



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

Институт Кибернетики  
Направление подготовки (специальность) 15.04.01 «Машиностроение»  
Кафедра «Технология автоматизированного машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой  
\_\_\_\_\_  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ41	Шумахеру Артуру Юрьевичу

Тема работы:

Модернизация фрезерного станка 6Н83 и разработка оснастки для фрезерования винтов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.02.2016 №947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Объектом исследования является – модернизация фрезерного станка 6Н83 Задачи: 1. Обзор литературы; 2. Исследовать режимы обработки шнеков; 3. Расчет режимов резания обработки шнеков; 4. Разработка компоновки конструкции фрезерного станка 6Н83.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1. Анализ конструкции фрезерного станка; 2. Подбор оптимальных режимов резания; 3. Подбор оборудования; 4. Проектирование оснастки для фрезерного станка 6Н83;

	<p>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</p> <p>6. Социальная ответственность.</p>
<b>Перечень графического материала</b>	<p>1. Демонстрационный материал (презентация в MS Power Point);</p> <p>2. 9 чертежей деталей формата А3</p>
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Исследовательский	Охотин Иван Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна
Исследовательский (на англ. яз.)	Степура Светлана Николаевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Обзор литературы	

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин И.С.	КТН		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Шумахер Артур Юрьевич		

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа 106 с., 31 рис.,  
22 табл., 15 источников, 5 прил.

Ключевые слова: фрезерный станок, модернизация станка,  
винтовая поверхность, подбор оборудования

Объектом исследования являются: горизонтально-фрезерный станок  
6Н83, детали типа «шнек»

Цель работы – модернизация фрезерного станка 6Н83 и разработка  
оснастки для фрезерования винтов

В процессе исследования проводились: разработка компоновки станка,  
расчет режимов обработки деталей типа «шнек»

В результате исследования подобраны: оптимальные режимы  
резания, инструмент, подобрано оборудование и спроектированы детали  
собственного производства

Основные конструктивные, технологические и технико-  
эксплуатационные характеристики: параметры разработанной оснастки  
полностью соответствует требованиям технического задания.

Степень внедрения: 100%

Область применения: машиностроение, станкостроение

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение  
производительности труда

В будущем планируется модернизация станка, обработка на станке  
винтовых поверхностей.

Оглавление	
РЕФЕРАТ .....	4
Введение.....	7
1. Литературный обзор.....	9
1.1 Методы фрезерования винтовых канавок.....	9
1.2 Образование винтовых канавок.....	10
1.3 Краткая характеристика горизонтально-фрезерного станка 6Н83 .....	11
2. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ .....	14
2.1 Расчет режимов и мощности резания для фрезерования «шнеков» ...	14
2.2 Перерасчет режимов и мощности резания фрезерования «шнеков» ..	40
2.3 Эксперимент.....	45
3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 6Н83 И РАЗРАБОТКА ОСНАСТКИ.....	48
3.1 Техническое задание.....	48
3.2 Модернизация станка .....	48
3.3 Схема обработки .....	49
3.4 Расчет привода .....	49
3.5 Подбор оборудования.....	50
3.6 Детали собственного производства .....	54
3.7 Выбор инструмента.....	54
4. АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «КОМПАС-3D».....	56
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	64
Введение.....	64
5.1 Описание предприятия .....	64
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	65
5.3 SWOT-анализ.....	67
5.4 Инициация проекта .....	68
5.4.1 Цели и результат проекта.....	68
5.4.2. Организационная структура проекта.....	69
5.4.3 Ограничения и допущения проекта .....	70

5.5 План проекта.....	70
5.6 Бюджет научного исследования.....	71
5.7 Матрица ответственности.....	75
5.8 Реестр рисков проекта.....	77
5.9 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	77
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	83
Введение.....	83
6.1 Анализ опасных и вредных факторов.....	84
6.1.1 Производственный шум.....	85
6.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения.....	85
6.1.3 Поражение электрическим током.....	86
6.2 Эргономический анализ трудового процесса.....	87
6.2.1 Микроклимат.....	87
6.2.2 Освещение.....	89
6.2.3 Эргономические требования к рабочему месту.....	91
6.3. Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов.....	96
6.4. Пожарная безопасность.....	97
6.4.1 Причины возникновения пожара.....	97
6.4.2. Профилактика пожара.....	98
6.5. Охрана окружающей среды.....	99
Заключение.....	104
Список использованных источников.....	105

## **Введение**

Важнейшими условиями увеличения роста промышленной продукции является развитие электрификации, комплексной механизации и автоматизации, внедрение новейшего высокопроизводительного оборудования и передовой технологии, широкая замена и модернизация устаревшего оборудования. Осуществление этих задач в машиностроительной металлообрабатывающей промышленности связано в первую очередь с повышением производительности основного технологического оборудования – металлорежущих станков. Работа над созданием и совершенствованием средств автоматизации должна развиваться в двух направлениях: создание средств автоматизации выпускаемого и действующего в настоящее время оборудования с целью повышения его эффективности; создание новых автоматизированных технологических комплексов, где увязаны вопросы повышения производительности, надежности, точности выполнения работ, а также уровня автоматизации операций с необходимой и экономически оправданной гибкостью для быстрой переналадки с целью адаптации к изменяющимся производственным условиям. Для обеспечения повышения производительности труда в машиностроении большое значение имеет более полное использование действующего парка станков, в первую очередь за счет его модернизации и реконструкции. Работами, проведенными в промышленности в последние годы, практически доказана возможность значительного повышения эксплуатационных показателей действующих станков путем несложной их переделки. Однако подавляющая часть работ в области модернизации оборудования проводилась только в направлении повышения быстроходности и мощности. Вопросами механизации и автоматизации рабочего цикла станков уделялось мало внимания. В результате производительность станков повысилась недостаточно, значительно возрос удельный вес затрат времени на выполнение вспомогательных и подготовительно – заключительных работ. Основным направлением модернизации действующего парка станков для обеспечения

его наибольшей производительности должно явиться комплексное решение всех факторов, влияющих на производительность, и в первую очередь на повышении уровня автоматизации станков.

Тема магистерской диссертации: «Разработка оснастки для фрезерного станка 6Н83 для фрезерования винтовых поверхностей» с целью повышения производительности труда. Одной из главных проблем при обработки винтовых поверхностей, типа шнека, является обеспечение угла поворота направляющих станка, а так же вращение самой заготовки. Задача состоит в следующем: модернизация станка, подбор оборудования, разработка деталей собственного производства, проверка прочности и режимов оборудования, расчет режимов резания и экономичность данной работы. [5]

## 1. Литературный обзор

### 1.1 Методы фрезерования винтовых канавок

Винтовые канавки можно фрезеровать концевой фрезой на вертикально-фрезерном станке и дисковой фрезой на горизонтально-фрезерном станке.

На рис. 1.1, а показана концевая фреза, обрабатывающая правую прямоугольную винтовую канавку на цилиндре, а на рис. 1.1, б — дисковая двухугловая фреза, обрабатывающая левую угловую винтовую канавку на цилиндре. Каждый из этих способов фрезерования позволяет обработать как правую, так и левую винтовые канавки, но для этого надо соответственно выполнить настройку гитары делительной головки.

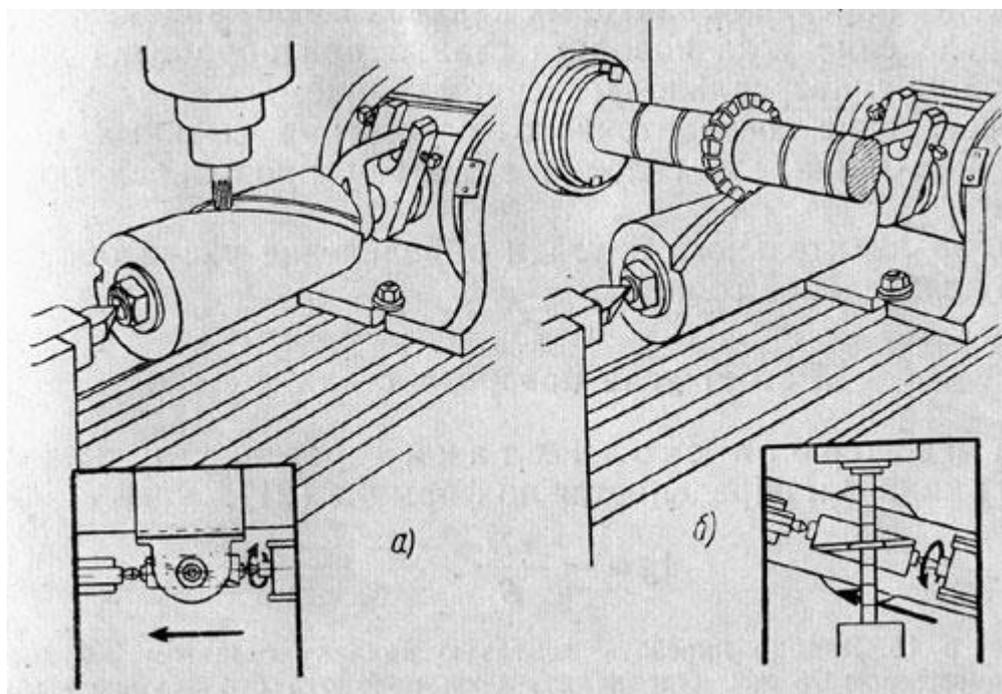


Рисунок 1.1 - Фрезерование винтовых канавок  
а-концевой фрезой, б-дисковой фрезой

Из рис. 1.1, б видно, что дисковая фреза, вращаясь, как бы катится по фрезеруемой канавке. Чтобы фреза могла катиться в канавке, а не идти в ней боком, необходимо ось цилиндра повернуть на соответствующий угол к оси шпинделя станка, в котором установлена оправка с фрезой. Фрезеруемая канавка на цилиндре только тогда получает профиль обрабатывающей ее фрезы, когда наклон фрезеруемой канавки и плоскость вращения фрезы совпадают.

При фрезеровании винтовой канавки дисковой фрезой (рис. 1.1, б) стол станка должен быть повернут так, чтобы плоскость вращения фрезы совпала с наклоном канавки. Так как возможность поворота стола имеют только универсально-фрезерные станки, то винтовые канавки дисковой фрезой можно фрезеровать только на этих станках.

При фрезеровании винтовой канавки концевой фрезой (рис. 1.1, а) стол станка не должен быть повернут, так как плоскость вращения фрезы совпадает с наклоном канавки. Однако следует учесть, что концевой фрезой можно фрезеровать только прямоугольные или симметричные V-образные канавки, так как концевая фреза может иметь либо цилиндрическую, либо коническую режущую кромку.

Для получения фасонных винтовых канавок единственным методом является фрезерование дисковой фасонной фрезой на универсально-фрезерном станке. Из изложенного видно, что расчеты при наладке фрезерного станка для нарезания винтовых канавок имеют задачей:

- 1) определение угла поворота станка при обработке дисковой фрезой на универсально-фрезерном станке;
- 2) определение передаточного отношения сменных колес, соединяющих шпиндель головки с винтом продольной подачи стола;
- 3) выбор делительного круга и определение числа оборотов рукоятки делительной головки. [2]

## **1.2 Образование винтовых канавок**

Чтобы на цилиндрической поверхности получить винтовую канавку (спираль) нужного шага, надо сообщить цилиндру равномерное вращение и одновременно либо ему, либо режущему инструменту равномерное перемещение вдоль оси цилиндра. Эти два движения должны быть так рассчитаны, чтобы за один полный оборот цилиндра инструмент переместился вдоль оси на величину шага.

При нарезании винтовых канавок на фрезерном станке обрабатываемой заготовке (цилиндру) сообщают вращение вокруг оси и прямолинейное

движение вдоль оси. Режущий инструмент — фреза—получает обычное вращательное движение.

Чтобы образовать винтовые канавки многозаходной резьбы, после обработки каждой канавки необходимо повернуть заготовку относительно режущего инструмента на долю оборота, равную  $1/z$ , где  $z$  — число заходов резьбы, и обработать следующую канавку. Таким образом, при фрезеровании винтовых канавок надо сообщить обрабатываемой заготовке следующие движения:

1) равномерное вращение вокруг ее оси за счет вращения шпинделя делительной головки, в центрах или патроне которой закреплена заготовка;

2) равномерное перемещение вдоль оси за счет продольной подачи стола станка, на котором установлена делительная головка с закрепленной заготовкой;

3) поворот после каждого прохода на долю оборота, равную  $1/z$ , при помощи делительного диска.

Чтобы шпиндель делительной головки получил равномерное вращение, его соединяют через набор сменных зубчатых колес с винтом продольной подачи стола. Благодаря этой связи фрезеруемая заготовка получает необходимые движения; она вращается вокруг своей оси и одновременно получает продольное перемещение вдоль оси, так что профрезерованная канавка получается винтовой. [12]

### **1.3 Краткая характеристика горизонтально-фрезерного станка 6Н83**

Горизонтальный консольно-фрезерный станок 6Н83 предназначен для обработки различных изделий сравнительно небольших размеров из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс в основном цилиндрическими, торцовыми, дисковыми, угловыми, фасонными и модульными фрезами специальными фрезами в условиях индивидуального и серийного производства.

Широкий диапазон скоростей шпинделя и подач стола обеспечивает возможность обработки изделий на оптимальных режимах резания. Для вращения шпинделя и механических подач стола предусмотрены приводы от отдельных электродвигателей. Стол станка может совершать быстрые перемещения в трех направлениях. Ручной и механический приводы заблокированы. Выключение механических перемещений стола может осуществляться упорами и вручную. Для торможения шпинделя применяется электромагнитная муфта.

Станок может применяться в единичном мелкосерийном и серийном производстве.

Технические характеристики:

Мощность главного электродвигателя, кВт .....10

Масса станка, кг .....3800

Габарит станка (длина x ширина x высота), мм .....2370 x 2140 x 1800

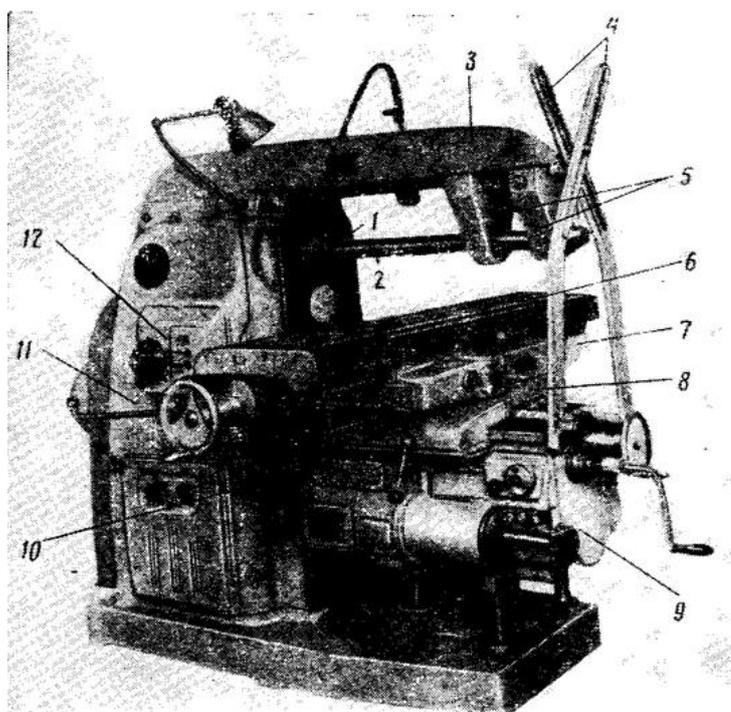


Рисунок 1.2 – Станок 6Н83

На рис. 1.2 показан универсальный горизонтально-фрезерный станок 6Н83 Горьковского завода фрезерных станков. По его станине 11 может перемещаться в вертикальном направлении консоль 9, по направляющим этой

консоли в свою очередь могут передвигаться параллельно оси шпинделя 1 поперечные салазки 8. С салазками связана поворотная часть 7, по направляющим которой может передвигаться перпендикулярно к оси шпинделя стола 6. Станок имеет коробку скоростей 12 и коробку подач 10.

