

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

Институт

Кибернетики

Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»

Кафедра

Технология автоматизированных
машиностроительных производств

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Модернизация токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3 и разработка оснастки для фрезерования винтов

УДК 621.941.31-048.35

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Телегина Татьяна Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова Марина Игоревна	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТАМП	Арляпов Алексей Юрьевич	к.т.н.		

Томск – 2016г.

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	Телегиной Татьяне Михайловне

Тема работы:

Модернизация токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3 и разработка оснастки для фрезерования винтов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	18.02.2016 №947/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является – модернизация токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3 Задачи: 1. Исследовать режимы обработки шнеков; 2. Расчет режимов резания обработки шнеков; 3. Выбор оптимальных режимов резания; 4. Разработка конструкции приспособления.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Обзор литературы и задачи исследования; 2. Анализ конструкции токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3; 3. Подбор оптимальных режимов резания; 4. Подбор оборудования; 5. Проектирования специального приспособления для фрезерования винтов; 6. Проектирование технологии сборки;

	7. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 8. Социальная ответственность.
Перечень графического материала	1. Демонстрационный материал (презентация в MS Power Point); 2. Специальное приспособление – 1 лист формата А1; 3. Детали специального приспособления – 11 листов формата А4, А3, А2.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Исследовательский	Охотин Иван Сергеевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Шулинина Юлия Игоревна
Социальная ответственность	Пустовойтова Марина Игоревна
Исследовательский (на англ. яз.)	Степура Светлана Николаевна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Обзор литературы	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Охотин И.С.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Телегина Татьяна Михайловна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 109 с., 25 рис., 25 табл., 19 источников, 5 прил.

Ключевые слова: токарный станок, фрезерование винтов, поворотное устройство, модернизация станка.

Объектом исследования являются: токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3, детали типа «шнек».

Цель работы – модернизация токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3 и разработка оснастки для фрезерования винтов.

В процессе исследования проводились: расчеты режимов резания обработки деталей типа «шнек», разработка компоновки специального приспособления.

В результате исследования подобраны оптимальные режимы резания, разработана оснастка для фрезерования деталей типа «шнек».

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

Степень внедрения: 100%.

Область применения: машиностроение, станкостроение.

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение производительности и качества.

В будущем планируется модернизация станка, обработка на собранном станке деталей типа «шнек».

Оглавление	
РЕФЕРАТ	4
Введение.....	7
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	9
1.1 Общие сведения о винтовой линии	9
1.2 Методы получения винтовых канавок	9
1.3 Условие формообразования винтовых поверхностей дисковым инструментом	14
2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ 16K20Ф3...	17
2.1 Назначение и область применения станка	17
2.2 Общая компоновка станка	19
2.3 Описание работы отдельных узлов станка.....	20
2.4 Описание детали «шнек» и маршрут ее обработки.....	22
3. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ.	24
3.1 Расчет режимов и мощности резания для фрезерования «шнеков».....	24
3.2 Перерасчет режимов и мощности резания фрезерования «шнеков»	50
3.3 Эксперимент.....	53
3.4 Подбор шпинделя	56
3.5 Подбор режущего инструмента	57
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	59
4.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания.....	59
4.2 Описание конструкции приспособления	60
4.3 Расчет необходимой силы закрепления	61
4.4 Расчет приспособления на точность.....	63
4.5 Проектирование технологии сборки приспособления	65
4.5.1 Разработка технологической схемы сборки	65
4.5.2 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и его нормирование	65
5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	71
5.1 Описание предприятия	71
5.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	72
5.3 SWOT-анализ.....	74
5.4 Инициация проекта	75
5.4.1 Цели и результат проекта.....	75
5.4.2. Организационная структура проекта	76
5.4.3 Ограничения и допущения проекта	76

5.5 План проекта.....	77
5.6 Бюджет научного исследования	78
5.7 Матрица ответственности	82
5.8 Реестр рисков проекта	83
5.9 Оценка сравнительной эффективности исследования.....	84
6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	89
6.1 Анализ опасных и вредных факторов	89
6.1.1Производственный шум	90
6.1.2 Электромагнитное и ионизирующее излучения.....	91
6.1.3 Поражение электрическим током	92
6.2. Эргономический анализ трудового процесса	93
6.2.1 Микроклимат.....	93
6.2.2 Освещение	95
6.2.3 Эргономические требования к рабочему месту	99
6.3. Разработка мер защиты от опасных и вредных факторов	104
6.4Пожарная безопасность	105
6.4.1 Причины возникновения пожара.....	105
6.4.2 Профилактика пожара	106
6.5 Охрана окружающей среды.....	108
Заключение	112
Список использованных источников	113
Приложение А	116
Приложение Б.....	117
Приложение В.....	118
Приложение Г	119
Приложение Д.....	126

Введение

Прогресс всех отраслей народного хозяйства страны неразрывно связан с уровнем развития машиностроения и его базовой отраслью, которым является станкостроение.

