li> <li>• повышенный уровень вибрации;</li> <li>• подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• повышенное содержание вредных паров, газов и аэрозолей в воздухе рабочей зоны;</li> <li>• недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока</li> </ul>	Кокильная однопозиционная машина марки 5944
2	Токарная операция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• движущиеся машины и механизмы;</li> <li>• подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• передвигающиеся изделия, заготовки;</li> <li>• повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>• повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> </ul>	Токарный станок АТПР2М12



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• повышенный уровень шума на рабочем месте</li> </ul>	
3	Многоцелевая операция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• движущиеся машины и механизмы;</li> <li>• подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• передвигающиеся изделия, заготовки;</li> <li>• повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>• повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>• повышенный уровень шума на рабочем месте</li> </ul>	Станок фрезерный горизонтальный МС12-250
4	Фрезерная операция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• движущиеся машины и механизмы;</li> <li>• подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• передвигающиеся изделия, заготовки;</li> <li>• повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>• повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>• повышенный уровень шума на рабочем месте</li> </ul>	Вертикально-фрезерный станок ФП-4
5	Сверлильная операция	<ul style="list-style-type: none"> <li>• движущиеся машины и механизмы;</li> </ul>	Координатно-сверлильный станок

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• подвижные части производственного оборудования;</li> <li>• передвигающиеся изделия, заготовки;</li> <li>• повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</li> <li>• повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</li> <li>• повышенный уровень шума на рабочем месте</li> </ul>	КС12-500
--	--	--	----------

### 5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Станки оснащены специальными быстродействующими зажимными приспособлениями, что облегчает труд основных производственных рабочих. Станки и оборудование должны отвечать требованиям ГОСТ 12.2.009-80,

ГОСТ 12.2.027-80 ГОСТ 12.2.003-74, а при работе на станках следует руководствоваться ГОСТ12.3.025—80 и "Правилами техники безопасности и производственной санитарии при холодной обработке металлов".

Все металлорежущие станки установлены на прочных основаниях, тщательно выверены, закреплены, заземлены и окрашены в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.026-76. Работать на станках разрешается только лицам, за которыми они закреплены.

Все механизмы станков ограждаем предохранительными устройствами. Станки снабжены прочным стеклом, устанавливаемым между рабочим инструментом и лицом станочника для защиты его глаз. Эти приспособления заблокированы с пусковым устройством станка. При отсутствии предохранительных устройств станочники должны работать в очках.

Станок следует обязательно выключать в случае прекращения подачи тока, при смене инструмента, закреплении или установке детали, при ремонте, чистке, смазке станка, уборке стружки.

Рабочее место станочник должен содержать в чистоте и не загромождать изделиями и материалами. На рабочих местах должны быть вывешены инструкции по технике безопасности. Стружка удаляется со станка крючками и щетками. Убирать стружку руками запрещено. При работе станочники пользуются спецодеждой.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника (СИЗ)
1	Повышенное напряжение в электрической цепи	<ul style="list-style-type: none"> <li>• соблюдение техники безопасности на предприятии;</li> <li>• безопасное расположение токоведущих частей;</li> <li>• изоляция токоведущих частей;</li> <li>• предупредительная сигнализация;</li> <li>• защитное заземление;</li> <li>• знаки безопасности</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• электрозащитные рукавицы;</li> <li>• инструмент с изолированными рукоятками</li> </ul>
2	Повышенная температура поверхности оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• охлаждение детали и/или инструмента при помощи СОЖ;</li> <li>• окрытие нагреваемых поверхностей теплоизоляционными материалами;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• защитные рукавицы;</li> <li>• краги для металлурга</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• устройство вентиляционных систем</li> </ul>	
3	Подвижные части производственного оборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ограждение оборудования;</li> <li>• соблюдение техники безопасности на предприятии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• каска защитная;</li> <li>• очки защитные</li> </ul>
4	Повышенный уровень вибрации	<ul style="list-style-type: none"> <li>• устранение контакта с вибрирующим оборудованием путем применения дистанционного управления</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• защитные рукавицы;</li> <li>• спецобувь</li> </ul>
5	Повышенное содержание вредных паров, газов и аэрозолей в воздухе рабочей зоны	<ul style="list-style-type: none"> <li>• установка приточно-вытяжной вентиляции</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• респиратор</li> </ul>
6	Недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная пульсация светового потока	<ul style="list-style-type: none"> <li>• применение местного освещения</li> </ul>	
7	Повышенный уровень шума на рабочем месте	<ul style="list-style-type: none"> <li>• использование звукоизолирующих кожухов;</li> <li>• устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике путем наладки оборудования</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• беруши</li> </ul>

#### 5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования,

произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

#### 5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

1. Классификация пожаров по виду используемого горючего материала для обозначения (конкретизации) области применения средств пожаротушения.

2. Классификация пожаров по сложности их тушения, производимая при определении состава сил технического персонала и используемых технических средств подразделений пожарной охраны и других технических (вспомогательных) служб, необходимых для тушения пожаров.

3. Классификация опасных факторов пожара, используемая при обосновании разрабатываемых (применяемых) мер пожарной безопасности, необходимых для эффективной защиты людей и материального имущества при пожаре.

Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

- 1) пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
- 2) пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
- 3) пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
- 4) пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
- 5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением

(Е);

б) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов

(F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

1) пламя и искры;

2) тепловой поток;

3) повышенная температура окружающей среды;

4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;

5) пониженная концентрация кислорода;

б) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефтегазо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;

2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;

3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего

пожара;

5) термохимические воздействия используемых при пожаре огнетушащих веществ на предметы и людей.

Результаты выполненной идентификации опасных факторов пожара заносим в таблицу 5.4

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Кузнечный участок	Кокильная машина 5944	D	<ul style="list-style-type: none"><li>• повышенная температура окружающей среды;</li><li>• пламя и искры;</li><li>• повышенная концентрация токсичных продуктов горения;</li><li>• тепловой поток</li></ul>	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок
2	Участок механической обработки	Токарный станок АТПР2М12	B	<ul style="list-style-type: none"><li>• пламя и искры;</li><li>• тепловой поток</li></ul>	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок
3	Участок механической обработки	Станок фрезерный горизонтальный МС12-250	B	<ul style="list-style-type: none"><li>• пламя и искры;</li><li>• тепловой поток</li></ul>	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части

					технологических установок
4	Участок механической обработки	Вертикально-фрезерный станок ФП-4	В	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пламя и искры;</li> <li>• тепловой поток</li> </ul>	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок
5	Участок механической обработки	Координатно-сверлильный станок КС12-500	В	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пламя и искры;</li> <li>• тепловой поток</li> </ul>	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок

5.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)



Таблица 5.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Оборудование для пенного пожаротушения	Приборы приемно-контрольные пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Напорные пожарные рукава, рукавные разветвления	Веревки пожарные, карабины пожарные, респираторы, противогазы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрический	Автоматические извещатели

### 5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

В данном разделе разрабатываются организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара.

Таблица 5.6 – Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Заготовительная операция, кокильная машина марки 5944</li> <li>• Токарная операция, АТПР2М12</li> <li>• Многоцелевая операция, МС12-250</li> <li>• Фрезерная операция, ФП-4</li> <li>• Сверлильная операция, КС12-500</li> </ul>	<p>Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров</p>	<p>Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение пожарной сигнализации</p>

### 5.5.1 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса (изготовления, транспортировки), и/или возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и/или возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака, и/или возникающих при утилизации технологического объекта завершившего свой жизненный цикл.

По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отразить в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта	Воздействие технического объекта на атмосферу	Воздействие технического объекта на гидросферу	Воздействие технического объекта на литосферу
Фрезерование	Станок фрезерный горизонтальный МС12-250	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пыль алюминиевая</li> <li>• стружка алюминиевая</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• взвешенные вещества</li> <li>• нефтепродукты</li> </ul>	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

Точение	Токарный станок АТПР2М12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пыль алюминиевая</li> <li>• стружка алюминиевая</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• взвешенные вещества</li> <li>• нефтепродукты</li> </ul>	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>
Сверление	Координатно-сверлильный станок КС12-500	<ul style="list-style-type: none"> <li>• пыль алюминиевая</li> <li>• стружка алюминиевая</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• взвешенные вещества</li> <li>• нефтепродукты</li> </ul>	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м <sup>3</sup>

5.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта (дипломного проекта) согласно нормативных документов

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Точение, фрезерование, сверление
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение сухих пылеуловителей, мокрых пылеуловителей, электрофильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на	Применение ограждений препятствует разлёты брызг, мелкой дисперсии и позволяет её собирать во время регламентных перерывов. После чего вредные составляющие отправляются на очистку.

гидросферу	
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Сбор по территории цеха твердых отходов (пыли и стружки), соблюдение правил хранения и последующая отправка на переработку

## 5.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления специального кронштейна токосъемника, перечислены технологические операции, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу изготовления специального кронштейна токосъемника, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны

мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

### 6.1 Определение стоимости основных фондов участка

Стоимость основных фондов складывается из нескольких элементов

1) Стоимость здания, занимаемого участком

$$C_{\partial} = S_y \cdot C_{M^2} \quad (5.1)$$

где  $S_y$  – площадь занимаемая участком,  $m^2$ ;  $S_y = 200 m^2$ ;

$C_{M^2}$  -цена одного  $m^2$  здания;  $C_{M^2} = 3000$  руб;

$$C_{сд} = 200 \cdot 3000 = 600000 \text{ (руб.)}$$

2) Стоимость оборудования подсчитаем в таблице 5.1

Таблица 6.1 - Стоимость оборудования

Оборудование	Цена обор. тыс. руб.	Устан. мощность кВт	Кол.	$\sum P_{уст}$	Стоимость тыс. руб.
Токарный с ЧПУ АТПР2М12	560	8,2	4	32,8	2240
Многоцелевой МС12-250	860	12,3	4	49,2	3440
Вертикал.-фрезер.ФП-4	550	7,5	2	15	1100
Координатно- сверлильный КС12-500	1250	6,7	3	20,1	3750
Токарный 1А240П	300	9,5	2	19	600
Электрохимическая установка	200	9,6	1	38,4	200
	Итого: 145,7		16	174,5	11330

3) Стоимость производственного и хозяйственного инвентаря принимаем условно 3% от стоимости оборудования:

$$C_{хоз} = \frac{C_{об} \cdot 3}{100} \text{ (т.руб)} \quad (5.2)$$

$$C_{хоз} = \frac{11330 \cdot 3}{100} = 339,9 \text{ (т.руб)}$$

## 6.2 Расчет стоимости материала

Определяем стоимость заготовки:

$$C_m = C_{мет} \cdot m_3 \quad (5.3)$$

где  $m_3$  – масса заготовки:  $m_3=2,3$ кг.