Для закрепления фрезы служит оправка 2, которая одним концом входит в шпиндель, а другим опирается на серьгу 5, связанную с хоботом 3. Для увеличения жесткости станка при тяжелых режимах резания используются поддержки 4. [9]

## 2. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ

### 2.1 Расчет режимов и мощности резания для фрезерования

«шнеков»

Основные параметры исследуемых шнеков представлены в табл. 2.1

Таблица 2.1 – Параметры шнеков

№	Название шнека	l, мм	h, мм	d, мм	$\alpha$ , °
1	NR – 46 Шнек SC 90 -45	90	45	46.4	17
2	NR – 46 Шнек SC 90 -60	90	60	46.4	22
3	NR – 75 Шнек S 150 -75	150	75	77	17
4	NR – 75 Шнек S 150 -100	150	100	77	22.5
5	STS – 75 Шнек 72-72	72	72	71	18
6	STS – 75 Шнек 96-96	96	96	71	23
7	STS – 75 Шнек 112-112	112	112	71	27
8	STS – 75 Шнек S56-28L	28	56	71	14
9	STS – 75 Шнек S56-586	56	56	71	14
10	ТЕК – 70 Шнек SC 45-45	45	45	70.5	11.5
11	ТЕК – 70 Шнек SC 60-60	60	60	70.5	15
12	ТЕК – 70 Шнек SC 90-90	90	90	70.5	22

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [8].

1. NR-46 Шнек SC 90-45.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=200 мм, z=14

Глубина резания: t=7,7 мм.

Ширина: B=22,5 мм.

1. Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

где  $K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания учитывающий фактические условия резания.  $K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{pv}$ , где  $K_{mv}$  - коэффициент учитывающий влияние материала заготовки.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750/\sigma_B)^{n_v}, n_v=1, K_r=1, \sigma_B=710 \text{ МПа}, K_{mv}=1 \cdot (750/710)^1=1.06;$$

$$K_{pv} - \text{коэффициент учитывающий состояние поверхности, } K_{pv}=0.9;$$

$$K_{uv} - \text{коэффициент учитывающий материал инструмента, } K_{uv}=1$$

$$K_v = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$1) C_v = 75,5, x = 0,3, y = 0,2, u = 0,1, p=0, m = 0,2, q=0,25, T=180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 62,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{62,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 99,5 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 95, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 59,7 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

где  $z$  - число зубьев фрезы;  $n$  - частота вращения фрезы, об/мин;  $K_{MP}$  - поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала.

$$K_{MP} = (\sigma_B/750)^n, n=0.75, \sigma_B=710 \text{ МПа}, K_{MP} = (710/750)^{0.75} = 0.9$$

$$C_p = 68,2, x = 0,86, y = 0,72, u=1, q=0,86, w=0, K_{MP}=0,98$$

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

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 22,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 95^0} = 767,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{767,5 \cdot 200}{200} = 767,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{767,5 \cdot 59,7}{61200} = 0,75 \text{ кВт.}$$

2. Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 48,5, \quad x = 0,3, \quad y = 0,4, \quad u = 0,1, \quad p = 0,1, \quad m = 0,2, \quad q = 0,25, \quad T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 39,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{39,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 62,7 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 60, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 68,2, \quad x = 0,86, \quad y = 0,72, \quad u = 1, \quad q = 0,86, \quad w = 0, \quad K_{MP} = 0,98$$

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

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 22,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 60^0} = 3325,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3325,7 \cdot 200}{200} = 3325,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3325,7 \cdot 37,7}{61200} = 2,1 \text{ кВт.}$$

2. NR-46 Шнек SC 90-60.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=7,7$  мм.

Ширина:  $B=30$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 75,5 \quad x = 0,3, \quad y = 0,2, \quad u = 0,1, \quad p = 0,1, \quad m = 0,2, \quad q = 0,25, \quad T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 30^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$
$$= 60,8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{60,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 96,8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 95, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 59,7 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 68,2, \quad x = 0,86, \quad y = 0,72, \quad u = 1, \quad q = 0,86, \quad w = 0, \quad K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 95^0}$$
$$= 1023,3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1023,3 \cdot 200}{200} = 1023,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1023,3 \cdot 59,7}{61200} = 1 \text{ кВт.}$$

3. Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 48,5 \quad x = 0,3, \quad y = 0,4, \quad u = 0,1, \quad p = 0,1, \quad m = 0,2, \quad q = 0,25, \quad T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 30^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 38,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{38,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 60,8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 60, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 68,2, \quad x = 0,86, \quad y = 0,72, \quad u = 1, \quad q = 0,86, \quad w = 0, \quad K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 60^0}$$

$$= 4434,2 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{4434,2 \cdot 200}{200} = 4434,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4434,2 \cdot 37,7}{61200} = 2,7 \text{ кВт.}$$

### 3. NR-75 Шнек S 150-75.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=14,5$  мм.

Ширина:  $B=37,5$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 75,5 \quad x = 0,3, \quad y = 0,2, \quad u = 0,1, \quad p = 0,1, \quad m = 0,2, \quad q = 0,25, \quad T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 37,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$
$$= 49,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{49,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 78,7 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 75, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 68,2, \quad x = 0,86, \quad y = 0,72, \quad u = 1, \quad q = 0,86, \quad w = 0, \quad K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$
$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 37,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 2202,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2202,5 \cdot 200}{200} = 2202,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2202,5 \cdot 47,1}{61200} = 1,7 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S = 0,15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 48,5 \quad x = 0,3, \quad y = 0,4, \quad u = 0,1, \quad p = 0,1, \quad m = 0,2, \quad q = 0,25, \quad T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 37,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 30,8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{30,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 49 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 37,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} = 9544,3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{9544,3 \cdot 200}{200} = 9544,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{9544,3 \cdot 29,8}{61200} = 4,7 \text{ кВт.}$$

4. NR-75 Шнек S 150-100.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=14,5$  мм.

Ширина:  $B=50$  мм.

Подача:  $S=0,02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$$

$$C_V = 75,5$$
,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180$  мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 50^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 48 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{48 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 76,4 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 75$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 41,1 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 37,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 2936,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2936,7 \cdot 200}{200} = 2936,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2936,7 \cdot 41,1}{61200} = 2 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_v=48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 50^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 30,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{30,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 48,1 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 37,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} = 12725,8 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{12725,8 \cdot 200}{200} = 12725,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{12725,8 \cdot 29,8}{61200} = 6,2 \text{ кВт.}$$

5. STS – 75 Шнек 72-72.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=12$  мм.

Ширина:  $B=36$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_V = 75,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180$  мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 36^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 51,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{51,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 81,9 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 75$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 36^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} \\ = 1796,3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1796,3 \cdot 200}{200} = 1796,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1796,3 \cdot 47,1}{61200} = 1,4 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

$K_v=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_v = 48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 36^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 33 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{33 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 52,6 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 36^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} \\ = 7784\text{Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{7784 \cdot 200}{200} = 7784\text{Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{7784 \cdot 29,8}{61200} = 3,8\text{кВт.}$$

6. STS – 75 Шнек 96-96.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=12$  мм.

Ширина:  $B=48$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$$

$C_v = 75,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180$ мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 48^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 49,1\text{м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{49,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 78,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 75$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1\text{м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12 \cdot 0,02^{0,72} \cdot 48^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 2395,1 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2395,1 \cdot 200}{200} = 2395,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2395,1 \cdot 47,1}{61200} = 1,8 \text{ кВт}$$

Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_v = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$C_v = 48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q = 0,25$ ,  $T = 180$  мин.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 48^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 = 32,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{32,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 51,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p = 68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u = 1$ ,  $q = 0,86$ ,  $w = 0$ ,  $K_{MP} = 0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 48^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} = 10378,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{10378,7 \cdot 200}{200} = 10378,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{10378,7 \cdot 29,8}{61200} = 5 \text{ кВт.}$$

7. STS – 75 Шнек 112-112.

Инструмент:

Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=200 мм, z=14

Глубина резания: t=12 мм.

Ширина: B=56 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 75,5, x = 0,3, y = 0,2, u = 0,1, p = 0,1, m = 0,2, q = 0,25, T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 56^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$
$$= 49,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{49,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 78,2 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 75, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 68,2, x = 0,86, y = 0,72, u = 1, q = 0,86, w = 0, K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12 \cdot 0,02^{0,72} \cdot 56^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0}$$
$$= 2794,3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2794,3 \cdot 200}{200} = 2794,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2794,3 \cdot 47,1}{61200} = 2,2 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$C_V = 48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q = 0,25$ ,  $T = 180$  мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 56^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$
$$= 31,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{31,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 50,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u = 1$ ,  $q = 0,86$ ,  $w = 0$ ,  $K_{MP} = 0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 56^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0}$$
$$= 10964,8 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{10964,8 \cdot 200}{200} = 10964,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{10964,8 \cdot 29,8}{61200} = 5,3 \text{ кВт.}$$

8. STS – 75 Шнек S56-28L.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=12$

Глубина резания:  $t=12$  мм.

Ширина:  $B=20$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$C_V = 75,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p = 0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q = 0,25$ ,  $T = 180$  мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 20^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$
$$= 54,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{54,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 86,6 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 95$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 59,7 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p = 68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u = 1$ ,  $q = 0,86$ ,  $w = 0$ ,  $K_{MP} = 0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 95^0}$$
$$= 998 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{998 \cdot 200}{200} = 998 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{998 \cdot 59,7}{61200} = 0,97 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 48,5, x = 0,3, y = 0,4, u = 0,1, p = 0,1, m = 0,2, q = 0,25, T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 20^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 34,97 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{34,97 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 55,7 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 60, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 68,2, x = 0,86, y = 0,72, u = 1, q = 0,86, w = 0, K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 20^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 60^0}$$

$$= 4324,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{4324,5 \cdot 200}{200} = 4324,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4324,5 \cdot 37,7}{61200} = 2,7 \text{ кВт.}$$

9. STS – 75 Шнек S56-56.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=200 мм, z=14

Глубина резания: t=12 мм.

Ширина: B=28 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 75,5, x = 0,3, y = 0,2, u = 0,1, p = 0,1, m = 0,2, q = 0,25, T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 28^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 52,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{52,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 83,6 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 75, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p = 68,2, x = 0,86, y = 0,72, u = 1, q = 0,86, w = 0, K_{MP} = 0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 28^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0}$$

$$= 1397,1 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1397,1 \cdot 200}{200} = 1397,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1397,1 \cdot 47,1}{61200} = 1,1 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S = 0,15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$$K_V = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_V = 48,5, x = 0,3, y = 0,4, u = 0,1, p = 0,1, m = 0,2, q = 0,25, T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 28^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 33,7 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{33,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 53,7 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 28^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0}$$

$$= 6054,3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{6054,3 \cdot 200}{200} = 6054,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6054,3 \cdot 29,8}{61200} = 3 \text{ кВт.}$$

10. ТЕК – 70 Шнек SC 45-45.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200 \text{ мм}$ ,  $z=14$

Глубина резания:  $t=12,5 \text{ мм}$ .

Ширина:  $B=22,5 \text{ мм}$ .

Подача:  $S=0,02 \text{ мм/зуб}$ .

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V$$

$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_V = 75,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180 \text{ мин}$ .

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 52,6 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{52,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 83,8 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 75$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 22,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 1163,8 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1163,8 \cdot 200}{200} = 1163,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1163,8 \cdot 47,1}{61200} = 0,9 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V$$

$K_V=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_V = 48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 34,5 \text{ /мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{34,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 54,9 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 60$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7$  м/мин

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 22,5^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 60^0} = 5043,1 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{5043,1 \cdot 200}{200} = 5043,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5043,1 \cdot 37,7}{61200} = 3,1 \text{ кВт.}$$

11. ТЕК – 70 Шнек SC 60-60.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента:  $D=200$  мм,  $z=14$

Глубина резания:  $t=12,5$  мм.

Ширина:  $B=30$  мм.

Подача:  $S=0.02$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

$K_v=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_v = 75,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,2$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180$ мин.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 30^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 52 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{52 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 82,8 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 75$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1$  м/мин

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p=68,2$ ,  $x = 0,86$ ,  $y = 0,72$ ,  $u=1$ ,  $q=0,86$ ,  $w=0$ ,  $K_{MP}=0,98$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 1551,7\text{Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1551,7 \cdot 200}{200} = 1551,7\text{Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1551,7 \cdot 47,1}{61200} = 1,2\text{кВт.}$$

Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

$K_v=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$

$C_v = 48,5$ ,  $x = 0,3$ ,  $y = 0,4$ ,  $u = 0,1$ ,  $p=0,1$ ,  $m = 0,2$ ,  $q=0,25$ ,  $T=180$ мин.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 30^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 33,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{33,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 53,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8$  м/мин

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p=68,2, x = 0,86, y = 0,72, u=1, q=0,86, w=0, K_{MP}=0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 30^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} = 6724,1 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{6724,1 \cdot 200}{200} = 6724,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6724,1 \cdot 29,8}{61200} = 3,3 \text{ кВт.}$$

12. ТЕК – 70 Шнек SC 90-90.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=200 мм, z=14

Глубина резания: t=12,5 мм.

Ширина: B=45 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

$$K_v = 1,05 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,945$$

$$C_v = 75,5, x = 0,3, y = 0,2, u = 0,1, p = 0,1, m = 0,2, q = 0,25, T = 180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{75,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 45^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 51 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{51 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 81,2 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 75, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 47,1 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p=68,2, x = 0,86, y = 0,72, u=1, q=0,86, w=0, K_{MP}=0,98$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,02^{0,72} \cdot 45^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 75^0} = 2327,6 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2327,6 \cdot 200}{200} = 2327,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2327,6 \cdot 47,1}{61200} = 1,8 \text{ кВт.}$$

Подача:  $S=0.15$  мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_v=1,05 \cdot 0,9 \cdot 1=0,945$$

$$C_v = 48,5, x = 0,3, y = 0,4, u = 0,1, p=0,1, m = 0,2, q=0,25, T=180 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 45 \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945 \\ = 31,9 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{31,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 50,8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 47,5, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

$$C_p=68,2, x = 0,86, y = 0,72, u=1, q=0,86, w=0, K_{MP}=0,98$$

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

$$= \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 12,5^{0,86} \cdot 0,15^{0,72} \cdot 45^1 \cdot 14 \cdot 0,98}{200^{0,86} \cdot 47,5^0} = 9287,6 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{9287,6 \cdot 200}{200} = 9287,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{9287,6 \cdot 29,8}{61200} = 4,5 \text{ кВт.}$$

Чтобы посчитать мощность привода подачи и привода вращения, надо разложить силу резания на осевую и радиальную составляющие (рис. 2.1).

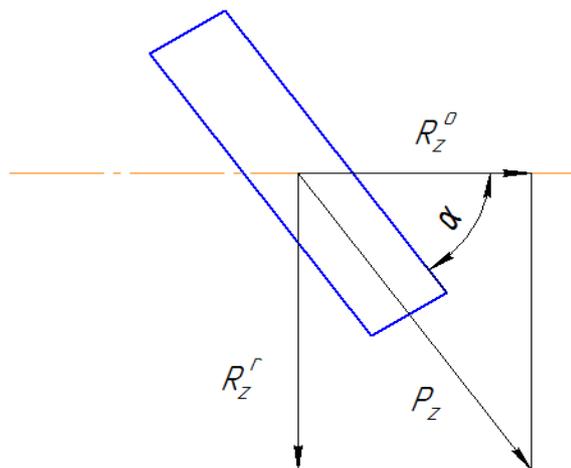


Рисунок 2.1 – Проекция силы резания

Их схемы (рис. 2.1) получаем:  $R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha$ ,  $R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha$ . По получившимся формулам рассчитываем осевую и радиальную составляющие силы резания для всех типов шнеков.