Современному отечественному и мировому машиностроению присущи постоянное усложнение конструкции из-за увеличения номенклатуры выпускаемых изделий и частой смены объектов производства, а также требований сокращения сроков освоения новой продукции.

Уровень машиностроения во многом определяет качество и количество изделий, выпускаемых всеми отраслями, обеспечивающими функционирование рыночной экономики. Поэтому эффективному развитию машиностроения уделяется внимание в настоящее время.

Особое влияние на современное машиностроение оказало развитие вычислительной техники, повлекшие создание гибких производственных систем. Сформированные на основе управляющих вычислительных машин и станков с числовым программным управлением, а также промышленных роботов, подобные комплексы прочно вошли в структуру оборудования современных машиностроительных заводов.

Перестройка машиностроительного производства России привела к резкому снижению производства станков с числовым программным управлением и средств автоматизации машиностроения. Однако развитие сети малых предприятий, неспособных приобретать дорогостоящее автоматизированное технологическое оснащение, привело к необходимости проводить модернизацию оборудования, в том числе, с ЧПУ, к которому относится станок 16K20Ф3.

В этих условиях необходим новый подход, соответствующий современным требованиям, способный обеспечить повышение производительности труда при небольших инвестициях при постоянно сменяющейся номенклатуре выпускаемых изделий.

Сегодня заводам требуются средства механизации и совершенствования технологического оснащения, необходимо создание новой высокопроизводительной технологической оснастки.

Такие модернизации полезны предприятиям малого и среднего бизнеса, так как позволяют им иметь в своей структуре минимальное количество станков при достаточно большом разнообразии выполняемых ими методов обработки.

Это направление развивается в нашей магистерской диссертацией.

Предметом работы является модернизация токарного станка с ЧПУ модели 16K20ФЗи разработка оснастки для фрезерования винтов.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Общие сведения о винтовой линии

Понятие о винтовой линии. Если (рис. 1.1) прямоугольный треугольник ABC, вырезанный из бумаги или тонкой жести, сторона AB которого равно длине окружности основания цилиндра B, навернуть на цилиндр так, чтобы сторона AB совпадала с основанием цилиндра, то сторона AC образует на боковой поверхности линию, называемую винтовой.

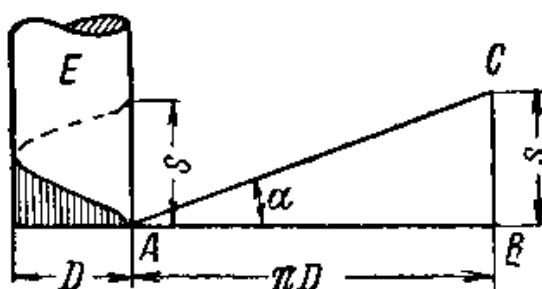


Рисунок 1.1 - Образование винтовой линии

Элементы винтовой линии.

Винтовая линия характеризуется следующими элементами: шаг, виток и угол подъема.

Шагом винтовой линии называется расстояние между смежными витками, измеренное вдоль образующей кругового цилиндра.

Витком называют винтовую линию, описанную точкой за один оборот образующей вокруг оси кругового цилиндра. Длина витка равно L.

Углом подъема винтовой линии называют отношение $tg(\varphi) = h/\pi d$, где d – диаметр цилиндра, h – шаг. [2]

1.2 Методы получения винтовых канавок

Формообразование наружных винтовых канавок производится следующими методами:

- 1) Точение резцами.
- 2) Фрезерование дисковыми фрезами.
- 3) Вихревое нарезание.
- 4) Пластическое деформирование – накатывание.

Существуют различные технологические методы изготовления наружных винтовых канавок. Выбор оптимального метода зависит от размера канавки, заданных параметров качества поверхности и точности изготовления винтовой канавки, а также материала, формы и размеров детали. Выбранный метод должен гарантировать наибольшую производительность изготовления и наименьшую стоимость при обеспечении требуемой точности винтовой канавки.

1. Точение резцами.

Резцами можно нарезать все виды винтовых канавок. Особенностью процесса нарезания винтовых канавок резцами является то, что инструмент должен удалить заданный припуск на обработку, обеспечить точность формы и расположения заданного профиля [4]. Канавку со средним и крупным шагом нарезают резцами обычно в несколько проходов. Обработка ведется одним резцом при малых сечениях срезаемого слоя, что обуславливает низкую производительность резания. На предварительных проходах используют резцы с более простым профилем кромок, а на окончательных – с заданным профилем [6,14].

Особенности многопроходного нарезания наружных винтовых канавок показан на рис. 1.2.