$C_{мет}$  – цена 1 кг материала, руб.

Деталь изготавливается из материала АК7ч ГОСТ 1583-93, стоимость 1 кг равна  $C_{мет}=52,25$  (руб).

$$C_m = 52,25 \cdot 2,3 = 120,175 \text{ (руб)}.$$

Т.к. деталь в процессе производства обрабатывается, то имеются возвратные отходы (стружка) стоимость которых можно определить по формуле:

$$C_o = (m_3 - m_d) \cdot C_{мет.отх} \quad (5.4)$$

где  $m_d$  – масса готовой детали;  $m_d=1,8$  (кг).

$C_{мет.отх}$  – цена отходов;  $C_{мет.отх}=15$  (руб).

$$C_d = (2,3 - 1,8) \cdot 15 = 7,5$$

## 6.3 Определение стоимости энергоресурсов

Годовой расход силовой энергии участка можно определить по формуле:

$$W = K_c \cdot \sum P_{уст} \cdot F_{эф} \cdot \eta_3 \quad [ \text{ , стр.377, ф.281} ] \quad (5.5)$$

где  $K_c$  – коэффициент спроса; в среднем  $K_c=0,3$ ;

$\sum P_{уст}$  – суммарная установленная мощность оборудования, кВт;

$F_{эф}$  – эффективный фонд работы оборудования,  $F_{эф}=4015$  ч;

$\eta_3$  – коэффициент загрузки оборудования по времени,  $\eta_3=0,8$ ;

$$W = 0,3 \cdot 145,7 \cdot 4015 \cdot 0,8 = 140396,52 \text{ (кВт} \cdot \text{ч)}$$

Определение стоимости силовой электроэнергии

$$C_{эл} = W \cdot C_э, \quad (5.6)$$



где  $C_{\text{Э}}$  – цена 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_{\text{Э}}=1,25$  руб

$$C_{\text{эл}} = 140396,52 \cdot 1,25 = 175495,65(\text{руб})$$

#### 6.4 Определение численности ППП участка

Явочная численность основных производственных рабочих определена в п.3.3,  $Ч_{\text{оя}}=12$  человек.

Определяем списочное число основных производственных рабочих

$$Ч_{\text{о}} = Ч_{\text{оя}} \cdot \left(1 + \frac{b}{100}\right), \quad (5.7)$$

где  $b$  – процент потерь номинального фонда рабочего времени,

$$b=(10\dots12)\%$$

$$Ч_{\text{о}} = 12 \cdot \left(1 + \frac{11}{100}\right) = 13,32 = 14(\text{чел})$$

Численность вспомогательных производственных рабочих определяем укрупненно.

Для серийного производства (30...45)% от численности основных производственных рабочих.

$$Ч_{\text{в}} = 110 \cdot 0,40 = 4,5 \text{ человек}$$

Принимаем 6 человек.

Полученные данные сведем в таблицу 5.3.

Таблица 6.3 - Численность вспомогательных производственных рабочих по профессиям и сменам

Профессия	Разряд	Количество человек	В том числе по сменам	
			I смена	II смена
Контролер	4	2	1	1
Слесарь - ремонтник	4	2	1	1
Итого:		4	2	2

## 6.5 Расчет годового фонда заработной платы участка

### 6.5.1 Расчет заработной платы основных производственных рабочих

Для расчета заработной платы основных производственных рабочих принимаем повременно-премиальную систему оплаты труда.

1) Расчет расценки на операцию:

$$P_{c\partial i} = \frac{C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}i} \cdot K}{60}, \quad (5.8)$$

где  $C_{\text{ч}}$  – часовая тарифная ставка;

$t_{\text{шт}i}$  – штучное время на  $i^{\text{ой}}$  операции;

$K$  – коэффициент изменения штучного времени в условиях многостаночного обслуживания.

Произведем расчет для первой операции, а для других операций данные расчета занесем в таблицу

Рабочий обслуживает 3 станка и  $K=0.48$ .

$C_{\text{ч},3}=9,352$  – четвёртый разряд

$$P_{c\partial 40} = \frac{9,352 \cdot 2,99 \cdot 0,48}{60} = 0,22(\text{руб})$$

2) Определяем тарифный фонд заработной платы:

$$Z_{\text{тар}} = P_{c\partial i} \cdot N_3$$

(5.9)

где  $N_3$  – программа запуска, шт;

$P_{c\partial i}$  – сдельная расценка  $i^{\text{ой}}$  операции, руб.

Данные расчетов сведем в таблицу 5.4.