1. NR – 46 Шнек SC 90-45.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 767,5 \cdot \cos 17^\circ = 734 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 767,5 \cdot \sin 17^\circ = 224,4 \text{ Н}$$

s=0,15

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 3325,7 \cdot \cos 17^\circ = 3180,4 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 3325,7 \cdot \sin 17^\circ = 972,3 \text{ Н}$$

2. NR – 46 Шнек SC 90-60.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1023,3 \cdot \cos 22^\circ = 948,8\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1023,3 \cdot \sin 22^\circ = 383,3\text{H}$$

s=0,15

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 4434,2 \cdot \cos 22^\circ = 4111,3\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 4434,2 \cdot \sin 22^\circ = 1661,1\text{H}$$

3. NR – 75 Шнек S 150-75.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 2202,5 \cdot \cos 17^\circ = 2106,3\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 2202,5 \cdot \sin 17^\circ = 644\text{H}$$

s=0,15

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 9544,3 \cdot \cos 17^\circ = 9127,3\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 9544,3 \cdot \sin 17^\circ = 2790,5\text{H}$$

4. NR – 75 Шнек SC 150-100.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 2936,7 \cdot \cos 22,5^\circ = 2713,2\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 2936,7 \cdot \sin 22,5^\circ = 1123,8\text{H}$$

s=0,15

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 12725,8 \cdot \cos 22,5^\circ = 11757,1\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 12725,8 \cdot \sin 22,5^\circ = 4870\text{H}$$

5. STS – 75 Шнек 72-72.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1796,3 \cdot \cos 18^\circ = 1708,4\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1796,3 \cdot \sin 18^\circ = 555,1\text{H}$$

s=0,15

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 7784 \cdot \cos 18^\circ = 7403\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 7784 \cdot \sin 18^\circ = 2405,4\text{H}$$

6. STS – 75 Шнек 96-96.

s=0,02

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 2395,1 \cdot \cos 23^\circ = 2204,7\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 2395,1 \cdot \sin 23^\circ = 935,8\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 10378,7 \cdot \cos 23^\circ = 9553,6\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 10378,7 \cdot \sin 23^\circ = 4055,3\text{H}$$

7. STS – 75 Шнек 112-112.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 2794,3 \cdot \cos 27^\circ = 2489,7\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 2794,3 \cdot \sin 18^\circ = 1268,6\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 10964,8 \cdot \cos 27^\circ = 9769,7\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 10964,8 \cdot \sin 23^\circ = 4977,9,6\text{H}$$

8. STS – 75 Шнек S56-28L.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 998 \cdot \cos 14^\circ = 968,4\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 998 \cdot \sin 14^\circ = 241,4\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 4324,5 \cdot \cos 14^\circ = 4196\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 4324,5 \cdot \sin 14^\circ = 1046,2\text{H}$$

9. STS – 75 Шнек S56-56.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1397,1 \cdot \cos 14^\circ = 1355,6\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1397,1 \cdot \sin 14^\circ = 338\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 6054,3 \cdot \cos 14^\circ = 5874,5\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 6054,3 \cdot \sin 14^\circ = 1464,7\text{H}$$

10. ТЕК – 70 Шнек SC 45-45.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1163,8 \cdot \cos 11,5^\circ = 1140,4\text{H} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1163,8 \cdot \sin 11,5^\circ = 232\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 5043,1 \cdot \cos 11,5^\circ = 4941,9\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 5043,1 \cdot \sin 11,5^\circ = 1005,4\text{Н}$$

11. ТЕК – 70 Шнек SC 60-60.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1551,7 \cdot \cos 15^\circ = 1498,8\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1551,7 \cdot \sin 15^\circ = 401,6\text{Н}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 6724,1 \cdot \cos 15^\circ = 6495\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 6724,1 \cdot \sin 15^\circ = 1740,3\text{Н}$$

12. ТЕК – 70 Шнек SC 90-90.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 2327,6 \cdot \cos 22^\circ = 2158,1\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 2327,6 \cdot \sin 22^\circ = 871,9\text{Н}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 9287,6 \cdot \cos 22^\circ = 8611,3\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 9287,6 \cdot \sin 22^\circ = 3479,2\text{Н}$$

Все расчеты режимов резания фрезерования шнеков сведены в таблицу А.1 (Приложение А)

## **2.2 Перерасчет режимов и мощности резания фрезерования «шнеков»**

Из таблицы А.1(приложение А) видно, что мощности оборудования нам не хватает, следовательно, надо уменьшить силу резания, а этого можно достичь за счет уменьшения подачи на зуб, либо уменьшением припуска на обработку, т.е. обрабатывать не за один проход, а за два или более.

Пересчитать режимы резания для шнеков, исходя из мощности оборудования.

Принимаем  $N=9\text{кВт}$

### **1. NR-46 Шнек SC 90-45**

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{102 \cdot 60 \cdot 9}{37,7} = 1461 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1461 \cdot 200^{0,86} \cdot 60^0}{682 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 22,5^{1,1} \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,11$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,11^{0,2} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 45,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{45,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 72,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 60$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 1461 \cdot \cos 17^\circ = 1397,2 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 1461 \cdot \sin 17^\circ = 427,2 \text{ Н}$$

### 1. NR-46 Шнек SC 90-60.

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{102 \cdot 60 \cdot 9}{37,7} = 1461 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1461 \cdot 200^{0,86}}{10 \cdot 68,2 \cdot 7,7^{0,86} \cdot 30^1 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,1$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 30^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 45,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{45,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 72,5 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 60$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 1461 \cdot \cos 22^\circ = 1354,6 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 1461 \cdot \sin 22^\circ = 547,3 \text{ Н}$$

### 2. NR-75 Шнек S 150-75

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 37,5 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,05$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,05^{0,4} \cdot 37,5^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,945$$

$$= 48,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{48,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 77 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 17^\circ = 1767,5 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 23,17^\circ = 540,4$$

### 3. NR-75 Шнек S 150-100

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{10 \cdot 68,2 \cdot 14,5^{0,86} \cdot 50 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,04$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,04^{0,4} \cdot 50^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,95$$

$$= 51,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{51,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 82 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 22,5^\circ = 1707,69 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 22,5^\circ = 707,3 \text{ Н}$$

### 4. STS – 75 Шнек 72-72.

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 36 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,06$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{48,5 \cdot 200^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,06^{0,4} \cdot 36^{0,1} \cdot 14^{0,1}} \cdot 0,95$$

$$= 47,9 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{47,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 200} = 76,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно  $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 18^\circ = 1757,8\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 18^\circ = 571,2\text{Н}$$

### 5. STS – 75 Шнек 96-96

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 48 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,05$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 4811,3 \cdot \cos 23^\circ = 1701,4\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 4811,3 \cdot \sin 23^\circ = 722,2\text{Н}$$

### 6. STS – 75 Шнек 112-112

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 56 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,04$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 27^\circ = 1646,9\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 27^\circ = 839,1\text{Н}$$

### 7. STS – 75 Шнек S56-28L

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{102 \cdot 60 \cdot 9}{37,7} = 1461 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{1461 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 20 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,09$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 60$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1461 \cdot \cos 14^\circ = 1417,6\text{Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1461 \cdot \sin 14^\circ = 353,5\text{Н}$$

### 8. STS – 75 Шнек S56-56

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 28 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,08$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 14^\circ = 1793,4 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 14^\circ = 447,1 \text{ Н}$$

### 9. ТЕК – 70 Шнек SC 45-45

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{102 \cdot 60 \cdot 9}{37,7} = 1461 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{1461 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 22,5 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,08$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 60$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 37,7 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1461 \cdot \cos 11,5^\circ = 1431,7 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1461 \cdot \sin 11,5^\circ = 291,3 \text{ Н}$$

### 10. ТЕК – 70 Шнек SC 60-60

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 30 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,07$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 15^\circ = 1785,3 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 15^\circ = 478,4 \text{ Н}$$

### 11. ТЕК – 70 Шнек SC 90-90

$$P_z = \frac{102 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 9}{29,8} = 1848,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{1848,3 \cdot 200^{0,86}}{682 \cdot 12^{0,86} \cdot 45 \cdot 14 \cdot 0,98} = 0,05$$

Исходя из мощности привода подачи, принимаем  $n_\phi = 47,5$ , следовательно

$$V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 29,8 \text{ м/мин}$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1848,3 \cdot \cos 22^\circ = 1713,7 \text{ Н} \quad , \quad R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1848,3 \cdot \sin 22^\circ = 692,4 \text{ Н}$$

Результат перерасчета режимов резания обработки шнеков сведены в таблицу Б.1 (Приложение Б)

### 2.3 Эксперимент.

Был сделан эксперимент для измерения реальных сил резания. Эксперимент был произведен на горизонтально-фрезерном станке, дисковой модульной фрезой из быстрорежущей стали. Результаты представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Данные эксперимента

Номер экспир.	B, мм	t, мм	v, м/мин	s <sub>z</sub> , мм/зуб	s <sub>m</sub> , мм/мин	M, Нм	P <sub>z</sub> , Н	Мощность резания, кВт
1	6	0,5	22	0,05	25	840	1200	0,44
2	7,8	1	22	0,05	25	1057	1510	0,55
3	8	1,5	22	0,05	25	1232	1760	0,65
4	8,5	2	22	0,05	25	1358	1940	0,71
5	10	1	22	0,05	25	1477	2110	0,77
6	11	1	22	0,05	25	1533	2190	0,8

По получившимся данным в программе Mathcad был сделан прогноз мощности и силы по глубине и по ширине (рис. 2.2 – рис. 2.5)

1. Результат прогноза мощности по глубине.

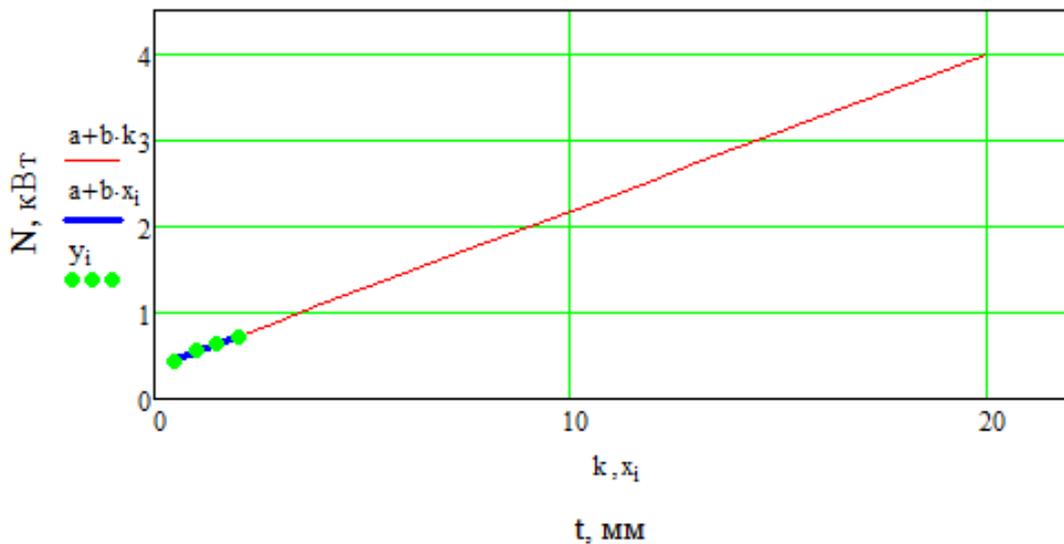


Рисунок 2.2 – Прогноз мощности по глубине

По расчетам программы получено, что при максимальной глубине резания  $t_{max} = 20$  мм, максимальная мощность будет равна  $N_{max} = 4$  кВт.

2. Результат прогноза силы по глубине.

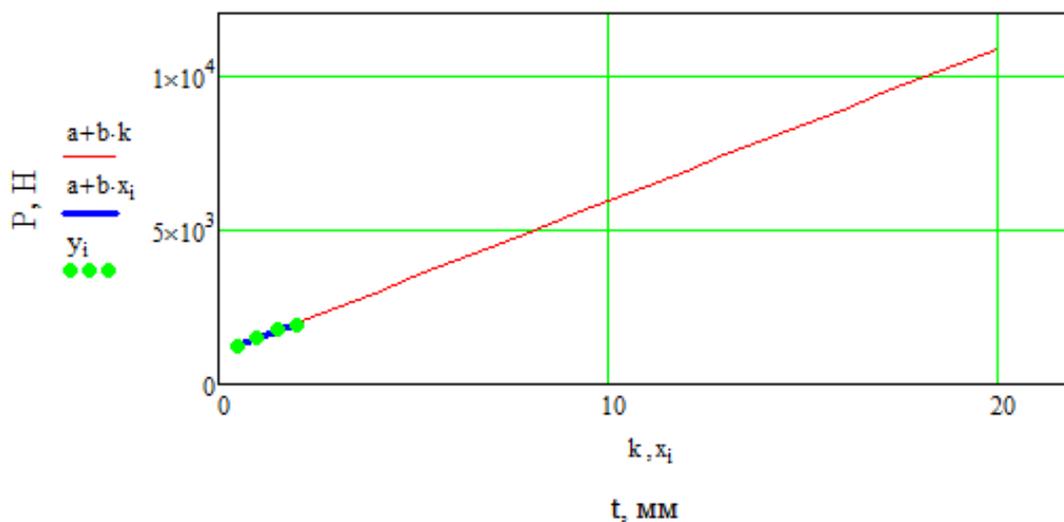


Рисунок – 2.3 – Прогноз силы по глубине

По расчетам программы получено, что при максимальной глубине резания  $t_{max} = 20$  мм, максимальная сила будет равна  $P_{z max} = 10860$ Н

3. Результат прогноза мощности по ширине.

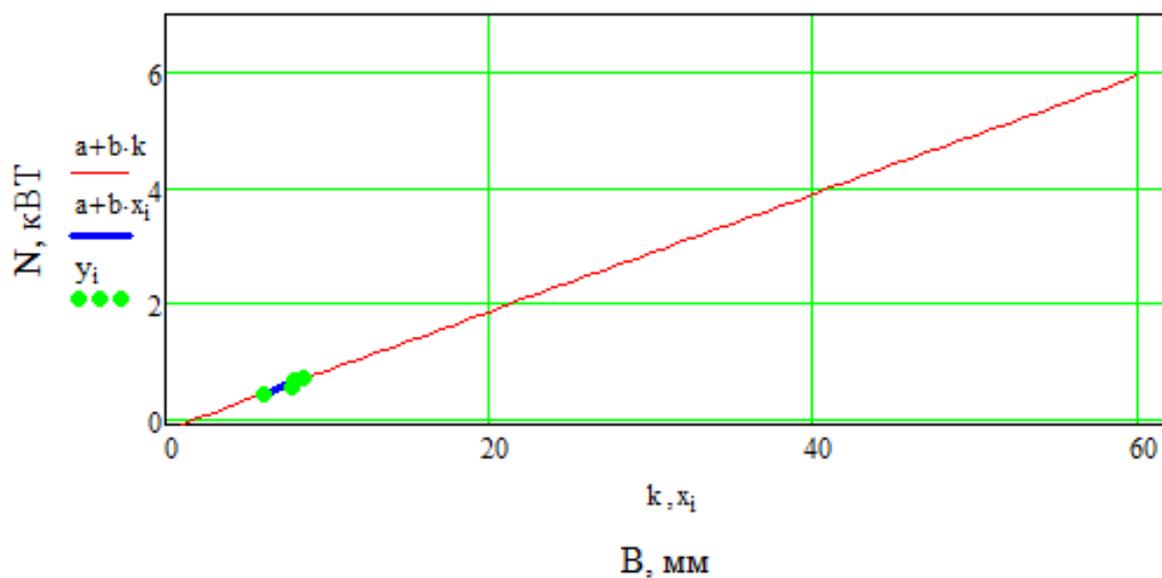


Рисунок 2.4 – Прогноз мощности по ширине.

По расчетам программы получено, что при максимальной ширине резания  $B_{max} = 60$  мм, максимальная мощность будет равна  $N_{max} = 5,9$  кВт.

#### 4. Прогноз силы по ширине.

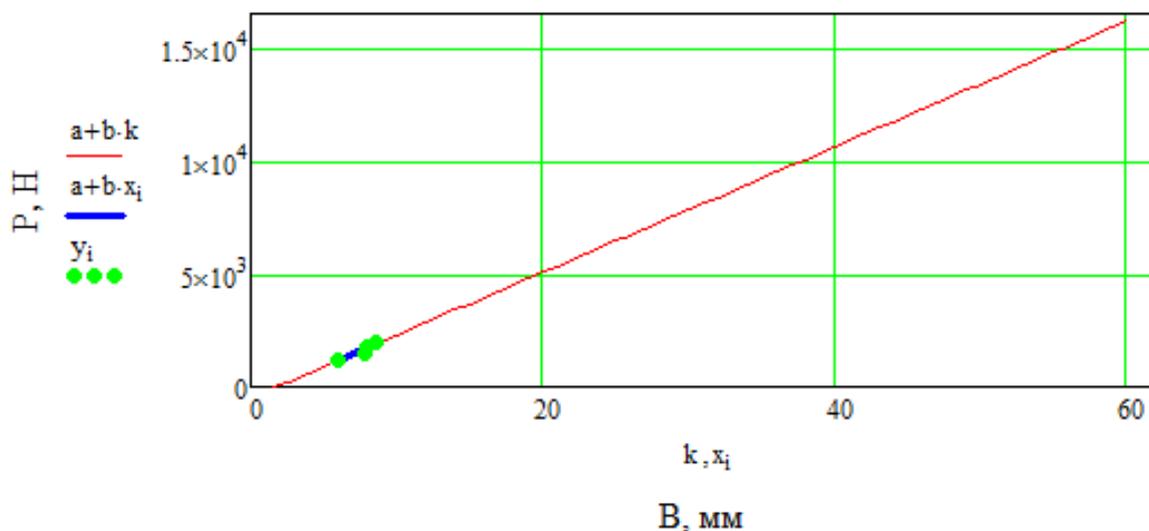


Рисунок 2.5 – Прогноз силы по ширине.