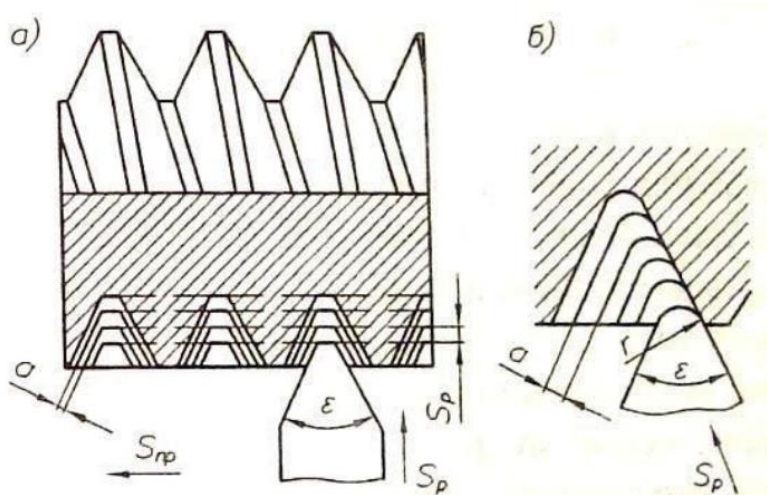


Рисунок 1.2 - Схемы многопроходного нарезания резцом наружных винтовых канавок: а – радиальное резание; б – боковое резание

2. Фрезерование дисковыми фрезами.

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.

Ось оправки дисковой фрезы устанавливается под углом подъёма винтовой канавки φ для того, чтобы режущая кромка и передняя поверхность зуба располагались перпендикулярно к винтовой линии канавки (рис. 1.3)

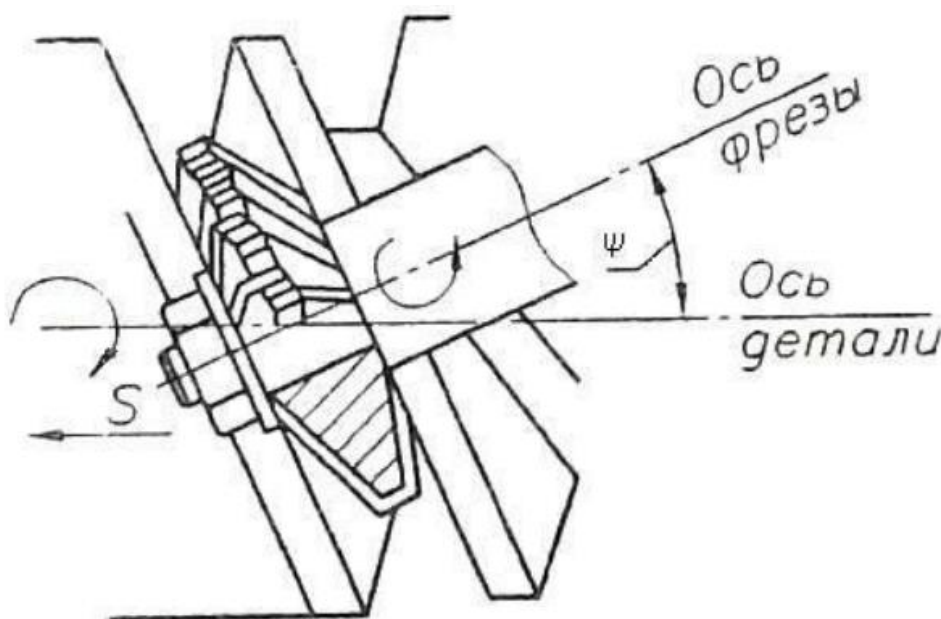


Рисунок 1.3 - Схема установки дисковой фрезы при обработке наружных винтовых канавок

Чтобы образовать винтовые канавки многозаходного шнека, после обработки каждой канавки необходимо повернуть заготовку относительно режущего инструмента на долю оборота, равную $1/z$, где z - число заходов, и обработать следующую канавку.

Таким образом, при фрезеровании винтовых канавок надо сообщить обрабатываемой заготовке следующие движения:

- равномерное вращение вокруг ее оси за счет вращения шпинделя делительной головки, в центрах или патроне которой закреплена заготовка;
- равномерное перемещение вдоль оси за счет продольной подачи стола станка, на котором установлена делительная головка с закрепленной заготовкой;
- поворот после каждого прохода на долю оборота, равную $1/z$, при помощи делительного диска.

3. Вихревое нарезание.

При вихревом нарезании наружных винтовых канавок основное движение резцами осуществляется вращением резцовой головки с расположенными на кольцевой планшайбе резцами (от одного до двенадцати). Резцы описывают своими вершинами эксцентричную окружность вокруг детали [19].

На рис. 1.4 представлены возможные схемы вихревого нарезания наружных винтовых канавок.