3) Определяем основную заработную плату основных производственных рабочих

$$Z_{\text{осн.}} = Z_{\text{тар}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{п.к.}}, \quad (5.10)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  – премия (принимаем 80 % от  $Z_{\text{тар}}$ );

$$Z_{\text{пр}} = 29054,85 \cdot 0,8 = 23243,88(\text{руб})$$

Таблица 6.4 - Расчет годового тарифного фонда заработной платы основных производственных рабочих

№ п/п	Наименование операции	разряд	С <sub>сд</sub> руб	t <sub>шт</sub> мин	Р <sub>сд</sub> руб	N <sub>з</sub> шт	Z <sub>тар</sub> руб	
1	2	3	4	5	6=4×5	7	8=6×7	
005	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.99	0,22	10050	2211	
010	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.71	0,20		2010	
015	Токарная АТПР2М12	4	9.35	1.87	0,13		1005	
020	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.76	0,206		2070,3	
025	Многоцел.МС12-250	5	10.31	2.87	0,236		2371,8	
030	Верт.-фрезерная	4	9.35	2.59	0,193		1939,65	
035	Верт.-фрезерная	4	9.35	1.92	0,143		1437,15	
040	Многоцел.МС12-250	5	10.31	6.78	0,559		5617,95	
045	Сверлил.КС12-500	3	8.53	5.70	0388		3899,4	
050	Сверлил.КС12-500	3	8.53	3.54	0,226		2271,3	
055	Токарная	4	10.31	1.05	0,08		804	
060	Токарная	4	10.31	1.87	0,15		1507,5	
065	Электрохим.устан.	3	8.53	2.80	0,19		1909,5	
ИТОГ				39.45				29054,85

$Z_{p.k.}$  – районный коэффициент 15% от ( $Z_{тар} + Z_{пр}$ );

$$Z_{p.k.} = (Z_{тар} + Z_{пр}) \cdot 0,15 = (29054,85 + 23243,88) \cdot 0,15 = 7844,8(\text{руб})$$

$$Z_{p.k.} = (Z_{тар} + Z_{пр}) \cdot 0,15(\text{руб})$$

$$(5.11)$$

Тогда основная зарплата:

$$Z_{осн.} = 29054,85 + 23243,88 + 7844,8 = 60143,53(\text{руб})$$

Но учтем, что на линии обрабатывается еще две детали, а на изготовление детали представителя тратится всего 12,5% времени.

Тогда зарплата основная за год:

$$Z_{осн.} = \frac{60143,53 \cdot 100}{12,5} = 481148,24(\text{руб})$$

4) Определяем дополнительную заработную плату:

$$З_{дон} = (0,1...0,15) \cdot З_{осн} = 0,13 \cdot 481148,24 = 62549,27(\text{руб})$$

5) Определяем общий годовой фонд заработной платы:

$$З_{об} = З_{осн} + З_{дон} \quad (5.12)$$

$$З_{об} = 481148,24 + 62549,27 = 543697,5(\text{руб})$$

6) Определяем общий фонд заработной платы:

$$\Phi_{об} = З_{об} + З_{фн} \quad (5.13)$$

$$З_{фн} = 0,15 \cdot З_{мар}$$

$$З_{фн} = 0,15 \cdot 29054,85 = 4358,22(\text{руб})$$

$$\Phi_{об} = 543697,5 + 4358,22 = 548055,72(\text{руб})$$

7) Определяем среднемесячную зарплату

$$З_{ср.м.} = \frac{\Phi_{об}}{12 \cdot Ч_p}, \quad (5.14)$$

где  $Ч_p$  – численность рабочих сдельщиков на участке

$$З_{ср.м.} = \frac{548055,72}{12 \cdot 12} = 3805,94(\text{руб})$$

### 6.5.2 Расчет заработной платы вспомогательных производственных рабочих

Принимаем для расчета повременно - премиальную систему оплаты труда.

На участке работают:

два контролера 4 разряда, тарифная ставка  $C_q=9.352$  руб;

два слесаря – ремонтника 4 разряда,  $C_q=9,352$  руб;

1) Определяем тарифный фонд заработной платы вспомогательных производственных рабочих

$$З_{мар} = F_s \cdot C_q, \quad (5.15)$$

где  $F_3$  – эффективный годовой фонд рабочего времени,  $F_3=1840$  часов;

Расчет произведем для контролеров, для слесарей и электромонтеров он будет аналогичен, т.к. тарифная ставка у всех одинаковая, расчет представим в таблице:

$$Z_{тар.контр.} = 1840 \cdot 9.352 = 17391.68(\text{руб}),$$

а т. к. их два то

$$Z_{тар.контр.} = 17391.68 \cdot 2 = 34782(\text{руб})$$

2) Дальнейший расчет ведем по формулам

Принимаем премию 80% от  $Z_{тар}$

$$Z_{пр.контр.} = 34782 \cdot 0,8 = 27825.6(\text{руб})$$

Районный коэффициент

$$Z_{р.к.контр.} = (34782 + 27825.6) \cdot 0,15 = 9391.14(\text{руб})$$

Тогда основная зарплата

$$Z_{осн.контр.} = 34782 + 27825.6 + 9391.14 = 71998.74(\text{руб})$$

3) Определяем дополнительную зарплату рабочих повременщиков:

$$Z_{доп.контр.} = 0,13 \cdot Z_{осн} = 0,13 \cdot 71998.74 = 9359.83(\text{руб})$$

$$Z_{доп.} = 9359.83 \cdot 3 = 20617.8(\text{руб})$$

4) Определяем общий фонд зарплаты

$$Z_{доп.контр.} = 71998.74 + 9359.83 = 81358.57(\text{руб})$$

$$Z_{об.} = 81358.57 \cdot 3 = 244075.71(\text{руб})$$

5) Определяем годовой фонд заработной платы с учетом премии из фонда накопления

$$Z_{фн.контр.} = 0,15 \cdot Z_{тар.контр.} = 0,15 \cdot 17391,68 = 2608.75(\text{руб})$$

$$Z_{фн.} = 2608.75 \cdot 3 = 7826.25(\text{руб})$$

$$\Phi_{об.контр.} = 81358.57 + 2608,75 = 83967,32(\text{руб})$$

$$\Phi_{об.} = 83967,32 \cdot 3 = 251901.96(\text{руб})$$

б) Определим среднемесячную заработную плату:

$$Z_{\text{ср.м.контр.}} = \frac{\Phi_{\text{об}}}{12 \cdot Ч_{\text{к}}} = \frac{83967,32}{12 \cdot 2} = 3498,63(\text{руб})$$

$$Z_{\text{ср.м.сл.рем.}} = 4358,23(\text{руб})$$

$$Z_{\text{ср.м.электр.}} = 4358,23(\text{руб}).$$

### 6.5.3 Расчет фонда оплаты труда ИТР участка

С учетом двух смен принимаем двух мастеров.