По расчетам программы получено, что при максимальной ширине резания  $B_{max} = 60$  мм, максимальная сила будет равна  $P_{z \max} = 16180$  Н.

### **3. МОДЕРНИЗАЦИЯ ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА 6Н83 И РАЗРАБОТКА ОСНАСТКИ**

#### **3.1 Техническое задание**

Имеется горизонтальный консольно-фрезерный станок 6Н83. Станок будет использоваться для чернового фрезерования винтовой канавки шнека.

#### **3.2 Модернизация станка**

На станину станка устанавливаем стол, на стол устанавливаем поворотный стол для поворота направляющих на определенный угол, который задается. На поворотный стол устанавливаем направляющие и плиту, на которой будет располагаться мотор-редуктор с сервоприводом для поворота заготовки и заднюю бабку для поджатия заготовки. Заготовки будут устанавливаться на оправки, которые крепятся к мотор-редуктору.

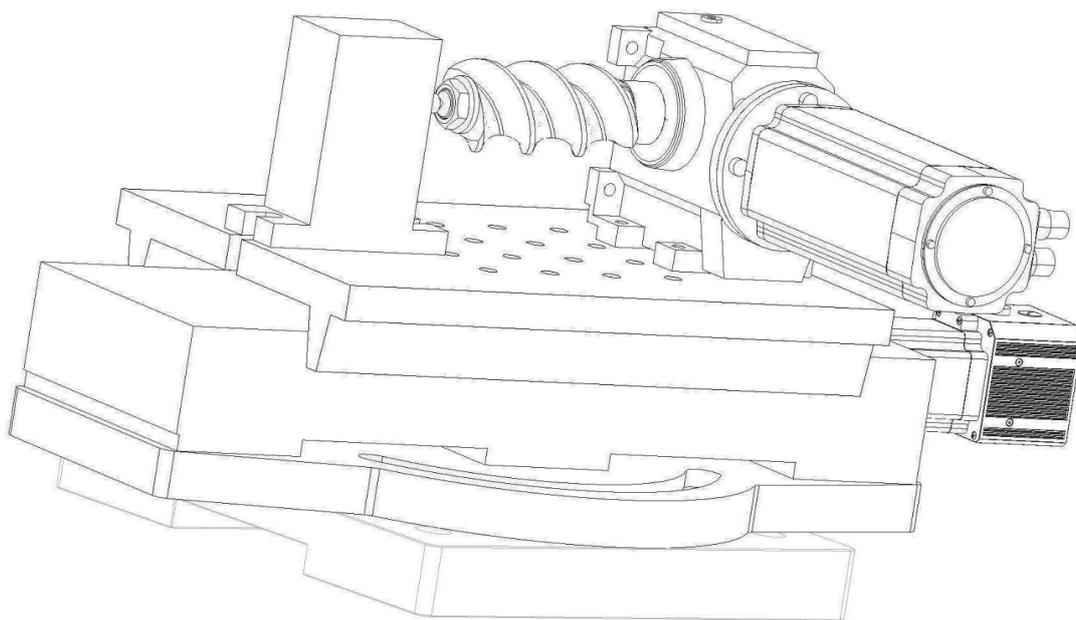


Рисунок 3.1 - Приспособление без станка

### 3.3 Схема обработки

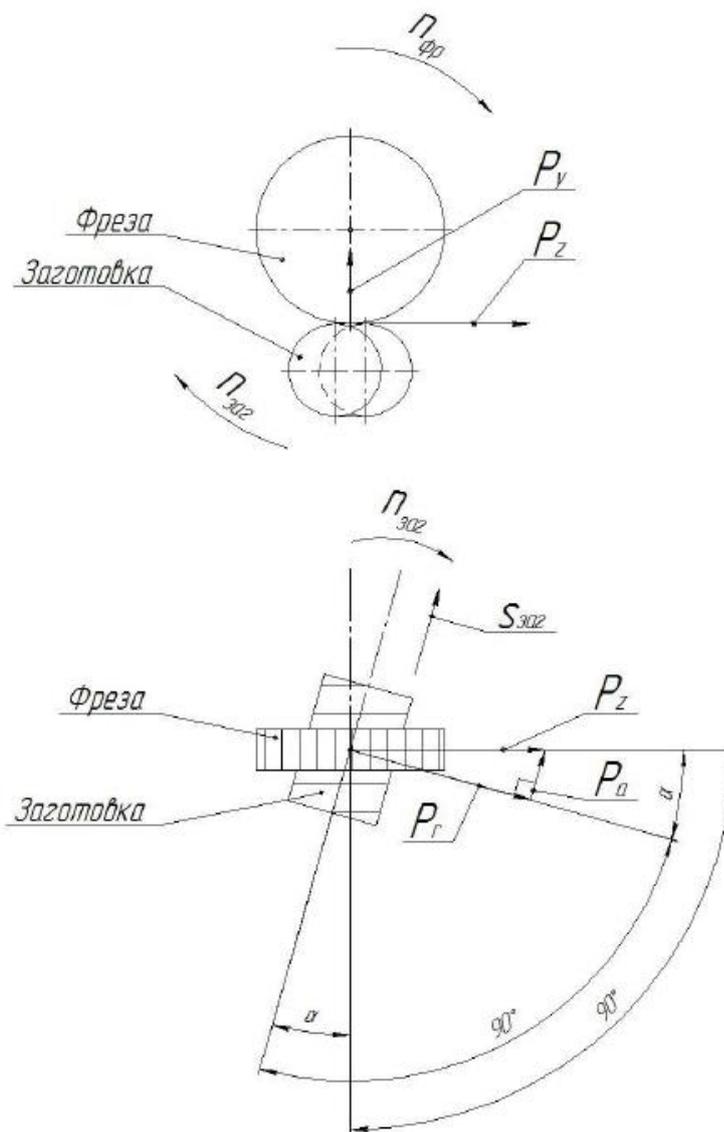


Рисунок 3.2 – Схема обработки винтовой поверхности

При обработке сила резания действует на заготовку. Фреза пытается повернуть заготовку, создавая силу  $P_r$  и переместить заготовку вдоль оси, создавая силу  $P_a$ . Между осью фрезы и осью заготовки угол  $\alpha$ .

Угол  $\alpha$  равен углу подъема винтовой линии шнека. Т.к. направление перемещения стола перпендикулярно оси вращения фрезы, то для обработки шнека, стол станка нужно повернуть на угол, равный  $90-\alpha$ .

### 3.4 Расчет привода

При обработке составляющая создает крутящий момент, который должен преодолеть привод на вращение заготовки. Для расчета привода

примем наибольшее значение силы – при угле подъема винтовой линии  $8^\circ$ , а диаметр шнека 129 мм (ZSK-130).

$$M = F * R = 2476 * \left(\frac{1}{2} * 129 * 10^{-3}\right) = 159,702 \text{ (Н * м)}$$

### 3.5 Подбор оборудования

В качестве привода выбран цилиндрическо-червячный мотор-редуктор фирмы КЕВ.

Преимущество мотор-редуктора в том, что не придется отдельно делать крепление для сервопривода и устанавливать муфту на выход сервопривода и вход редуктора, чтобы передавать вращение и компенсировать несоосность валов. В мотор-редукторе сервопривод уже закреплен на корпус редуктора и точно собран на заводе-изготовителе.

Подбор проведем по программе «KEB DRIVE». Момент на выходном валу редуктора примем ближайший больший расчетного.

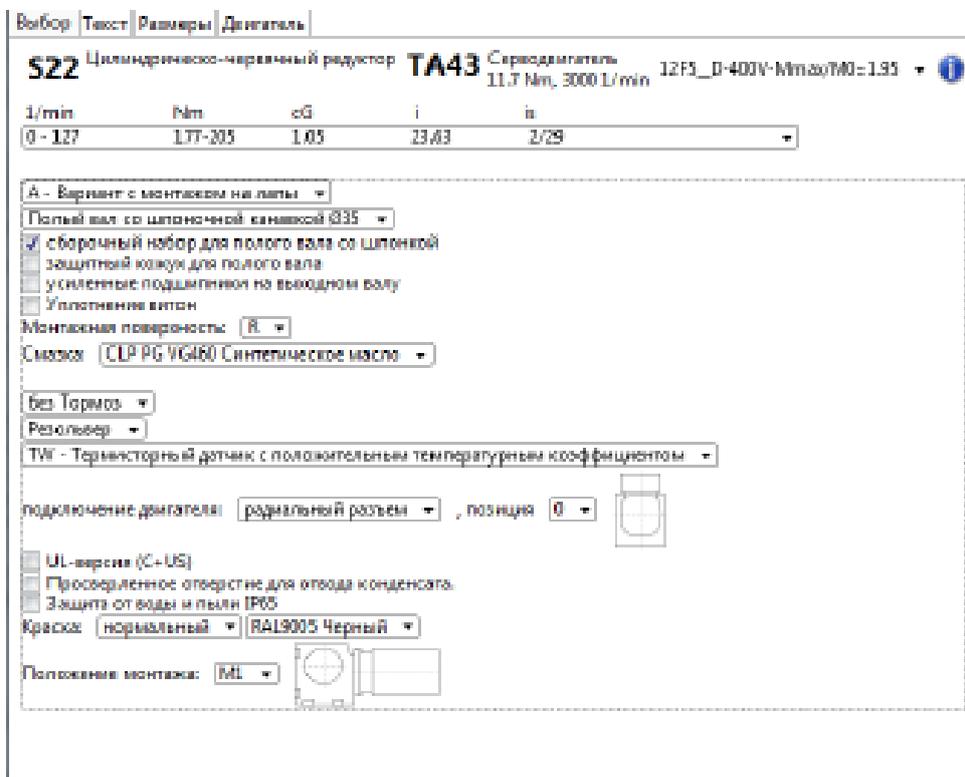


Рисунок 3.3 – Подбор оборудования

Цилиндрическо-червячный мотор-редуктор

S22A TA43 V30 ER TW

Скорость на выходе: 0 - 127 1/мин

Крутящий момент: 177-205Nm

Коэффициент передачи: 1.05

Редуктор:

Передаточное отношение: 23.63

Вариант с монтажом на лапы

Полый вал со шпоночной канавкой Ø35

сборочный набор для полого вала со шпонкой

Обороты на входе: n1 off=1500 1/мин

Смазка: 0.5 l CLP PG VG460 Синтетическое масло

Двигатель: Серводвигатель

Номинальная мощность 3.17kW

Число оборотов двигателя: 0 - 3000 1/мин

Напряжение/Частота: KEB COMBIVERT 400V

Крутящий момент M0/Mn/Mmax 11.7/10.1/35.1Nm

Номинальный ток I0/In/Imax 7.3/6.3/ 21.9A

Класс изоляции: F55

Стандарт защиты: IP55

Резольвер

Защита электродвигателя: Термисторный датчик с положительным температурным коэффициентом

подключения двигателя: радиальный разъем, позиция 0

Краска: нормальный, RAL9005 Черный

Положение монтажа: M1

Масса: ~25 кг

$M0/Mn/Mmax=11.7/10.1/35.1Nm$

$I0/In/Imax=7.3/6.3/ 21.9A$

$n=3000 1/min$

$Pm=3.17kW Jm=10.65kgcm^2$

Inverter 12.F5.M1D-3ARA In=9.5A

$Jg=0.805 kgcm^2 i=638/27$

HS-Code: 85015220

Рисунок 3.4 – Характеристика привода

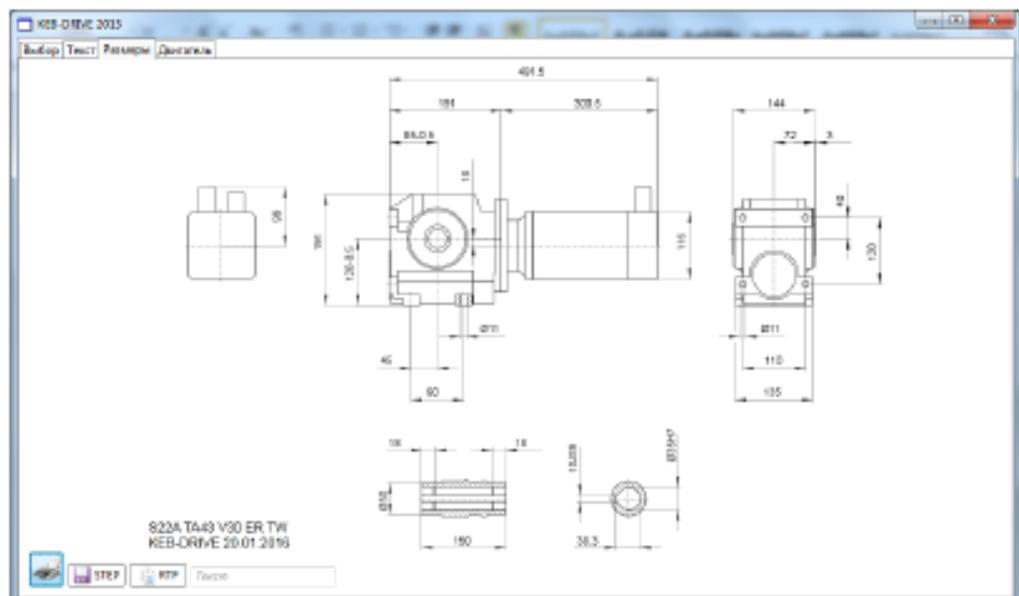


Рисунок 3.5 – Сборочный чертеж привода

KEB-DRIVE 2015	
Выбор	Двигатель
	<p>TA43 V30</p> <p><math>U_n=400V</math> -Номинальное напряжение</p> <p><math>2p=6</math> -Polzahl</p> <p><math>n=3000</math> 1/min -Номинальное число оборотов</p> <p><math>n_{max}=4500</math> 1/min -Максимальная частота вращения</p> <p><math>M_0=11.7Nm</math> -Пусковой момент</p> <p><math>M_n=10.1Nm</math> -Номинальный крутящий момент</p> <p><math>M_{max}=35.1Nm</math> -Максимальный момент</p> <p><math>I_0=7.3A</math> -Ток в обмотке неподвижного ротора</p> <p><math>I_n=6.3A</math> -Номинальный ток</p> <p><math>I_{max}=21.9A</math> -Максимальный ток</p> <p><math>\eta=93.9\%</math> -КПД</p> <p><math>R_{u-v,20}=1.853\Omega</math> -Сопротивление <math>20^\circ C</math></p> <p><math>R_{u-v}=2.611\Omega</math> -Сопротивление <math>warm</math></p> <p><math>L_{u-v}=8.735mH</math> -Индуктивность</p> <p><math>k_Epk_{20}=159.45V*min/1000</math> -Постоянная напряжения Пиковое значение <math>20^\circ C</math></p> <p><math>k_Epk=144.54V*min/1000</math> -Постоянная напряжения Пиковое значение <math>warm</math></p> <p><math>JE=10.65kgcm^2</math> -Момент инерции</p>