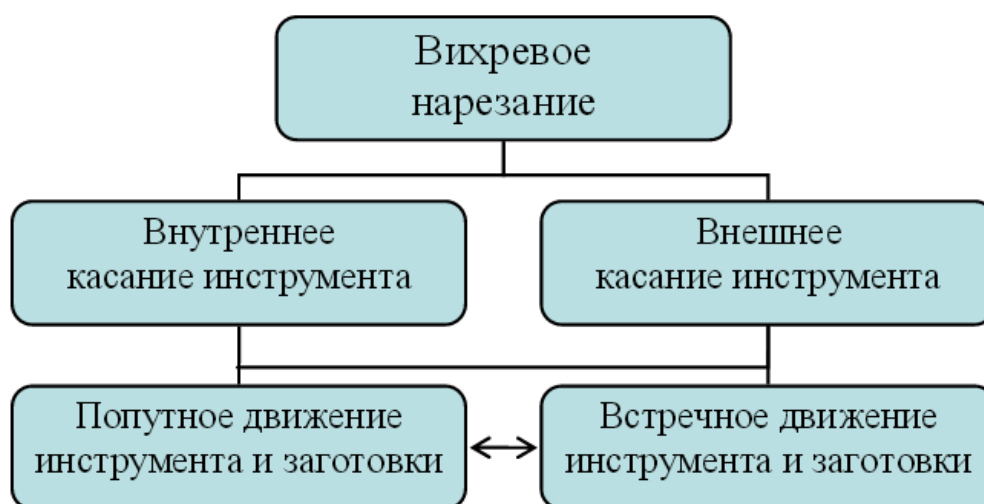


Рисунок 1.4 - Схемы вихревого нарезания наружных винтовых канавок

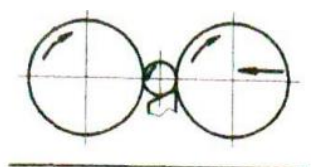
Вихревая головка наклонена по отношению к заготовке на угол подъема винтовой линии φ . Движение резания осуществляется

инструментами, движение подачи – вращающейся заготовкой, а в продольном направлении – вихревой головкой.

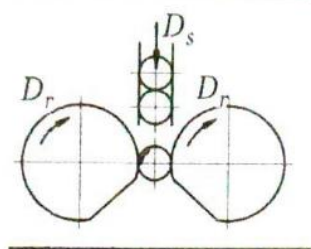
Вихревое нарезание является одним из самых экономичных методов нарезания наружных винтовых канавок, так как обеспечивает большой съем металла при высокой точности обработки за один проход. В основном наружные канавки обрабатываются резцовыми головками внутреннего касания, так как в этом случае увеличивается длина дуги контакта резца с обрабатываемой заготовкой. [15,16]

4. Пластическое деформирование.

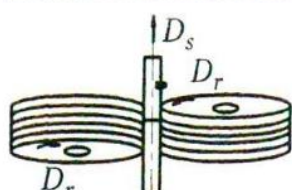
Все большее распространение получает обработка пластическим деформированием – накатывание.



а) Накатывание роликами с радиальной подачей



б) Накатывание роликами с тангенциальной подачей



в) Накатывание роликами с осевой подачей

Рисунок 1.5 - Методы накатывания наружных винтовых канавок

Данный способ формообразования и упрочнения винтовых канавок позволяет под влиянием пластической деформации создавать остаточные сжимающие напряжения с благоприятным их распределением по всему сечению.

По характеру протекания процесса пластической деформации, накатывание винтовых канавок относится к поверхностному пластическому формообразованию и занимает промежуточное положение между упрочнением поверхностным пластическим деформированием (ППД) и

объёмной обработкой давлением (поперечно-винтовой или поперечно-клиновой прокат) [18].

При поверхностном пластическом формообразовании, пластической деформации подвергаются только сравнительно тонкий поверхностный слой материала заготовки. [7]

1.3 Условие формообразования винтовых поверхностей дисковым инструментом

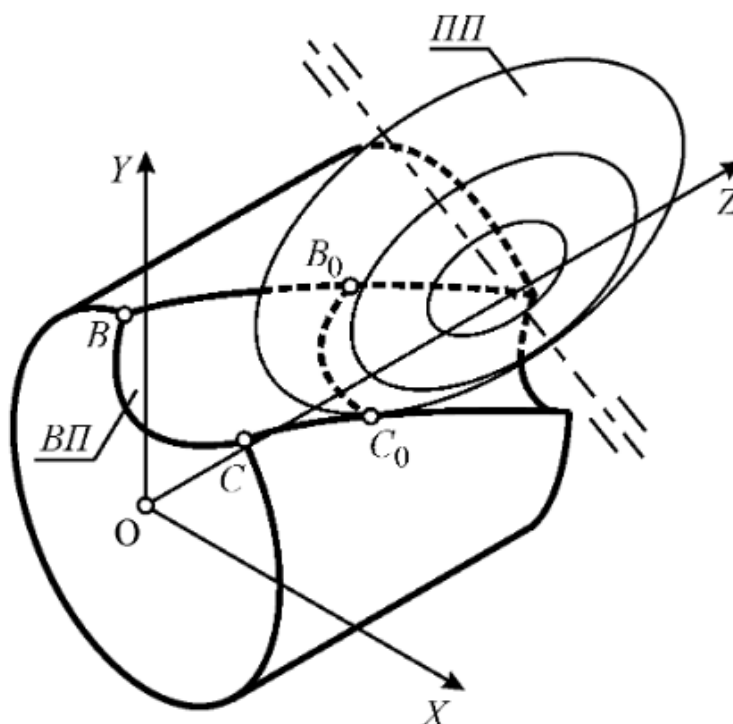


Рисунок 1.6 – Касание ПП инструмента с ВП детали

В каждый момент времени формообразования винтовой поверхности она касается производящей поверхности дискового фасонного инструмента по некоторой пространственной кривой B_0C_0 (рис. 1.6). Эта кривая формально оформлена, а другая еще покрыта слоем припуска. Рассмотрим условия формообразования номинальной винтовой поверхности.