Принимаем для них контрактную систему оплаты труда

1) Определяем оклад за год

$$Z_{\text{ок}} = Z_{\text{м}} \cdot 12 \cdot Ч$$

(4.16)

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный оклад мастера, для 9 разряда  $Z_{\text{м}}=2512$ руб.;

$Ч$  – количество человек;  $Ч=2$  чел.;

$$Z_{\text{ок}} = 2512 \cdot 12 \cdot 2 = 60288(\text{руб})$$

2) Определяем годовой фонд зарплаты с учетом районного коэффициента:

$$Z_{\text{р.к.}} = 0,15 \cdot Z_{\text{ок}} = 0,15 \cdot 60288 = 9043,2(\text{руб})$$

$$Z_{\text{з}} = Z_{\text{ок}} + Z_{\text{р.к.}} = 60288 + 9043,2 = 69331,2(\text{руб})$$

3) Определяем общий фонд оплаты труда ИТР

$$\Phi_{\text{об.}} = Z_{\text{з.}} + Z_{\text{фн.}}$$

где  $Z_{\text{фн}}$  – премия из фонда накопления, принимаем 20-30% от  $Z_{\text{осн.}}$

$$Z_{\text{ф.н.}} = 60288 \cdot 0,2 = 12057,6(\text{руб})$$

$$\Phi_{\text{об.}} = 69331,2 + 12057,6 = 81388,8(\text{руб})$$

1) Определяем среднемесячную зарплату

Расчет зарплаты участка представляем в таблице 5.5

Таблица 6.5 - Фонд заработной платы всех работающих на участке

Категория	Кол-во. (чел)	Тар. ЗП (руб)	Премия. (руб)	Район коэф (руб)	Осн. ФЗП (руб)	Доп ЗП (руб)	Год ФЗП (руб)	ЗП Ф <sub>нак</sub> (руб)	Общ ФЗП (руб)	Ср.м ЗП (руб)
Осн. произв. раб.	10	29054	29054	6973	427687	55600	483287	4352	548055	3805
Вспом. произв. раб	4	69567	55651	18782	143997	9359,1	244076	7826	251902	3498
ИТР	2	60288	30144	9043	-	-	69331	30144	189907	4144

### 6.6 Составление сметы расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

#### 1) Определяем расходы на амортизацию оборудования

С целью компенсации износа основных фондов используется система амортизационных отчислений, их величина определяется на основе норм амортизации, которые устанавливаются на один год.

Амортизация – это постепенное перенесение стоимости основных фондов на производимую продукцию.

Расчет амортизационных отчислений представим в таблице 5.6

Таблица 6.6 - Амортизационные отчисления

Оборудование	Кол	Стоимость, тыс.руб	Норма амортизации %	Сумма амортизационных отчислений, тыс.руб	
				Одного	Всех
Токарный АТПР2М12	4	560	12	67,2	268,8
Многоцелевой МС12-250	4	860	12	103,2	412,8
Верт.-фрезерный ФП-4	2	550	12	66	132
Коорд.-сверлил. КС12-500	3	1250	12	150	450
Токарный 1А240П	2	300	6	18	36
Электрохимич. установка	1	200	5	10	10

Итого:					1309,6
--------	--	--	--	--	--------

## 2) Расходы на эксплуатацию оборудования

В данную статью входят:

- а) затраты на силовую электроэнергию;
- б) затраты на вспомогательные материалы;

Принимаем условно 10 тыс.руб. на один станок в год

$$\text{т.е } Z_{\text{всп.мат.}}=10 \cdot 16=160 \text{ (тыс.руб.)}$$

в) годовой фонд зарплаты ремонтников и наладчиков с начислениями

$$Z_{\text{рем.}}=244075.7 \text{ руб}$$

Итого на эксплуатацию оборудования:

$$Z_{\text{эксп.обор.}}=1309600 + 175405,65 + 160000 + 244075,7 = 1889171,35 \text{ (руб)}$$

## 3) Текущий ремонт оборудования

Принимаем условно 3% от стоимости оборудования

$$Z_{\text{рем.обор.}}=C_{\text{об}} \cdot 0,03 = 11330 \cdot 0,03 = 339,9 \text{ (тыс.руб)}$$

## 4) Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов

Принимаем условно из расчета 10 тыс.руб. на одного основного производственного рабочего

$$Z_{\text{изн}}=14 \cdot 10=140 \text{ (тыс.руб)}$$

## 5) Прочие расходы

Принимаем условно 3% от суммы всех предыдущих статей

$$Z_{\text{проч.}}=(1889171,35 + 339900 + 140000) \cdot 0,03 = 71072,14 \text{ (руб)}$$