Рисунок 3.6 – Характеристики двигателя

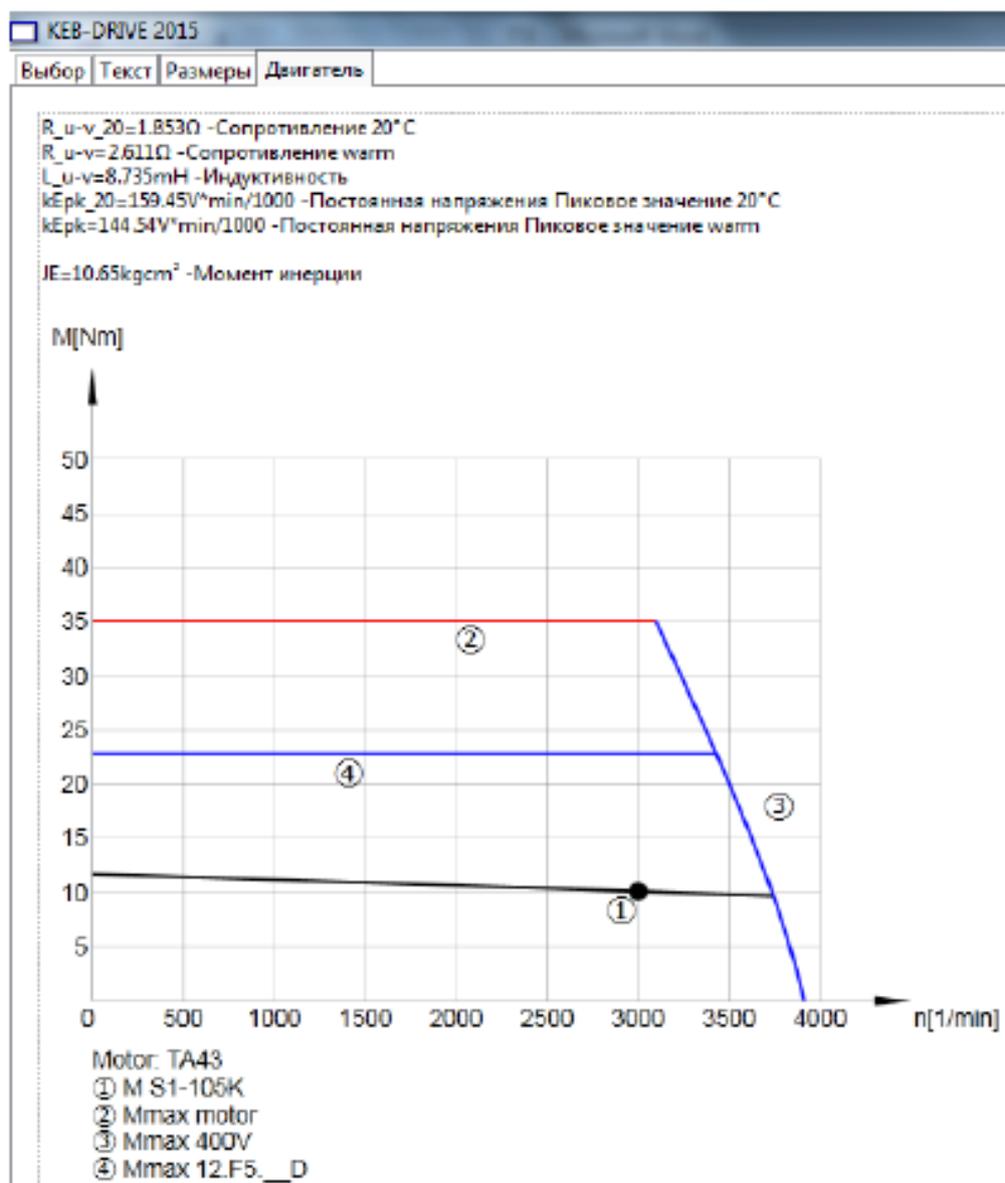


Рисунок 3.7 – График зависимости момента на валу от числа оборотов  
 Модуль линейного перемещения

Чтобы задавать перемещение вдоль оси заготовки, был выбран модуль линейного перемещения фирмы «Завод мехатронных изделий». Модули на ШВП характеризуются по ходу и несущим нагрузкам.

Исходя из нагрузок и веса всех узлов, был выбран модуль серии СТМТ (для тяжелых задач, грузоподъемность до 200 кг) с винтом 25 мм (СТМТ-2).

Максимальная длина обрабатываемого шнека равна 150 мм (NR-75). Помимо того, что фреза должна пройти это расстояние, еще нужно с каждой стороны добавить не меньше 30

мм для входа и выхода фрезы. В итоге получаем минимальный требуемый ход:

$$s = 150 + 30 + 30 = 210 \text{ мм}$$

Ближайший больший доступный ход по каталогу  $s=250\text{мм}$ , но на случай обработки нескольких шнеков за раз было принято решение выбрать следующий ближайший больший ход  $s=310\text{мм}$ .

Таблица 3.1 – Характеристики модуля линейного перемещения СТМТ-2

Наименование (ход S) модуля СТМТ-2, мм	Длина основания	Ход модуля с гофрозащитой (S1), мм	Количество опорных платиков n, шт	Расстояние между платиками L1, мм	Масса СТМТ-2, кг		
					без защиты/с гофрозащитой/с кожухом		
310	723	280	3	300	42,8	45,6	49,6

У модуля имеются металлический кожух от попадания стружки на винт и концевые датчики, автоматически останавливающие перемещение при касании и не дающие сломать модуль неправильной настройкой. К модулю завод-изготовитель предлагает собственное решение по управлению – сервопривод с переходником, разработанным специально для подключения к модулю.

### 3.6 Детали собственного производства

Помимо покупного оборудования, требуется изготовить несколько деталей для крепления узлов друг с другом и на станине станка: плита, стол, стол поворотный. Чертежи прилагаются в приложении Д.

### 3.7 Выбор инструмента

Обработка будет производиться двумя фрезами:

- 1) Дисковая модульная фреза (рис. 3.8)

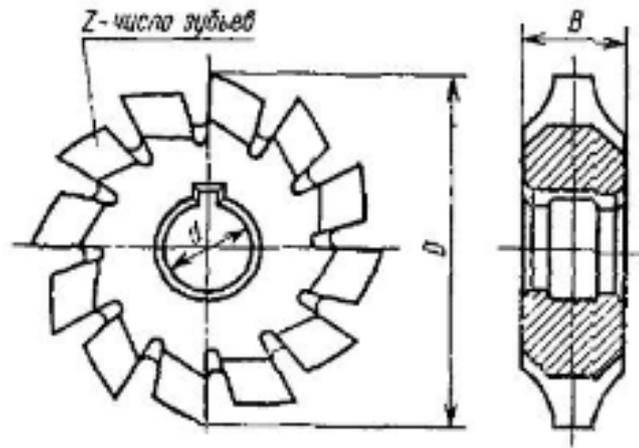


Рисунок 3.8 – Дискковая модульная фреза

Таблица 3.2 – Характеристики дискковой модульной фрезы

Модуль m	D	d	z	B
16	180	50	10	53

2) Дискковая фреза с СМП из твердого сплава (рис. 3.9)

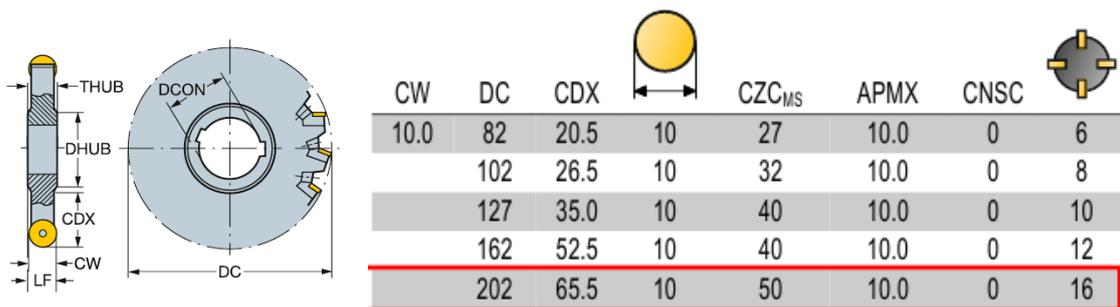


Рисунок 3.9 – параметры фрезы

#### 4. АНАЛИЗ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «КОМПАС-3D»

Для анализа погрешностей обработки шнеков построил профили дисковой модульной фрезы и дисковой фрезы с СМП из твердого сплава, а также построил шнеки в нормальном сечении и измерил максимальную погрешность обработки.

1. Дисковая модульная фреза

1) Тек-70 Шнек SC90-90

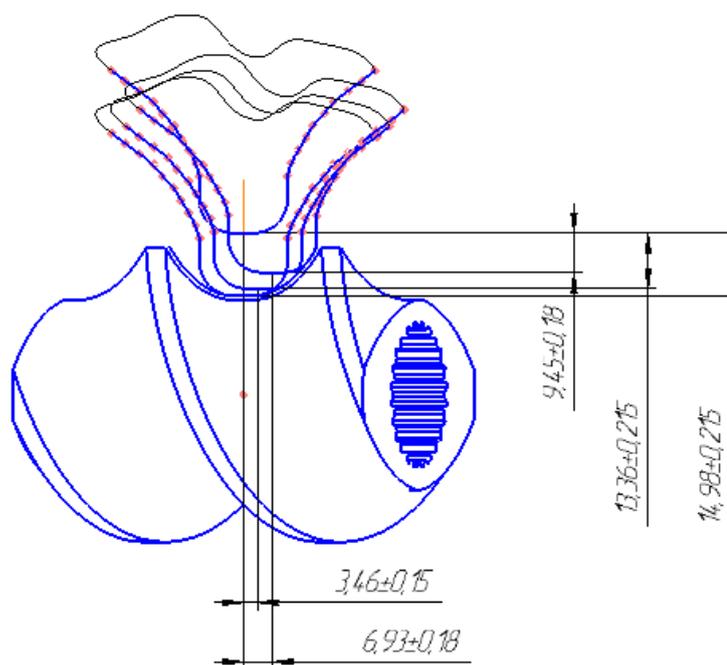


Рисунок 4.1 – Перемещение фрезы

$N=5$ ,  $p=3.46$ мм,  $\Delta_{\max}=0,56$ мм, где  $N$ -число проходов,  $p$ -шаг перемещения,  $\Delta_{\max}$ -максимальная погрешность обработки.

2) Тек-70 Шнек SC60-60

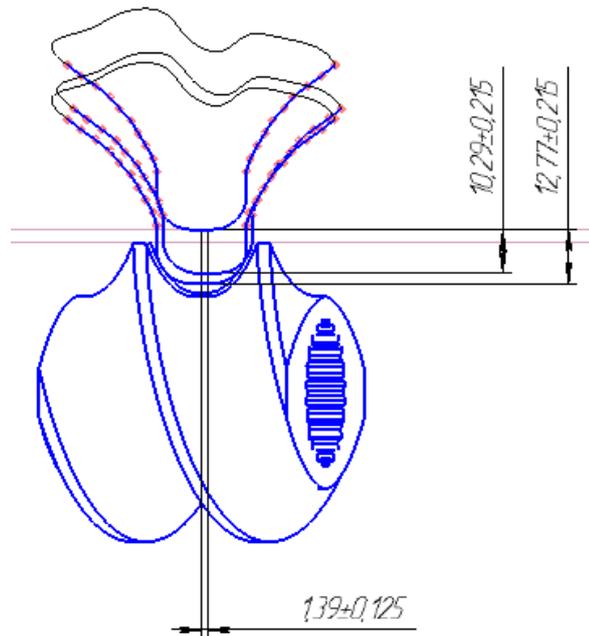


Рисунок 4.2 – Перемещение фрезы

$H=3$ ,  $p=1,39\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=2,09\text{мм}$ , максимальная погрешность очень велика, поэтому будем обрабатывать этот шнек другой фрезой.

### 3) STS-75 Шнек S56-56

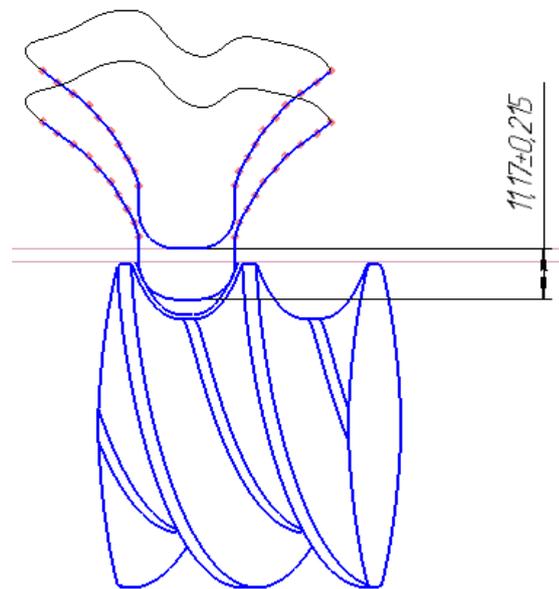


Рисунок 4.3 – Перемещение фрезы

$H=1$ ,  $\Delta_{\text{max}}=3,17\text{мм}$ , максимальная погрешность очень велика, поэтому будем обрабатывать этот шнек другой фрезой.

### 4) STS-75 Шнек 112-112

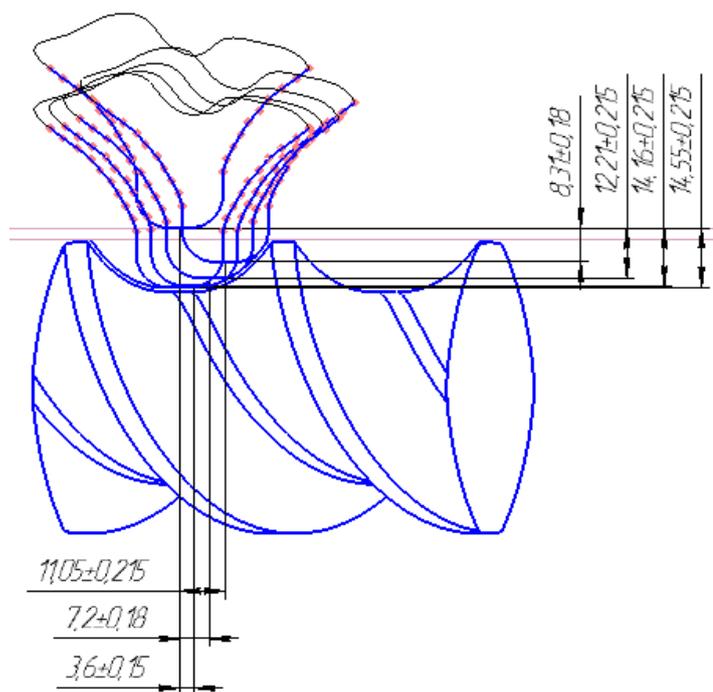


Рисунок 4.4 – Перемещение фрезы

$H=7$ ,  $p=3,6\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=0,64\text{мм}$

5) STS-75 Шнек 96-96

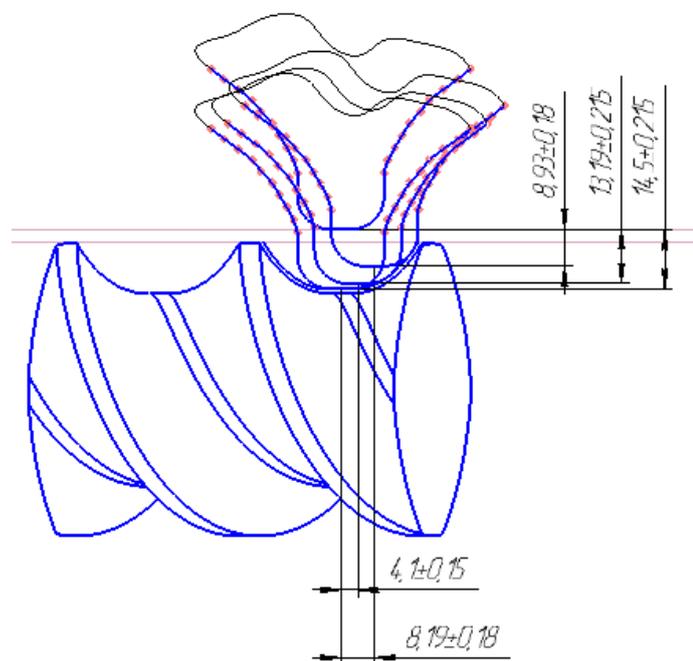


Рисунок 4.5 – Перемещение фрезы

$H=5$ ,  $p=4,1\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=0,77\text{мм}$