Первое условие формообразования винтовой поверхности: в каждом сечении ВП плоскость C_j (рис 1.7), перпендикулярна оси дискового инструмента, окружность сечения производящей поверхности и кривая сечения ВП должны иметь общую касательную. Это условие выполняется для

такой кривой EF, в которой нормаль к номинальной винтовой поверхности $N = \frac{\partial R}{\partial q} \cdot \frac{\partial R}{\partial v}$ пересекает ось вращения дискового инструмента.

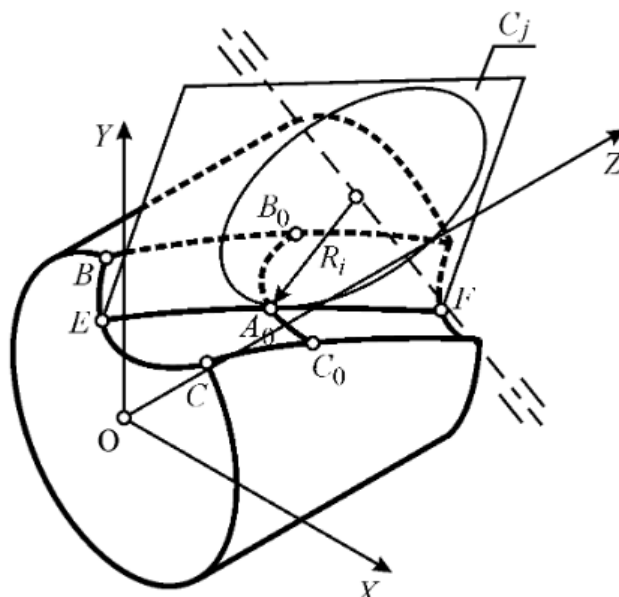


Рисунок 1.7 – Схема касания ПП инструмента с ВП детали

Второе условие формообразования винтовой поверхности: в каждом сечении C_j (рис. 1.7), перпендикулярном оси инструмента, радиус R_j окружности сечения производящей поверхности должен быть меньше или, в крайнем случае, равен радиусу ρ_{C_j} кривизны кривой EF сечения винтовой поверхности, т.е. $R_j \leq \rho_{C_j}$. На рис. 1.8, а, б, показы случаи физического касания производящей поверхности в плоскости C_j с ВП, когда второе условие выполняется, а на рис. 1.8, в – когда это условие не выполняется и рассматриваемые поверхности находятся лишь в формальном контакте.

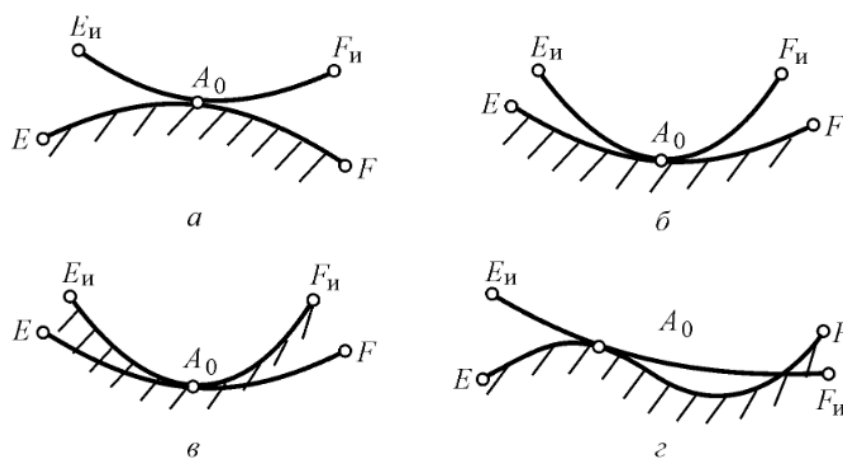


Рисунок 1.8 – Варианты касания ПП инструмента с ВП детали

Третье условие формообразования винтовой поверхности требует, чтобы производящая поверхность инструмента не пересекала ВП, то есть в каждом сечении C_j , проходящем через данную точку A_0 касания ВП с производящей поверхностью, кривая ЕF на своем протяжении не должна пересекать производящую поверхность.

Выполнение третьего условия формообразования зависит не только от формы номинальной детали, но и от протяженности координатных линий на этой поверхности. На рис. 1.8, г показан случай, когда третье условие не выполняется.