Смету расходов представим в таблице 5.7



Таблица 6.7 - Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Амортизация оборудования	1309600
2	Расходы на эксплуатацию оборудования	1889171,35
3	Текущий ремонт оборудования	339900
4	Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов	140000
5	Прочие расходы	71072,14
	Итого:	3749749,5

б) Определяем процент к основной заработной плате основных производственных рабочих:

$$\% = \frac{43749749,50}{481148,24} \cdot 100\% = 779\%$$

### 6.7 Составление сметы цеховых расходов

#### 1) Содержание аппарата управления

Эти затраты равны фонду оплаты ИТР

$$З_{\text{ап}} = 994775 \text{ руб.}$$

#### 2) Содержание прочего цехового персонала

Эти затраты равны фонду оплаты труда контролеров

$$З_{\text{проч.}} = 83967,32 \text{ руб.}$$

#### 3) Амортизация зданий и сооружений

$$З_{\text{ам}} = C_{\text{зд}} \cdot \%,$$

где  $C_{\text{зд}}$  - стоимость площади участка (см. п. ),  $C_{\text{зд}}=215874$ руб

$\%$  - норма амортизации; 1%

$$З_{\text{ам}} = 215874 \cdot 0,02 = 4317,5(\text{руб}),$$

4) Расходы на рационализацию и изобретательство

Принимаем условно 1000 руб в год на одного основного производственного рабочего.

$$Z_{\text{рац}}=12 \cdot 1000=12000 \text{ (руб)}$$

5) Расходы по технике безопасности

Принимаем условно 2 тыс.руб. в год на одного рабочего

$$Z_{\text{тб}}=12 \cdot 1=12 \text{ (тыс.руб.)}$$

б) Расходы на содержание зданий, сооружений и инвентаря включают:

а) расходы на осветительную электроэнергию

Годовой расход электроэнергии на освещение можно определить по нормам расхода на 1 м<sup>2</sup> площади

$$W_{\text{осв.эл.}} = P_{\text{норм}} \cdot S \cdot F_{\text{осв.нагр.}} \quad (5.17)$$

где  $P_{\text{норм}}$  – норма расхода на 1 м<sup>2</sup> площади,

для механических цехов  $P_{\text{норм}}=(20 \dots 22)$ Вт; [ ,стр.378]

$S=200$  м<sup>2</sup> – площадь участка;

$F_{\text{осв.нагр.}}$ - годовая осветительная нагрузка для широты (40...60°) для механических цехов  $F_{\text{осв.нагр.}}=2100$  часов, [ ,стр.379]

$$W_{\text{осв.}}=21 \cdot 200 \cdot 2100=8820 \text{ (кВт}\cdot\text{ч)}$$

Расходы на освещение

$$Z_{\text{осв.}}=W_{\text{осв.}} \cdot \text{Ц}_{\text{эл.}}=8820 \cdot 1,25=11025 \text{ (руб)}$$

б) расходы на отопление:

$$Q = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} \quad [ \text{ ,стр}382, \text{ ф.}289] \quad (5.18)$$

где  $q_T$  - расход тепла на 1 м<sup>3</sup> здания,  $q_T=(15 \dots 20)$  ккал/час;

$H$  - количество часов в отопительном периоде, для средней полосы

$H=4320$  часов;

$i$ -теплота;  $i=540$  ккал/кг

$$Q = \frac{18 \cdot 4320 \cdot 200 \cdot 4,8}{540 \cdot 1000} = 138,24(m)$$

Тогда затраты на отопление

$$Z_{\text{отоп.}} = Q \cdot C_{\text{отоп.}} = 138,24 \cdot 14,5 = 2004,5 \text{ (руб)}$$

в) расходы воды на хозяйственно - бытовые нужды:

Берем укрупненно для обычных чехов 25 литров в смену на каждого работающего:

$$Q_{\text{воды}} = 25 \cdot Z \cdot 254 = 25 \cdot 20 \cdot 254 = 127000 \text{ (литров в год)} = 127(\text{м}^3).$$

Тогда затраты на воду:

$$Z_{\text{вод}} = Q_{\text{воды}} \cdot C_{\text{воды}} \quad (5.19)$$

$$Z_{\text{вод}} = 127 \cdot 8,44 = 1071,9 \text{ (руб)}$$

где  $C_{\text{воды}} = 8.44$  (руб.) за  $\text{м}^3$ : - стоимость воды на хозяйственно-бытовые нужды.

г) Материалы и зарплата на содержание здания

Принимаем условно 2,5% от стоимости здания

$$Z_{\text{сод.}} = 215874 \cdot 0,025 = 5397 \text{ (руб)}.$$

7) Прочие расходы

Принимаем условно 3% от суммы предыдущих затрат

$$Z_{\text{проч.}} = 0,03 \cdot (11025 + 2004,5 + 1071,9 + 5397) = 5850 \text{ (руб)}.$$

Смету цеховых расходов представим в таблице 5.8.