6) STS-75 Шнек 72-72

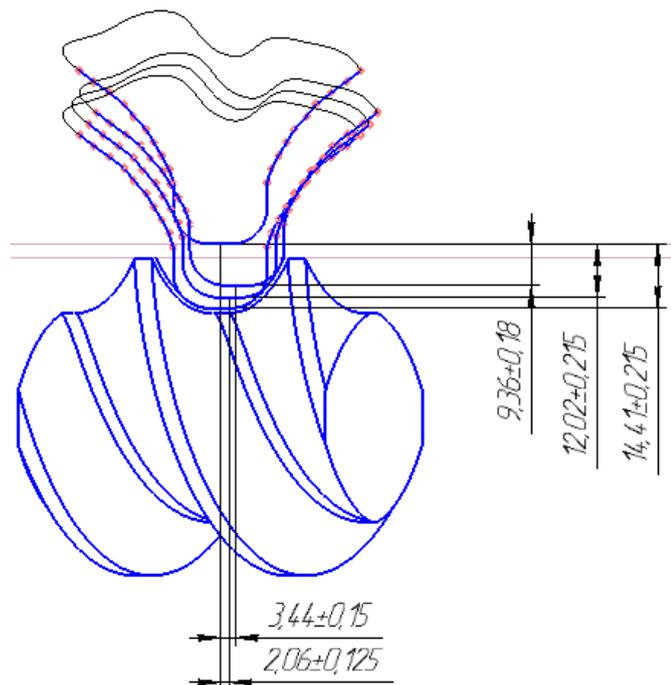


Рисунок 4.6 – Перемещение фрезы

$H=5$ ,  $p=2\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=0,25\text{мм}$

7) NR-75 Шнек S150-100

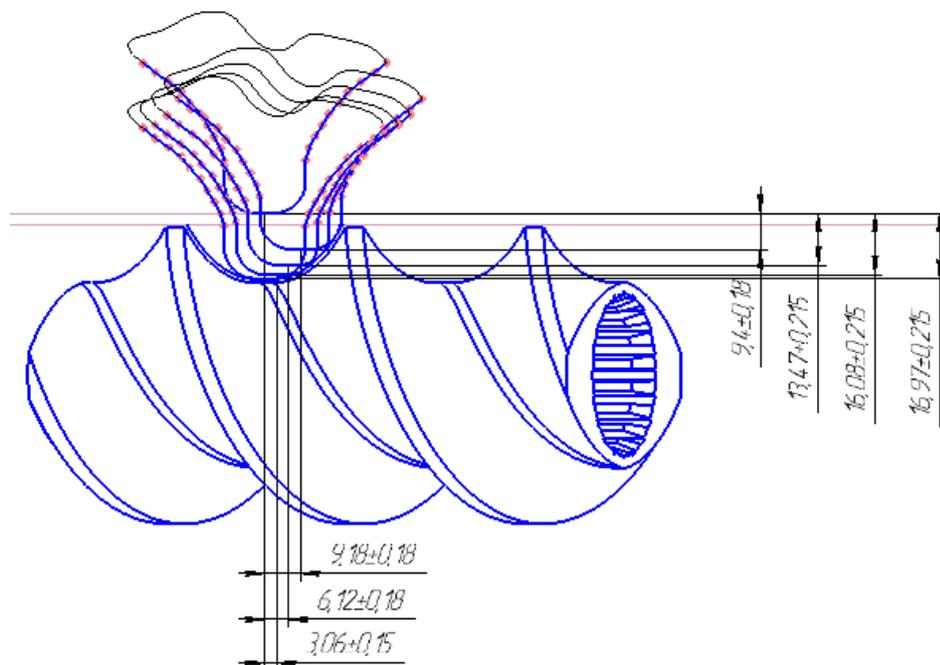


Рисунок 4.7 – Перемещение фрезы

$H=7$ ,  $p=3,06\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=0,57\text{мм}$

8) NR-75 Шнек S150-75

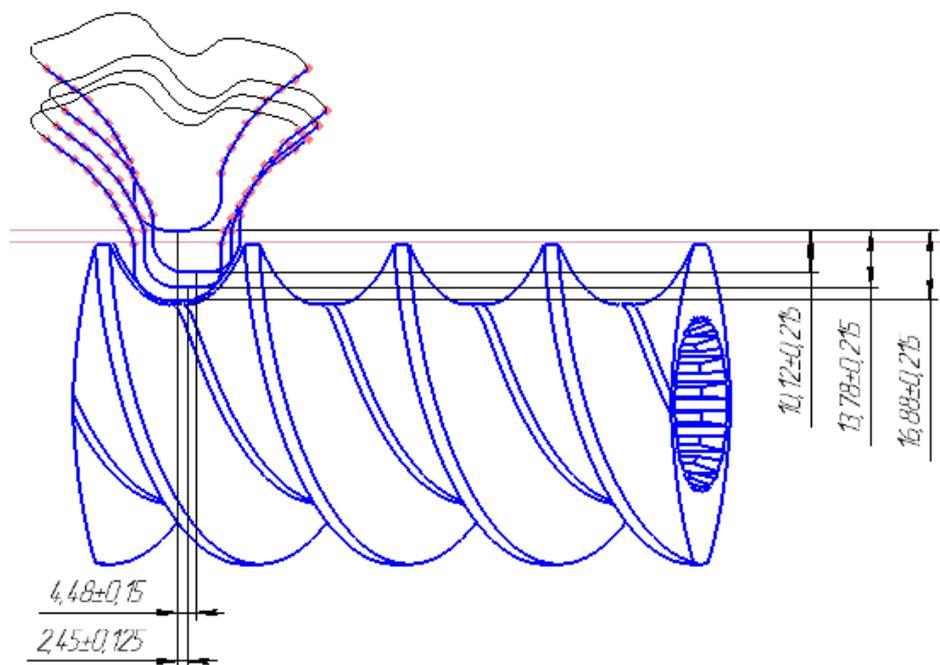


Рисунок 4.8 – Перемещение фрезы

$H=5$ ,  $p=2,45$ мм,  $\Delta_{\max}=0,29$ мм

9) NR-46 Шнек SC90-60

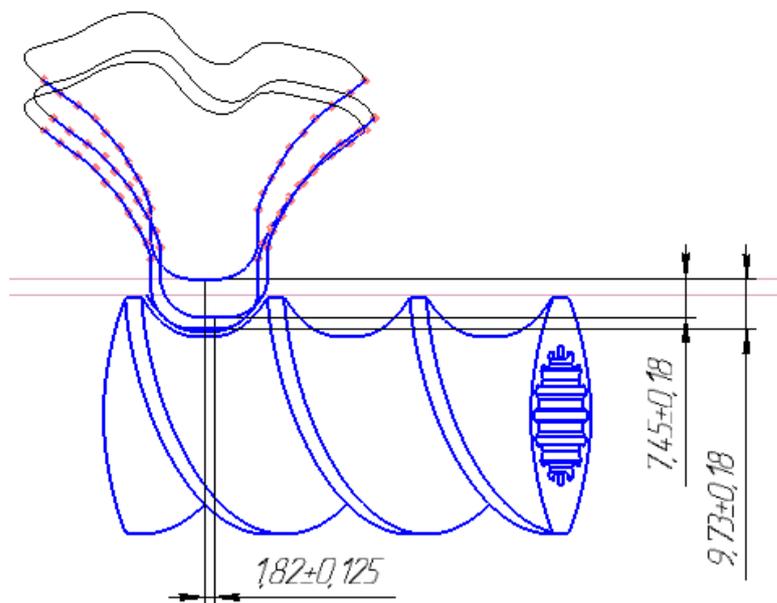


Рисунок 4.9 – Перемещение фрезы

$H=3$ ,  $p=1,82$ мм,  $\Delta_{\max}=0,46$ мм

Так как для шнеков NR-46 Шнек SC90-45 и STS-75 Шнек S56-28L головка зуба дисковой модульной фрезы велика, а у шнеков Тек-70 Шнек

SC60-60 и STS-75 Шнек S56-56 большая погрешность обработки, выбираем для них дисковую фрезу с СМП из твердого сплава.

2. Дисковая фреза с СМП из твердого сплава

1) NR-46 Шнек SC90-45

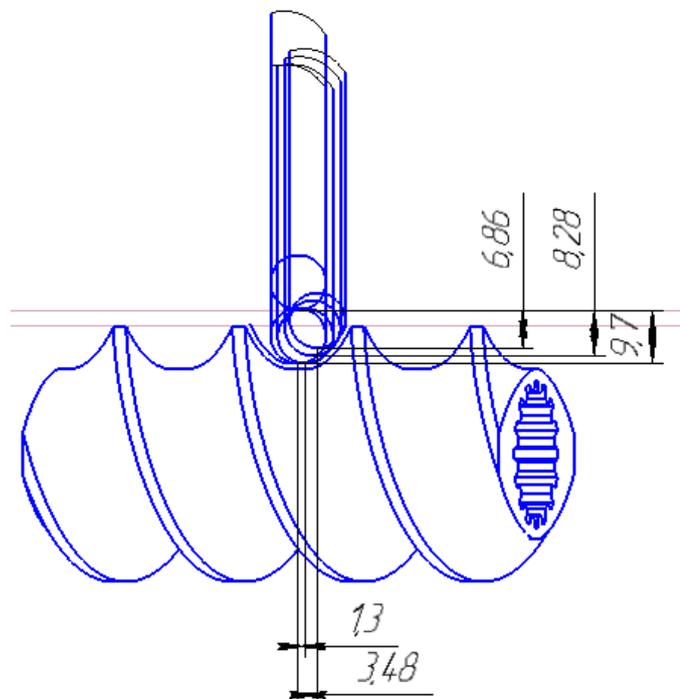


Рисунок 4.10 – Перемещение фрезы

$H=7$ ,  $p=1,3\text{мм}$ ,  $\Delta_{\text{max}}=0,14\text{мм}$

2) STS-75 Шнек S56-28L

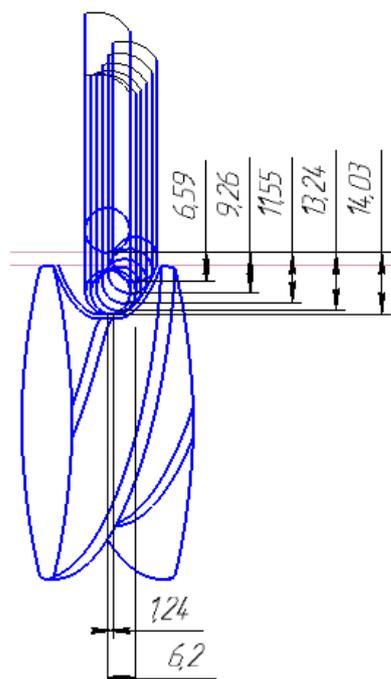


Рисунок 4.11 – Перемещение фрезы

$H=11, p=1,24\text{мм}, \Delta_{\text{max}}=0,24\text{мм}$

3) Тек-70 Шнек SC60-60

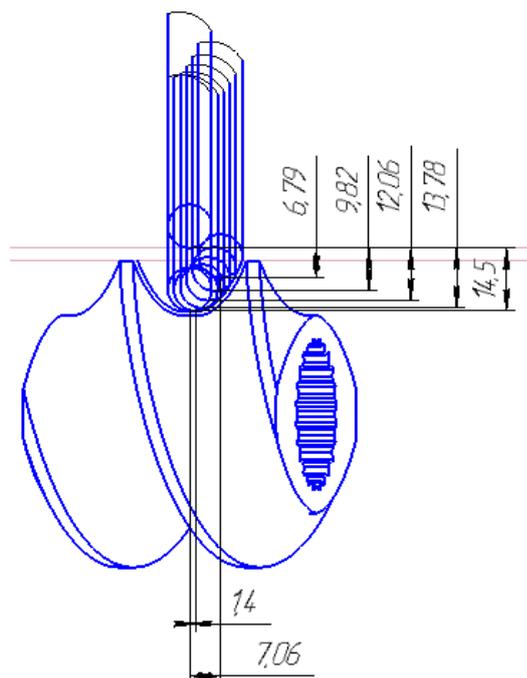


Рисунок 4.12 – Перемещение фрезы

$H=11, p=1,4\text{мм}, \Delta_{\text{max}}=0,29\text{мм}$

4) STS-75 Шнек S56-56

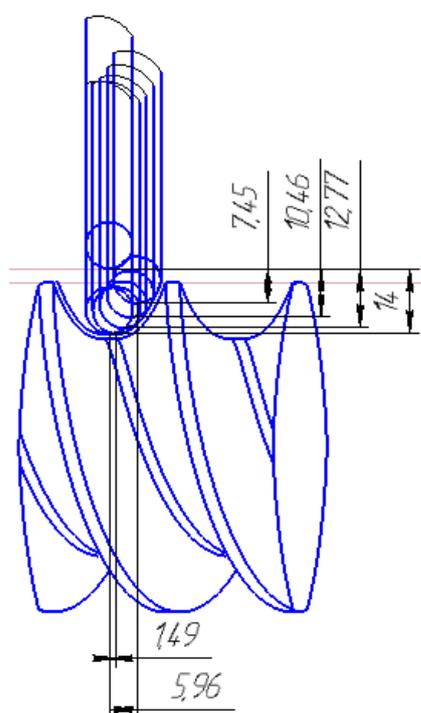


Рисунок 4.13 – Перемещение фрезы

$H=9, p=1,49\text{мм}, \Delta_{\text{max}}=0,27\text{мм}$

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ЛМ41	Шумахер Артур Юрьевич

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	ТАМП
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	15.04.01 «Машиностроение»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Расчет стоимости материалов Расчет заработной платы Отчисления на социальные нужды Накладные расходы</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30%</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений</i>
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	<i>Цели и результаты проекта Организационная структура проекта Ограничения и допущения проекта</i>
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>План проекта Бюджет проекта Риски проекта</i>
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка сравнительной эффективности исследования</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НТИ
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ
6. Потенциальные риски

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ЛМ41	Шумахер Артур Юрьевич		

## **5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **Введение**

В современном мире перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Необходимым условие оценки коммерческой ценности разработки является поиск источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований. С помощью этой оценки ученый может найти партнера для дальнейшего проведения научного исследования, коммерциализации результатов такого исследования и открытия бизнеса.

Коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, чтобы удовлетворить потребителя, каков бюджет научного проекта, сколько времени потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

### **5.1 Описание предприятия**

Заказчиком модернизации токарного станка с ЧПУ 16К20Ф3 и разработки оснастки для фрезерования винтов является ООО «Промышленная механика», которая занимается производством прочих машин и оборудования специального назначения, не включенных в другие группировки. Поэтому для

повышение производительности и упрощения обработки деталей типа «шнек» и производится модернизация станка и разработка оснастки.

## **5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 5.1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Конкурент 1 – ООО «Гедаколор-Т».

Конкурент 2 – ООО «Менталика».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя

Таблица 5.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
2. Удобство в эксплуатации (соответствует треб-ям пот-лей)	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
3. Помехоустойчивость	0,04	5	4	5	0,2	0,16	0,2
4. Энергоэкономичность	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
5. Надежность	0,07	4	4	4	0,28	0,28	0,28
6. Уровень шума	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
7. Безопасность	0,04	5	4	4	0,2	0,16	0,16
8. Потребность в ресурсах памяти	0,04	5	5	4	0,2	0,2	0,16
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
10. Простота эксплуатации	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	5	5	3	0,2	0,2	0,12
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,07	4	3	2	0,28	0,21	0,14
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
3. Цена	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
5. Послепродажное обслуживание	0,05	5	5	5	0,25	0,25	0,25
6. Финансирование научной разработки	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
7. Срок выхода на рынок	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2
8. Наличие сертификации разработки	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>91</b>	<b>83</b>	<b>79</b>	<b>4,56</b>	<b>4,12</b>	<b>3,91</b>

Из таблицы 5.1 видно, что преимущество разработки является повышением производительности и качества обработки. Так же разработанная оснастка является простой и удобной в эксплуатации и имеет долгий срок работы.

### 5.3 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Таблица 5.2 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Наличие современного оборудования С2. Достаточная доля рынка С3. Наличие эффективных каналов распределения ГП С4. Продукция хорошего качества С5. Высокая квалификация сотрудников С6. Наличие стратегии развития предприятия	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Низкое качество системы управления персоналом Сл2. Отсутствие эффективной системы мотивации и стимулирования Сл3. Низкий уровень маркетинговых исследований
<b>Возможности:</b> В1. Высокая потребность промышленной сферы в обработке винтовых поверхностей В2. Преимущества при выплатах по долгосрочным займам В3. Расширение перспектив развития бизнеса В4. Появление новых технологий	1) Внедрение долгосрочных проектов 2) Использование новых технологий 3) Поддержание каналов распределения 4) Нарботка и укрепление КП	1) Создание эффективной системы мотивации и стимулирования 2) Разработка системы карьерного роста 3) Внедрение новых технологий
<b>Угрозы:</b> У1. Жесткая конкуренция У2. Нестабильные поставки материалов	1) Нарботка и укрепление КП 2) Поиск новых, более выгодных поставщиков	1) Разработка системы карьерного роста 2) Использование маркетинговых стратегий

У3. Угроза снижения доли рынка У4. Экономический кризис в стране	3) Вложение денежных средств в материалы 4) Удержание имеющейся доли рынка 5) Производство продукта с конкурентным преимуществом 6) Усиление продвижения	3) Поддержание каналов распределения 4) Дополнительная мотивация сотрудников маркетинга 5) Вложение денежных средств в материалы
---	---	--

## 5.4 Инициация проекта

### 5.4.1 Цели и результат проекта

В данном разделе приведена информация о заинтересованных сторонах проекта, иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Информация по заинтересованным сторонам проекта представить в табл. 5.3.