Если на каком-либо участке обрабатываемой ВП не будет выполнено хотя бы одно из трех условий формообразования, то этот участок не может быть получен как огибающая поверхность к семейству производящих поверхностей инструмента. Если для всех участков профиля не удастся выполнить указанные условия, то конструктор должен решить, на каком участке можно оставить переходные кривые или другие отклонения. [11]

2. АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ТОКАРНОГО СТАНКА С ЧПУ 16K20Ф3

2.1 Назначение и область применения станка

Станок токарный патронно-центровой с числовым программным управлением (ЧПУ) модели 16K20Ф3 предназначен: для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения со ступенчатым и криволинейным профилем различной сложности в один или несколько проходов в замкнутом полуавтоматическом цикле и нарезание крепежных резьб. У этого станка есть УЧПУ типа 2Р22 с вводом программ с клавиатуры, магнитных кассет или с перфоленты.

Станок предназначен преимущественно для центровых работ и может оснащаться системами контурного программного управления, как отечественного, так и иностранного производства. Программа перемещений инструмента и вспомогательные команды записываются в одном из стандартных кодов

Станки применяются в индивидуальном, мелкосерийном и серийном производствах с небольшими повторяющимися партиями.

Класс точности станка – П.

Область применения станка является индивидуальное, мелкосерийное и серийное производство с мелкими повторяющимися партиями деталей [13].

Технические характеристики станка 16K20Ф3 даны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка 16K20Ф3

Наименование параметров	Единица измерения	Величина параметров
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной	мм	400
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом	мм	215
Наибольший диаметр прутка, проходящего через отверстие в шпинделе	мм	53
Наибольшая длина обрабатываемого изделия	мм	1000

Наибольшее перемещение суппорта: продольное		мм	900
Наибольшее перемещение суппорта: поперечное		мм	250
Количество рабочих скоростей шпинделя			22
Пределы чисел оборотов шпинделя		об/мин	12,5...2000
Количество автоматически переключаемых скоростей			9
Диапазон автоматического переключения			16
Диапазон скоростей шпинделя, устанавливаемого вручную, I – II - III -		об/мин	12,5-200 50- 800 125÷2000
Центр пиноли задней бабки по ГОСТ 13214-67			7032-0045 Морзе №5
Центр шпинделя передней бабки по ГОСТ 13214-67			7032-0043 Морзе №6
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72			6К
Максимальная скорость продольной подачи при врезании резьбы		мм/мин	2000
Пределы шагов нарезаемых резьб		мм	0,01-40,95
Диапазон скоростей подач	Продольных	мм/мин	3-2000
	Поперечных		
Скорость быстрых ходов	Продольных	мм/мин	7000
	Поперечных		4000
Дискретность перемещения	Продольных		0,002
	Поперечных		
Высота резца		мм	25
Количество позиций на поворотной резцедержке			6
Габаритные размеры станка (без гидроагрегата, электрошкафа привода подач и пульта ЧПУ) длина, ширина, высота		мм	3360× 1710×1750
Масса станка без учета ЧПУ, не более		кг	3800

2.2 Общая компоновка станка

На рис. 2.1. представлен общий вид станка. На рис. 2.2. представлена общая принципиальная схема кинематических связей токарно-винторезного станка.