Таблица 6.8 - Смета цеховых расходов

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Содержание аппарата управления	99475
2	Содержание прочего цехового персонала	799957
3	Амортизация зданий и сооружений	4317,5
4	Расходы на рационализацию и изобретательство	12000
5	Расходы по технике безопасности	12000
6	Содержание зданий и сооружений	27767,7
7	Прочие расходы (3% от суммы п.1....6)	585
	Итого:	975600,12

8) Определяем процент к основной з/п основных производственных рабочих.

$$\% = \frac{975600,12}{481148,24} \cdot 100\% = 200\%$$

#### 6.8 Составление плановой калькуляции на деталь кронштейн

Расчет представим в виде таблицы 6.9

Поделив затраты по соответствующей статье на программу запуска получим затраты на одну деталь

Таблица 6.9 - Плановая калькуляция цеховой себестоимости детали

№ п/п	Статьи затрат	% начисления	Сумма, руб
1	Материалы основные		120,175
2	Транспортно – заготовительные расходы	12% от п.1	14,42
3	Возвратные отходы		7,5
4	Основная зарплата основных производственных рабочих		48,11
5	Дополнительная зарплата основных производственных рабочих		6,25
6	Начисления на социальное страхование основных производственных рабочих	36,5 от (п.4+п.5)	19,84
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	777% от п.4	374,8
8	Цеховые расходы	200% от п.4	96
	Итого цеховая себестоимость:		687,1

## 6.9. Расчет технико – экономических показателей участка.

Определение годовой экономической эффективности.

Годовой экономический эффект от внедрения нового (проектного) технологического процесса определяем по формуле:

$$\mathcal{E}_z = [(C_1 + E \cdot K_{y1}) - (C_2 + E \cdot K_{y2})] \cdot N_3 \quad (5.20)$$

где  $C_1$  - себестоимость детали (базовый вариант),  $C_1=815$ руб;

$C_2$  – себестоимость детали (проектный вариант),  $C_2=687$ руб;

$E$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,

$E = 0,15$ ;

$K_{y1}$  и  $K_{y2}$  – удельные капитальные вложения проектного и базового варианта.

$$K_{y1} = \frac{K_1}{N_3}, \quad (5.21)$$

$$K_{y2} = \frac{K_2}{N_3}$$

где  $K_1$  – капитальные затраты базового варианта,  $K_1=13386600$  руб;

$K_2$  – капитальные затраты проектного варианта,  $K_2=12271400$  руб;

$N_3$  – программа запуска.

$$K_{y1} = \frac{12271400}{10050} = 1221 \text{ (руб)},$$

$$K_{y2} = \frac{13386600}{10050} = 1332 \text{ (руб)}$$

Тогда экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_z = [(815 + 0,15 \cdot 1332) - (687,1 + 0,15 \cdot 1221)] \cdot 10050 = 1455743 \text{ (руб)}$$

Определение срока окупаемости

$$T = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_z} = \frac{13386600 - 12271400}{1455743} = 0,76 \text{ года}$$

Снижение себестоимости

$$C_n = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100\% = \frac{732 - 687}{732} \cdot 100\% = 6,14\%$$

Таблица 6.10 - Техничко-экономические показатели механического участка по производству кронштейна токосъемника

№ п/п	Техничко-экономические показатели	Ед. изм.	Варианты	
			Базовый	Проектный
1	Годовой выпуск деталей	Шт	10000	10000
2	Штучное время	мин	125	39,74
3	Количество станков	Шт	20	16
4	Средний коэффициент загрузки оборудования	----	----	0,76
5	Численность всех рабочих	Чел	33	14
6	Численность основных производственных рабочих	Чел	25	10
7	Средне-месячная зарплата одного производственного рабочего	Руб		
А	Основного	Руб	3015	3805
Б	Вспомогательного	Руб	2964	3498
8	Капитальные затраты на единицу продукции	Руб	1332	1221
9	Цеховая себестоимость детали	Руб	732	687,1
10	Снижение цеховой себестоимости детали	%	----	6,14
11	Годовой экономический эффект	Руб	----	1470818
12	Срок окупаемости	год	----	0,76

Повышение производительности труда:  $T_1 = 60\%$

$$T_1 = \frac{T_2 - T_1}{T_2} * 100 = \frac{125 - 39.75}{125} * 100 = 60\%$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном дипломном проекте использованы достижения современной техники:

1. Использовано современное автоматизированное оборудование: станки с ЧПУ, применяются оптимальные режимы резания, что влияет на повышение производительности труда.
2. Для повышения производительности обработки на операцию 040 было разработано быстродействующее зажимное станочное приспособление.
3. Для получения более качественной резьбы был разработан режущий инструмент метчик - раскатник. Для накатывания резьбы в сквозных отверстиях на операции 045 используем метчик - раскатник с направляющей частью.
4. Разработанное контрольное приспособление позволяет уменьшить время на проверку точности изготовления детали.

В целом, при разработке технологического процесса, быстродействующих зажимных приспособлений, инструмента и выбора оборудования учитывались реальные возможности и потребности производства с целью возможного внедрения дипломного проекта на предприятии.

В результате проведенных работ получен годовой экономический эффект 412346 рублей и срок окупаемости 0,37 года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
- 2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
- 3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
- 4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
- 5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.
- 7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
- 8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.



10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

17 Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П.

Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с. : ил. - Библиогр.: с. 202-203.

40 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

41 Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 с.

42 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

43 Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Бычков, В.Я. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Я. Бычков, А.А. Павлов, Т.И. Чибисова. - Электрон. дан. - М. : МИСИС, 2009. - 146 с.

47 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.









Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.						
010	Точить канавку, выдерж. разм. 11-13																				
020	Точить резьбу, выдерж. разм. 14-17																				
030	Расточить отв., выдерж. разм. 18-19																				
040	Переустановить заготовку																				
050	Точить поверхн., выдерж. разм. 20-21																				
060	Расточить отв., выдерж. разм. 22-24																				
070	Контроль исполнителем																				
08Т	396131XXX- патрон трехкулачковый самоцентрирующий																				
09Т	392195XXX- резец-вставка 20x20 Т15К6; 392195XXX- резец-вставка расточной Т15К6;																				
10Т	392195XXX- резец-вставка канавочный 20x20 Т15К6; 392195XXX- резец-вставка резьбовой Т15К6;																				
11Т	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																				
12																					
13А	XXXXXX 015 4131 Шлифовальная ИОТ И 37.101.7419-85																				
14Б	38132XXX				ЗБ153Т		2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	0,582				
150	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-2																				
160	Контроль исполнителем																				
17Т	396131XXX- патрон цанговый																				
18Т	391810XXX- шлифовальный круг ЗП 600x30x305 24А16СМ28К; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																				
МК																					



Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа												
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.		
01А	XXXXXX		030	0130	Моечная													
02Б	375698XXX				КММ													
03																		
04А	XXXXXX		035	0200	Контрольная													
05																		
06А	XXXXXX		040	0511	Термическая													
07Б	XXXXXX																	
08О	Закалить, отпустить																	
09																		
10А	XXXXXX		045	4131	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85												
11Б	38132XXX				ЗБ153Т	2	18873	411	1Р	1	1	1	236	1	7	0,774		
12О	Шлифовать пов, выдерж. разм. 1-3																	
13О	Контроль исполнителем																	
14Т	396131XXX- патрон цанговый																	
15Т	391810XXX- шлифовальный круг ЗП 600x40x305 91А25НС17К11; 393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84																	
16Т	39120XXX- алмазный карандаш 3908-0052 ГОСТ 607-83; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																	
17																		
18																		
МК																		

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.				
01А	XXXXXX	050	0130	Моечная															
02Б	375698XXX	КММ																	
03																			
04А	XXXXXX	055	0200	Контрольная															
05																			
06																			
07																			
08																			
09																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
МК																			

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Журавлев			ТГУ										
Пров.	Резников													
Н. Контр.	Виткалов			Кронштейн							Цех	Уч.	PM	Опер 005
Наименование операции		Материал			твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД	
4110 Токарная		АК7ч ГОСТ1583-93			250 НВ	166	1,5	Ø93,5x76,5				2,3	1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв	Тпз	Тшт	СОЖ					
TL-15HE		XXXXXX			1,081	0,507	23	1,683	Укринол-1					
P		ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V					
01			мм	мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин					
02O	1. Установить и снять заготовку													
03T	396131XXX- патрон трехкулачковый самоцентрирующий													
04O	2. Точить поверхн., выдерж. разм. 1-5													
05T	392195XXX- резец-вставка контурный 20x20 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;													
06T	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;													
07P		XX	66,2	61	1,6	1	0,5	537	111,8					
08O	2. Переустановить заготовку													
09T	3. Точить поверхн., выдерж. разм. 6-7													
10T	392195XXX- резец-вставка контурный 20x20 Т5К10; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83;													
11T	393120XXX- калибр-скоба ГОСТ 2216-84;													
12P		XX	90,3	72	1,6	1	0,5	394	111,8					
ОКП														

Дубл.									
Взам.									
Подп.									
Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	
01		мм	мм	мм		мм/об	об/мин	л/мин	
02О	4. Расточить отв., выдерж. разм. 8-12								
03Т	392110XXX- резец-вставка расточной Т15К6; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69								
04Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83								
05Р	XX	79,7	72	1,6	1	0,5	402	100,6	
06Р	XX	39,2	31	1,6	1	0,5	817	100,6	
07									
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
11									
19									
ОКП									

Дубл.														
Взам.														
Подп.														
Разраб.	Журавлев			ТГУ										
Пров.	Резников													
Н. Контр.	Виткалов			Кронштейн							Цех	Уч.	РМ	Опер
Наименование операции		Материал		твёрдость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
4260 Фрезерная		АК7ч ГОСТ1583-93		250 НВ	166	1,5	Ø93,5x76,5			2,3	1			
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт		СОЖ					
ЕС-300НЕ		XXXXXX		3,376	0,388	32	3,990		Укринол-1					
Р			ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V				
01					мм	мм	мм	мм/об		об/мин		м/мин		
02О	1. Установить и снять заготовку													
03Т	396131XXX- приспособление специальное													
04О	2. Сверлить отв., выдерж. разм. 1-3													
05Т	391267XXX- сверло спиральное комбинированное Ø10 Р6М5К5, 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 14807-69													
06Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83													
07Р			XX	10	10	5,0	1	0,25	764	24,0				
08О	3. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 4-8													
09Т	391810XXX - фреза двухугловая несимметричная ТУ 2-035-526-76 Ø160 z =22 Р6М5К5,													
10Т	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83													
11Р			XX	14	4,5	16	1	2,2	159	80,0				
12О	4. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 9-11													
ОКП														

Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V
01	мм		мм	мм		мм/об	об/мин	м/мин
02Т	391810XXX - фреза дисковая B=7, Ø125, z =22 ГОСТ 3964-69, P6M5K5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83							
03Р	XX	14	4,5	3	1	2,2	216	85,0
04О	5. Фрезеровать пов., выдерж. разм. 12-18							
05Т	391810XXX - фреза дисковая B=12, Ø125, z =22 ГОСТ 3964-69, P6M5K5; 393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83							
06Р	XX	6	4,5	0,8	1	2,2	229	90,0
07								
08								
09								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
11								
19								
ОКП								