Таблица 5.3 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Магистрант	Магистерская диссертация
Руководитель проекта	Получение готовой оснастки для фрезерования винтов, подбор оптимальных режимов резания

В табл. 5.4 представлена информация о иерархии целей проекта и критериях достижения целей.

Таблица 5.4 – Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта:</b>	Модернизация фрезерного станка 6Н83 и разработка оснастки для фрезерования винтов.
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Модернизированный фрезерный станок, разработка оснастки для фрезерования винтов, которая улучшит качество обработки, повысит производительность, уменьшит себестоимость обработки.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Эффективная и работоспособная оснастка для обработки винтов на фрезерный станок.
	<b>Требование:</b>

<b>Требования к результату проекта:</b>	Получение оптимальных режимов обработки «шнеков»
	Подбор необходимого оборудования
	Готовая оснастка для фрезерования винтов
	Оформленная техническая документация
	Оформленная магистерская диссертация

#### 5.4.2. Организационная структура проекта

На данном этапе работы решены следующие вопросы: кто входит в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эту информация представлена в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
1.	Инженер (магистрант)	Исполнитель проекта	Выполнение отдельных работ по проекту, выполнение расчетов, чертежей, проведение экспериментов	1240
2.	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта	Координирует деятельность участников проекта	124
ИТОГО:				1364

### 5.4.3 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта.

Таблица 5.6 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	801200
3.1.1. Источник финансирования	ООО «Промышленная механика»
3.2. Сроки проекта:	22.01.2015-06.06.2016
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	18.02.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	20.06.2016
3.3. Прочие ограничения и допущения*	-

### 5.5 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный и сетевой графики проекта.

Линейный график представляется в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Календарный план проекта

Код работы (из ИСР)	Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников (ФИО ответственных исполнителей)
1	Составления технологического задания	2	22.01.2015	24.01.2015	Охотин И.С.
2	Выбор направления исследования	2	22.01.2015	24.01.2015	Охотин И.С.
3	Изучение литературы	42	26.01.2015	14.03.2015	Шумахер А.Ю..
4	Расчет режимов резания	48	16.03.2015	11.05.2015	Шумахер А.Ю.
5	Подбор оптимальных режимов резания	26	14.05.2015	13.06.2015	Шумахер А.Ю.

6	Проведение эксперимента, для измерения сил резания	24	15.06.2015	13.07.2015	Шумахер А.Ю.
7	Подбор оборудования	14	14.07.2015	29.07.2015	Шумахер А.Ю.
8	Проектирования специального приспособления	136	31.08.2015	13.02.2016	Шумахер А.Ю.
9	Консультирование	62	22.01.2015	06.06.2016	Охотин И.С.
10	Анализ погрешностей обработки при помощи программы «КОМПАС-3Д»	60	15.02.2016	23.04.2016	Шумахер А.Ю.
11	Оформление магистерской диссертации	37	25.04.2016	06.06.2016	Шумахер А.Ю.
12	Итоговая проверка работы	3	03.06.2016	06.06.2016	Охотин И.С.
Итого		391	22.01.2015	06.06.2016	

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде табл. 5.8 (приложение В) с разбивкой по месяцам за период времени выполнения научного проекта. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

### **5.6 Бюджет научного исследования**

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

#### **1) Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)**

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для

выполнения работ по данной теме. Количество потребных материальных ценностей определяется по нормам расхода.

Таблица 5.10 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Мотор-редуктор	S32ES-M IEC80	1	117700	117700
Сервопривод		1	186516	186516
Линейный модуль	СТМТ	1	122000	122000
Плита	Сталь 45	44,76	36	1611,36
Стол	Сталь 45	103,6	36	3729,6
Поворотный стол	Сталь 45	138,88	36	4999,68
Всего за материалы				436556,64
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				13096,7
Итого по статье $C_M$				449653,34

## 2) Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя и инженера (магистранта) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}},$$

где  $Z_{\text{м}}$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.  $F_{\text{д}} = 1790$  раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} \cdot (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где  $Z_{\text{б}}$  – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 5.13.

Таблица 5.13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$Z_{\text{б}}$ , руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$ , руб	$Z_{\text{дн}}$ , руб.	$T_{\text{р}}$ , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$ , руб.
Руководитель	23264	1,2	1,1	1,3	69559,36	404,14	62	25056,2
Инженер	23000	1,2	1,1	1,3	68770	430,29	310	133389,9

### 3) **Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала**

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата, руб.

Таблица 5.15 – Заработная плата исполнителей НТИ

<b>Заработная плата</b>	<b>Руководитель</b>	<b>Инженер</b>
Основная зарплата	25056,2	133389,9
Дополнительная зарплата	2505,61	13338,99
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	174290,7	

### 4) **Отчисления на социальные нужды**

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot 174290,7 = 52287,21 \text{ руб.}$$

### 5) **Накладные расходы**

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную

тому. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где  $k_{\text{накл}}$  – коэффициент накладных расходов.

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,7 \cdot 174290,7 = 122003,49 \text{ руб.}$$

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ модернизации токарного станка с ЧПУ 16К20Ф3 и разработки оснастки для фрезерования винтов. Все данные сведены в таб 5.16.

Таблица 5.16 – Группировка затрат по статьям

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	449653,34
Основная заработная плата	158446,1
Дополнительная заработная плата	15844,61
Отчисления на социальные нужды	52287,21
Накладные расходы	122003,49
Итоговая плановая себестоимость	798234,75

### 5.7 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (табл.5.17).

Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Таблица 5.17 – Матрица ответственности

Этапы проекта	Инженер (магистрант)	Руководитель проекта
1. Составление технологического задания	И	О
2. Выбор направления исследования	И	О
3. Изучение литературы	И	У
4. Расчет режимов резания	И	У
5. Подбор оптимальных режимов резания	И	У
6. Проведение эксперимента, для определения сил резания	И	У
7. Подбор оборудования	И	У
8. Проектирование специального приспособления	И	У
9. Консультирование	И	О
10. Анализ погрешностей обработки при помощи программы «КОМПАС-3Д»	И	У
11. Оформление магистерской диссертации	И	У
12. Итоговая проверка работы	И	О

## 5.8 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Таблица 5.18 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Поставки материала	Срыв поставки материала	3	3	Средний	Найти надежных поставщиков	Истечение срока договора
2	Экономический	Снижение финансирования	4	4	Средний	Найти материалы по низкой цене	Экономический кризис
3	Технический	Изменение технологии обработки	2	2	Низкий	Применение более универсального оборудования	Изменение параметров шнека

## 5.9 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

1) Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший

интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\phi}^p = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\max}}$$

где  $I_{\phi}^p$  - интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость i-го варианта исполнения;

$\Phi_{\max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

2) Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p$$

где  $I_a$  – интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов;

$a_i$  – весовой коэффициент i-го параметра;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка i-го параметра для аналога и разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы, пример которой приведен ниже.

Таблица 5.19 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог
1. Способствует росту производительности труда пользователя		0,1	5	3

2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	5	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3
4. Энергосбережение	0,20	3	3
5. Надежность	0,25	4	2
6. Материалоемкость	0,15	4	4
ИТОГО	1	26	19

$$I_{\text{ТП}} = 0,1 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 = 4,2$$

$$I_{\text{Аналог}} = 0,1 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,25 \cdot 2 + 0,15 \cdot 4 = 3,05$$

3) Интегральный показатель эффективности разработки ( $I_{\text{финр}}^p$ ) и аналога ( $I_{\text{финр}}^a$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_\phi^p}, \quad I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_\phi^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ср}}$  – сравнительная эффективность проекта;

Таблица 5.20 – Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,12	0,93
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,02	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	2,7	4,52

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,67
---	--	------

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах, т.к. значение меньше единицы, но больше нуля.

При сравнение значений интегральных показателей эффективности разработки и аналога, можно сказать, что более эффективным решением является модернизация станка для фрезерования винтов с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ЛМ41	Шумахер А.Ю.

<b>Институт</b>	Кибернетики	<b>Кафедра</b>	ТАМП
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	15.04.01 «Машиностроение»

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

1. *Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:*

- вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения)
- опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы)
- негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу)
- чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)

2. *Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме*

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. *Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:*

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

2. *Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности*

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)

3. *Охрана окружающей среды:*

<ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС на объекте;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</li> </ul>	
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны</li> </ul>	
<b>Перечень графического материала:</b>	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова Марина Игоревна	кхн		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Шумахер Артур Юрьевич		

## **6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ**

Данный раздел дипломной работы посвящен анализу и разработке мер по обеспечению благоприятных и безопасных для творческой работы инженера-технолога условий труда. Здесь рассмотрены вопросы производственной безопасности, эргономики, пожарной безопасности и охраны окружающей среды.

### **Введение.**

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. При работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей (диапазон радиочастот: ВЧ, УВЧ и СВЧ), инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

## **6.1 Анализ опасных и вредных факторов.**

Производственные условия на рабочем месте характеризуются наличием некоторых опасных и вредных факторов (ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия. Термины и определения»), которые классифицируются по группам элементов: физические, химические, биологические и психофизиологические (ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»).

На работающего за ЭВМ инженера-технолога могут негативно действовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

1. Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, повышенная температура поверхностей ПК, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны, повышенная яркость света, повышенная контрастность, прямая и отраженная блескость, чрезмерная запыленность и загазованность воздуха, опасность поражения электрическим током, шум от работы оборудования.
2. Психофизические: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

При работе на ЭВМ к концу рабочего дня возникают типичные ощущения: переутомление глаз, головная боль, тянущие боли в мышцах шеи, рук и спины, снижение концентрации внимания.

### **6.1.1 Производственный шум.**

Шум ухудшает условия труда, оказывая вредное действие на организм человека. Работающие в условиях длительного шумового воздействия испытывают раздражительность, головные боли, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, понижение аппетита, боли в ушах и т. д. Такие нарушения в работе ряда органов и систем организма человека могут вызвать негативные изменения в эмоциональном состоянии человека вплоть до стрессовых. Под воздействием шума снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется усталость в связи с повышенными энергетическими затратами и нервно-психическим напряжением, ухудшается речевая коммутация. Все это снижает работоспособность человека и его производительность, качество и безопасность труда. Длительное воздействие интенсивного шума [выше 80 дБ(А)] на слух человека приводит к его частичной или полной потере.

Основным источником шума в кабинете являются вентиляторы блоков питания ЭВМ. Уровень шума колеблется от 35 до 40дБА. По СанПиН 2.2.2.542-96 при выполнении основной работы на ЭВМ уровень звука на рабочем месте не должен превышать 50дБА. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлены компьютеры, могут быть облицованы звукопоглощающими материалами.

### **6.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения**

Большинство ученых считают, что как кратковременное, так и длительное воздействие всех видов излучения от экрана монитора не опасно для здоровья персонала, обслуживающего компьютеры. Однако исчерпывающих данных относительно опасности воздействия излучения от мониторов на работающих с компьютерами не существует и исследования в этом направлении продолжаются.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера представлены в табл. 6.1.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч, а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах 10...100 мВт/м<sup>2</sup>.

Таблица 6.1 - Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений (в соответствии с СанПиН 2.2.2.542-96)

Наименование параметра	Допустимые значения
Напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	10 В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50 см от поверхности видеомонитора	0,3 А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать:	
для взрослых пользователей	20 кВ/м
для детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений	15 кВ/м

Для снижения воздействия этих видов излучения рекомендуется применять мониторы с пониженным уровнем излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), устанавливать защитные экраны, а также соблюдать регламентированные режимы труда и отдыха.

### 6.1.3 Поражение электрическим током

К опасным факторам можно отнести наличие в помещении большого количества аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц.[4] По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединения с

землей металлическими предметами и металлическими корпусами оборудования.

При нормальном режиме работы оборудования опасность электропоражения невелика, однако, возможны режимы, называемые аварийными, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током или электрической дугой может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении неизолированного от земли человека к неизолированным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Основными мероприятиями по обеспечению электробезопасности являются:

- изолирование (ограждение) токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- установки защитного заземления;
- наличие общего рубильника;
- своевременный осмотр технического оборудования, изоляции.

## **6.2 Эргономический анализ трудового процесса.**

### **6.2.1 Микроклимат.**

Параметры микроклимата могут меняться в широких пределах, в то время как необходимым условием жизнедеятельности человека является

поддержание постоянства температуры тела благодаря терморегуляции, т.е. способности организма регулировать отдачу тепла в окружающую среду. Принцип нормирования микроклимата – создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой.

Вычислительная техника является источником существенных тепловыделений, что может привести к повышению температуры и снижению относительной влажности в помещении. В помещениях, где установлены компьютеры, должны соблюдаться определенные параметры микроклимата. В санитарных нормах СН-245-71 установлены величины параметров микроклимата, создающие комфортные условия. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (см. табл. 6.2).

Объем помещений, в которых размещены работники вычислительных центров, не должен быть меньше  $19,5 \text{ м}^3/\text{человека}$  с учетом максимального числа одновременно работающих в смену. Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры, приведены в табл. 6.3.

Таблица 6.2 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	22...24 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	до 0,1 м/с
Теплый	Температура воздуха в помещении	23...25 °С
	Относительная влажность	40...60 %
	Скорость движения воздуха	0,1...0,2 м/с

Таблица 6.3 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение

Объем до 20 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 30
20...40 м <sup>3</sup> на человека	Не менее 20

Для обеспечения комфортных условий используются как организационные методы (рациональная организация проведения работ в зависимости от времени года и суток, чередование труда и отдыха), так и технические средства (вентиляция, кондиционирование воздуха, отопительная система).

### **6.2.2 Освещение.**

Правильно спроектированное и выполненное производственное освещение улучшает условия зрительной работы, снижает утомляемость, способствует повышению производительности труда, благотворно влияет на производственную среду, оказывая положительное психологическое воздействие на работающего, повышает безопасность труда и снижает травматизм.

Недостаточность освещения приводит к напряжению зрения, ослабляет внимание, приводит к наступлению преждевременной утомленности. Чрезмерно яркое освещение вызывает ослепление, раздражение и резь в глазах. Неправильное направление света на рабочем месте может создавать резкие тени, блики, дезориентировать работающего. Все эти причины могут привести к несчастному случаю или профзаболеваниям, поэтому столь важен правильный расчет освещенности.

Существует три вида освещения - естественное, искусственное и совмещенное (естественное и искусственное вместе) .

Естественное освещение - освещение помещений дневным светом, проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях помещений. Естественное освещение характеризуется тем, что меняется в широких пределах в зависимости от времени дня, времени года, характера области и ряда других факторов.

Искусственное освещение применяется при работе в темное время суток и днем, когда не удастся обеспечить нормированные значения коэффициента

естественного освещения (пасмурная погода, короткий световой день). Освещение, при котором недостаточное по нормам естественное освещение дополняется искусственным, называется совмещенным освещением.

Искусственное освещение подразделяется на рабочее, аварийное, эвакуационное, охранное. Рабочее освещение, в свою очередь, может быть общим или комбинированным. Общее - освещение, при котором светильники размещаются в верхней зоне помещения равномерно или применительно к расположению оборудования. Комбинированное - освещение, при котором к общему добавляется местное освещение.

Согласно СНиП II-4-79 в помещениях вычислительных центров необходимо применить систему комбинированного освещения.

При выполнении работ категории высокой зрительной точности (наименьший размер объекта различения 0,3...0,5мм) величина коэффициента естественного освещения (КЕО) должна быть не ниже 1,5%, а при зрительной работе средней точности (наименьший размер объекта различения 0,5...1,0 мм) КЕО должен быть не ниже 1,0%. В качестве источников искусственного освещения обычно используются люминесцентные лампы типа ЛБ или ДРЛ, которые попарно объединяются в светильники, которые должны располагаться над рабочими поверхностями равномерно .

Требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютеры, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно.