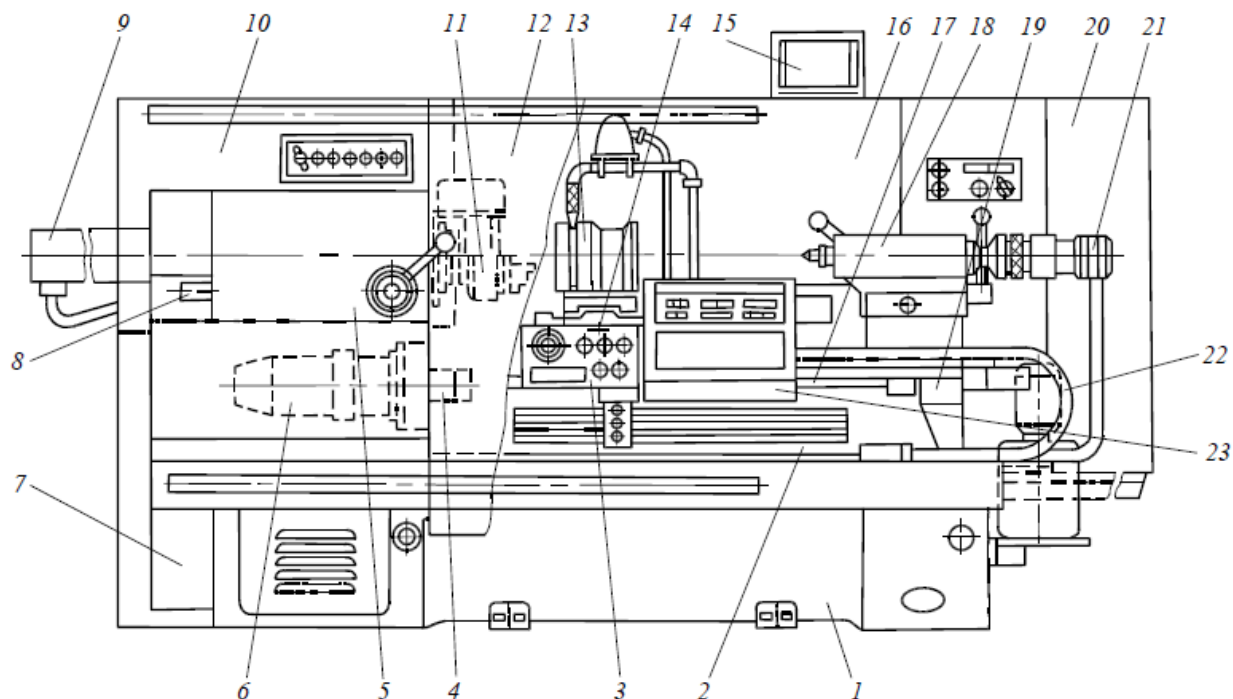


Рисунок 2.1 - Общий вид станка мод. 16K20Ф3

В состав токарного станка мод. 16K20Ф3 (рис. 2.1) входят: основание 1; станина 2; каретка 3; левая опора 4 винта продольного перемещения; шпиндельная бабка 5; привод продольного перемещения 6; неподвижное ограждение 7; датчик резьбонарезания 8; электромеханический привод патрона 9; шкаф управления 10; патрон 11; подвижное ограждение 12; поворотная револьверная головка 13; винтовая шариковая пара 14 поперечного перемещения; дисплей 15; шкаф управления 16; винтовая шариковая пара 17 продольного перемещения; задняя бабка 18; правая опора 19 продольного винта; электрооборудование 20; электромеханический привод 21 пиноли задней бабки; разводка коммутаций по каретке 22; пульт управления 23.

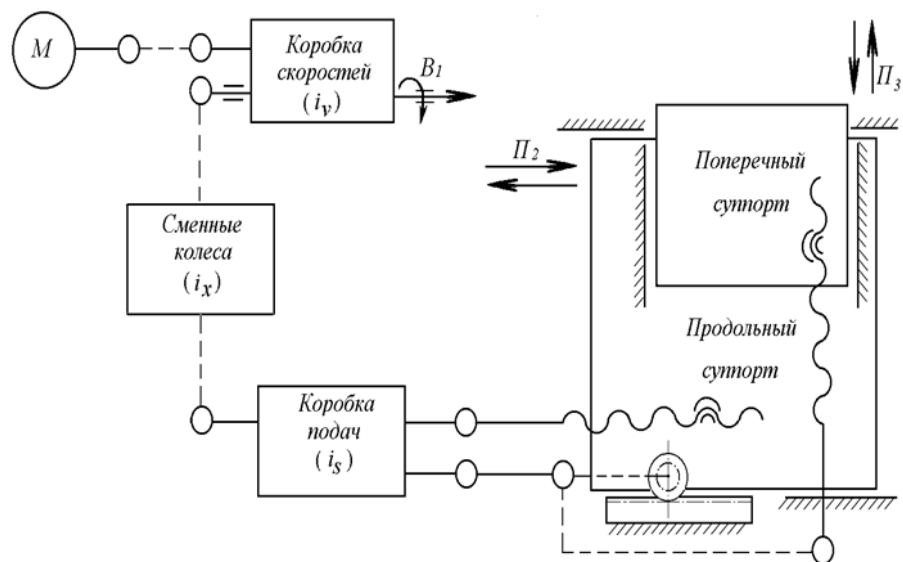


Рисунок 2.2 - Принципиальная схема кинематических связей токарно-винторезного станка

2.3 Описание работы отдельных узлов станка

Рассмотрим основные механизмы и узлы станка [16].

Основание станка – монолитная отливка, на которой устанавливается станина. В левой нише основания размещена моторная установка, на задней стороне основания крепится автоматическая коробка скоростей. Средняя часть основания служит сборником для стружки и охлаждающей жидкости.

Первый отсек является резервуаром для охлаждающей жидкости, в нем монтируется насос охлаждения.

Станина станка - коробчатой формы с поперечными ребрами П-образного профиля, направляющие каленые, шлифованные. Для перемещения каретки служит неравнобокая призматическая передняя и плоская задняя направляющие. В правой части станины крепится привод продольной подачи.

Привод главного движения включает моторную установку с асинхронным электродвигателем, автоматическую 9-скоростную коробку скоростей КС-309-16-51, шпиндельную бабку, соединенных клиноременными передачами. В шпиндельной бабке предусмотрено переключение вручную трех диапазонов скоростей с соотношением 1:4 и 1:2,5, что вместе с 9-скоростной коробкой скоростей обеспечивает получение 22-х скоростей

шпинделя в диапазонах 12,5 – 200; 50 – 800 и 125 – 2000 об/мин (по 9 скоростей в каждом диапазоне) при основном исполнении станка с электродвигателем 1460 об/мин.