Кроме того все поле зрения должно быть освещено достаточно равномерно – это основное гигиеническое требование. Иными словами, степень освещения помещения и яркость экрана компьютера должны быть примерно одинаковыми, т.к. яркий свет в районе периферийного зрения значительно

увеличивает напряженность глаз и, как следствие, приводит к их быстрой утомляемости.

### **6.2.3 Эргономические требования к рабочему месту**

Проектирование рабочих мест, снабженных видеотерминалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места инженера-технолога должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места инженера-технолога являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление инженера-технолога. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Моторное поле - пространство рабочего места, в котором могут осуществляться двигательные действия человека.

Максимальная зона досягаемости рук - это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона - часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

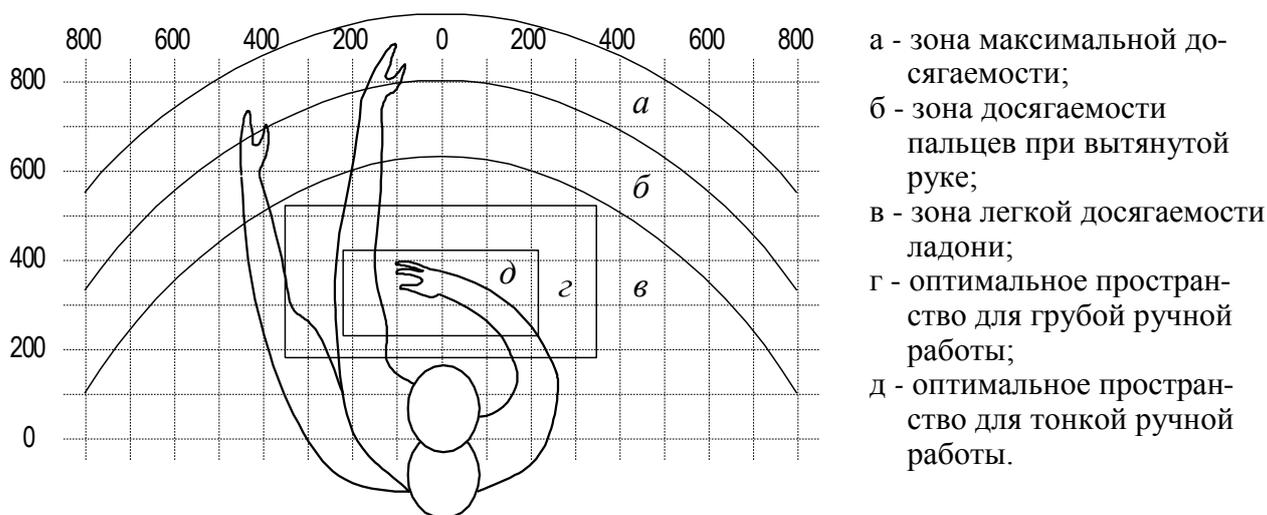


Рисунок 6.1 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

ДИСПЛЕЙ размещается в зоне а (в центре);

СИСТЕМНЫЙ БЛОК размещается в предусмотренной нише стола;

КЛАВИАТУРА - в зоне г/д;

«МЫШЬ» - в зоне в справа;

СКАНЕР в зоне а/б (слева);

ПРИНТЕР находится в зоне а (справа);

ДОКУМЕНТАЦИЯ: необходимая при работе - в зоне легкой досягаемости

ладони – в, а в выдвижных ящиках стола - литература, неиспользуемая постоянно.

На рис. 3 показан пример размещения основных и периферийных

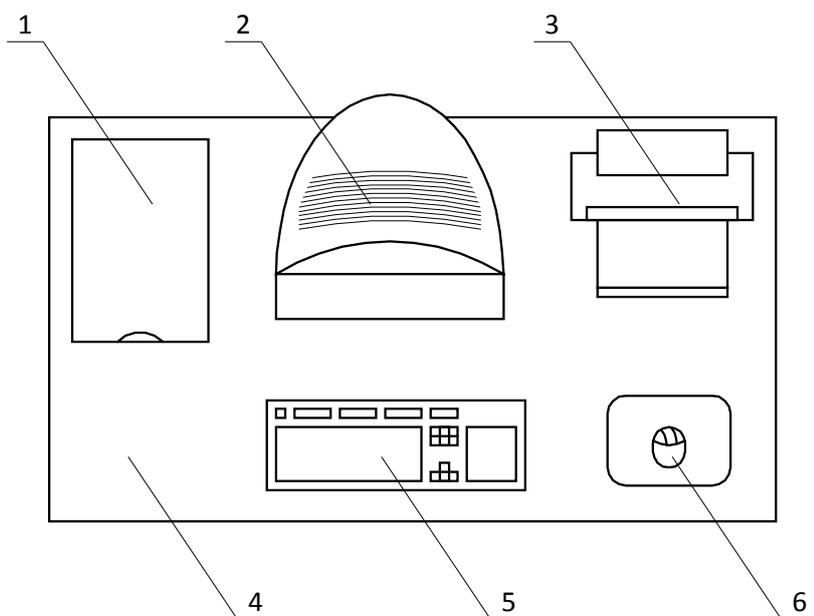


Рисунок 6.2 - Размещение основных и периферийных составляющих ПК. составляющих ПК на рабочем столе программиста.

1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь».

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы программист мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения программиста;
- конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцелярских принадлежностей).

- высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680-760 мм. Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Так, рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420-550 мм. Поверхность сиденья мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки - регулируемый.

Необходимо предусматривать при проектировании возможность различного размещения документов: сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т.п. Кроме того, в случаях, когда видеотерминал имеет низкое качество изображения, например заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300-450 мм). Вообще при высоком качестве изображения на видеотерминале расстояние от глаз пользователя до экрана, документа и клавиатуры может быть равным.

Положение экрана определяется:

- расстоянием считывания (0,6...0,7 м);
- углом считывания, направлением взгляда на  $20^\circ$  ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от  $-10^\circ$  до  $+20^\circ$  относительно вертикали;
- в левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя.

При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- голова не должна быть наклонена более чем на  $20^\circ$ ,
- плечи должны быть расслаблены,
- локти - под углом  $80^\circ \dots 100^\circ$ ,

- предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3 мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15.

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

### **6.3. Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов**

В качестве мер по снижению шума можно предложить следующее:

1. Облицовка потолка и стен звукопоглощающим материалом (снижает шум на 6-8 дБ);
2. Экранирование рабочего места (постановкой перегородок, диафрагм);
3. Установка в компьютерных помещениях оборудования, производящего минимальный шум;
4. Рациональная планировка помещения.

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-76, а звукоизоляция ограждающих конструкций должна отвечать требованиям главы СНиП 11-12-77 «Защита от шума. Нормы проектирования».

При защите от внешнего облучения, возникающего при работе с дисплеем, проводятся следующие мероприятия:

1. Согласно СанПиН 2.2.2.542-96[2] для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья на протяжении рабочей смены должны устанавливаться регламентированные перерывы –при 8- часовом рабочем дне продолжительностью 15 минут через каждый час работы;
2. Дисплей устанавливается таким образом, чтобы от экрана до оператора было не менее 60-70 см;
3. Должны использоваться дисплеи со встроенными защитными экранами.

Обеспечение электробезопасности техническими способами и средствами:

Так как все токоведущие части ЭВМ изолированы, то случайное прикосновение к токоведущим частям исключено.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуется применять защитное заземление.

Заземление корпуса ЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно (ПУЭ) для электроустановок с напряжением до 1000 В.

Организационные мероприятия по обеспечению электробезопасности:

Основным организационным мероприятием является инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно к выполняемой работе.

При проведении незапланированного и планового ремонта вычислительной техники выполняются следующие действия:

- Отключение компьютера от сети
- Проверка отсутствия напряжения

После выполнения этих действий проводится ремонт неисправного оборудования.

Если ремонт проводится на токоведущих частях, находящихся под напряжением, то выполнение работы проводится не менее чем двумя лицами с применением электрозащитных средств.

#### **6.4. Пожарная безопасность.**

##### **6.4.1 Причины возникновения пожара**

Пожар в кабинете, может привести к очень неблагоприятным последствиям (потеря ценной информации, порча имущества, гибель людей и т.д.), поэтому необходимо: выявить и устранить все причины возникновения пожара; разработать план мер по ликвидации пожара в здании; план эвакуации людей из здания.

Причинами возникновения пожара могут быть:

- неисправности электропроводки, розеток и выключателей которые могут привести к короткому замыканию или пробоем изоляции;
- использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
- использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;

- возникновение пожара вследствие попадания молнии в здание;
- возгорание здания вследствие внешних воздействий;
- неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

#### 6.4.2. Профилактика пожара

Пожарная профилактика представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращении пожара, ограничение его распространения, а также создание условий для успешного тушения пожара. Для профилактики пожара чрезвычайно важна правильная оценка пожароопасности здания, определение опасных факторов и обоснование способов и средств пожаропреупреждения и защиты.

Одно из условий обеспечения пожаробезопасности - ликвидация возможных источников воспламенения.

В кабинете источниками воспламенения могут быть:

- неисправное электрооборудование, неисправности в электропроводке, электрических розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности;
- неисправные электроприборы. Необходимые меры для исключения пожара включают в себя своевременный ремонт электроприборов, качественное исправление поломок, не использование неисправных электроприборов;
- обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами. Открытые нагревательные поверхности могут привести к пожару, так как в помещении находятся бумажные документы и справочная литература в виде книг, пособий, а бумага – легковоспламеняющийся предмет. В целях профилактики пожара

рекомендуется не использовать открытые обогревательные приборы в помещении;

- короткое замыкание в электропроводке. В целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой.
- попадание в здание молнии. В летний период во время грозы возможно попадание молнии вследствие чего возможен пожар. Во избежание этого рекомендуется установить на крыше здания молниеотвод;
- несоблюдение мер пожарной безопасности и курение в помещении также может привести к пожару. Для устранения возгорания в результате курения в помещении рекомендуется категорически запретить курение, а разрешить только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара проводить с инженерами, работающими в помещении, противопожарный инструктаж, на котором ознакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучить использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации, и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.

### **6.5. Охрана окружающей среды**

Охрана окружающей среды является по-настоящему важным и значимым процессом. Именно поэтому этим вопросам уделяют достаточно много времени и внимания. Охраной окружающей среды называется комплекс мер, направленных на предупреждение отрицательного влияния человеческой

деятельности на природу, обеспечение благоприятных и безопасных условий жизнедеятельности человека.

Создание условий для улучшения экологической обстановки - процесс долгий, требует согласованности и последовательности действий.

Приоритетными в экологической политике РФ сегодня следующие вопросы:

- обеспечение экологически безопасных условий для проживания;
- рациональное использование и охрана природных ресурсов;
- обеспечение экологической и радиационной безопасности (пдв);
- экологизация промышленности;
- повышение экологической культуры общества и формирование экологического сознания у людей.

Немаловажную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнений. К ним относятся:

- 1) вынесение промышленных предприятий из крупных городов и сооружение новых в малонаселенных районах с непригодными и малопригодными для сельскохозяйственного использования землями;
- 2) оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров;
- 3) установление санитарных охранных зон вокруг промышленных предприятий;
- 4) рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека и растений.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды. Полученная

информация о загрязнениях позволяет быстро выявлять причины повышения концентраций вредных веществ в окружающей среде и активно их устранять.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий ученых многих специальностей. Особое значение имеет количественная оценка последствий загрязнения окружающей среды и, в первую очередь, ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением атмосферы. Защита окружающей среды от загрязнений на современном этапе помимо экономической задачи - повышения общественной производительности труда - включает также и социально-экономическую задачу - улучшение условий жизни человека, сохранение его здоровья.

Чтобы максимально снизить уровень загрязнений, выбрасываемых предприятиями, необходимо производить следующие обязательные меры по охране окружающей природной среды (ООС). Мероприятия по охране окружающей среды заключаются в:

1. Выявлении, оценке, постоянном контроле и ограничении вредных выбросов в окружающую среду, создании природоохранных и ресурсосберегающих технологий и техники.

2. Разработке юридических законов, правовых актов по охране окружающей природной среды, а также материальном стимулировании выполнения требований данных законов и природоохранных мероприятий.

3. Предупреждении ухудшения экологической обстановки и охраны окружающей среды от вредных и опасных факторов путем создания специально выделенных территорий (СЗЗ).

Безотходная технология является наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий. Под понятием «безотходная технология» следует понимать комплекс мероприятий в технологических процессах от обработки сырья до использования готовой продукции, в результате чего сокращается до минимума количество вредных выбросов и уменьшается воздействие отходов

на окружающую среду до приемлемого уровня. В этот комплекс мероприятий входят:

- 1) создание и внедрение новых процессов получения продукции с образованием наименьшего количества отходов;
- 2) разработка различных типов бессточных технологических систем и водооборотных циклов на базе способов очистки сточных вод;
- 3) разработка систем переработки отходов производства во вторичные материальные ресурсы;
- 4) создание территориально-промышленных комплексов, имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса.

До всестороннего внедрения безотходной технологии важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать:

- 1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
- 2) замена токсичных отходов на нетоксичные;
- 3) замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
- 4) применение пассивных методов защиты окружающей среды.

Пассивные методы защиты окружающей среды включают комплекс мероприятий по ограничению выбросов промышленного производства с последующей утилизацией или захоронением отходов. К их числу относятся:

- очистка сточных вод от примесей;
- очистка газовых выбросов от вредных примесей;
- рассеивание вредных выбросов в атмосфере;
- глушение шума на путях его распространения;
- мероприятия по снижению уровней инфразвука, ультразвука и вибраций на путях их распространения;
- экранирование источников энергетического загрязнения окружающей среды;

- захоронение токсичных и радиоактивных отходов.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющиеся источниками негативного воздействия на среду обитания и здоровье человека, необходимо отделять от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) отделяет территорию промышленной площадки от жилой застройки, ландшафтно-рекреационной зоны, зоны отдыха, курорта с обязательным обозначением границ специальными информационными знаками

Устанавливаем следующие размеры санитарно-защитной зоны:

- предприятия четвертого класса - 100 м (Машиностроительные предприятия с металлообработкой, покраской без литья.).

## **Заключение**

В ходе выполнения магистерской диссертации был модернизирован горизонтально-фрезерный станок 6Н83 и разработана оснастка для фрезерования винтовых поверхностей. Так же были исследованы режимы обработки винтов. Исходя из расчётов и проведенных экспериментов, были подобраны: редуктор, серводвигатель, линейный модуль с серводвигателем и комплектующими. Выбор оборудования проводился по современным справочникам и с использованием сети Интернет. В качестве критериев выбора использовались максимальная мощность обработки, частота вращения, минимальная цена. Подобран режущий инструмент и проведен анализ погрешностей обработки при помощи программы «КОМПАС-3D».

Параметры разработанной оснастки полностью соответствует требованиям технического задания.

## Список использованных источников

1. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н. Проектирование и расчет станочных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. Учебное пособие.- Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220с.
2. Аврунин С.В. Фрезерное дело. Учебник для городских проф. – тех. училищ. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Профтехиздат, 1963. – 542 с.: ил.
3. Белов Н.А. Безопасность жизнедеятельности – М.: Знание, 2000 – 364 с.
4. Беляев В.Г. Конструирование механизмов винт-гайка [Текст]// Станки и инструмент. 1978. - С. 16 –19.
5. Бушуев В.В. Тенденции развития мирового станкостроения // СТИН. – 2000. – №9. – С. 20–24.
6. Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.
7. Гречишников В.А. Формообразующие инструменты машиностроительных производств/ В.А. Гречишников, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин, А.И. Пульбере, Л.А. Чупина // Инструменты общего назначения: учебник – 3-е изд. перераб. и доп. – Старый оскоп: ТНТ, 2009. – 432 с.
8. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. – Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
9. Металлорежущие станки. Каталог-справочник. Универсальный горизонтально- фрезерный станок 6Н83.
10. Погораздов В.В., Захаров О.В. Геометрико-аналитическая поддержка технологий формообразования винтовых поверхностей: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 72с.

11. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 15с.
12. Справочник фрезеровщика [Текст] / Под ред. В. Ф. Безъязычного, В.Н. Крылова, Л.Н. Бердникова // - М.: Машиностроение, 2010. – 272с.
13. Zaozmi.ru – «ЗАО Завод мехатронных изделий»
14. Intechnics.ru – электроприводная техника и средства промышленной автоматизации.
15. Servotechnica.ru – серво- и мехатронные компоненты.