Резьбонарезание осуществляется при помощи фотоэлектрического резьбонарезного датчика, установленного на шпиндельной бабке.

Установленная на станке АКС имеем 6 электромагнитных муфт, включение которых в определённой последовательности позволяет получать 9 ступеней скорости и тормозить шпиндель станка.

Привод поперечной подачи монтируется на задней стороне каретки и включает приводной двигатель, одноступенчатый редуктор и шариковую передачу винт-гайка качения с условным диаметром 40 мм, шагом 5 мм. Редуктор имеет 2 исполнения: для электрогидравлического шагового привода и для установки электродвигателя постоянного тока. В конструкции предусмотрена возможность установки датчика обратной связи.

Суппорт и каретка – традиционного типа отключаются увеличением высоты каретки и суппорта для повышения жесткости и возможности установки шарикового винта, поперечной подачи диаметром 40 мм.

Передняя бабка. Установка передней бабки осью шпинделя по расчетной линии центров станка на станине производится двумя винтами.

Смазка передней бабки централизованная от специальной станции смазки, монтируемой на основании станка.

Выбор радиального зазора в заднем подшипнике и компенсации тепловых деформаций производится под действием пружин.

Подшипники типа «Гаме» регулируются на заводе-изготовителе станка и не требуют регулировки в процессе эксплуатации станка.

В станках 16K20Ф3С4 и 16K20Ф3С5 в передней бабке устанавливается датчик резьбонарезания.

Для постоянной выборки люфта в зубчатом зацеплении шестерня постоянно поджата пружинами. Разрешающая способность датчика 1000

импульсов на оборот и 1 нулевой импульс для отметки «нулевого» положения шпинделя при вводе в нитку при нарезании резьбы в несколько проходов.

Смазка шпиндельной бабки централизованная.

Привод продольной подачи – включает одноступенчатый редуктор, опоры ходового винта и шариковую передачу винт-гайка качения с условным диаметром 63 мм, шагом 10 мм.

Редуктор имеет 2 исполнения: для гидравлического шагового привода и для установки электродвигателя постоянного тока. В конструкции предусмотрена возможность с установкой датчика обратной связи.

Поворотный резцедержатель станка 16K20Ф3. Это 6-ти позиционный узел с горизонтальной осью вращения, который устанавливается на поперечном суппорте. В специальной инструментальной головке устанавливается: 6 резцов-вставок или 3 инструментальных блока.

В качестве приспособления для закрепления режущего инструмента используется поворотный резцедержатель. В этой специальной инструментальной головке устанавливают шесть резцов-вставок или три инструментальных блока.

Ограждение – неподвижное, щитового типа со съемными щитками с задней стороны станка и переднее подвижное с прозрачным экраном для наблюдения, полностью закрывает зону резания.

Поворотная резцедержка рассчитана на установку съемных инструментальных блоков, предварительно настроенных на заданные размеры вне станка в специальных приспособлениях.

2.4 Описание детали «шнек» и маршрут ее обработки

Основными общими элементами большинства шнеков, используемых в оборудовании различных производств, являются винтообразные поверхности с большим шагом или витки. Есть несколько конструктивных вариантов, как самих витков, так и шнеков.

Самыми простыми по конструкции являются шнеки, представляющие собой спираль, изготовленную из стальной полости. Такие шнеки

применяются в машинах для транспортировки кусковых продуктов, перемешивания сыпучих пищевых продуктов и мясного фарша.

Шнеки со сплошной винтовой поверхностью применяют в различных транспортирующих механизмах для перемешивания сухих сыпучих продуктов, прессования пищевых и кормовых продуктов в прессах для приготовления концентратов и т.д.

Шнеки могут быть: правыми и левыми.

По конструктивному выполнению витки могут быть изготовлены за одно целое с валом литьем или резанием.

Во многих машинах применяют сборно—сварные шнеки.

Шнеки изготавливают из: стали, серого чугуна, бронзы, алюминиевых сплавов, пластмасс.

Заготовки шнеков чаще всего отливают из стали 45Л, серого чугуна СЧ-20, бронзы Бр А 9Ж4Л и т.д. В качестве заготовок для механически обрабатываемых шнеков могут использоваться прутки. С целью повышения коррозионной стойкости шнеков их при необходимости хромируют или лудят пищевым оловом 01 и 02. Для сборно-сварных шнеков используют прокат. Валы цельные изготавливают из прутков, полые трубы, втулки – из листа или полосы [17].

3. ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ ШНЕКОВ.

3.1 Расчет режимов и мощности резания для фрезерования «шнеков».

Основные параметры исследуемых шнеков представлены в табл. 3.1

Таблица 3.1 – Параметры шнеков

№	Название шнека	l, мм	h, мм	d, мм	$\alpha, ^\circ$
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=150 мм, z=12

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.

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

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

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

$$K_v = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$1) \quad C_v = 1825 \quad x = 0.3, \quad y = 0.12, \quad u = 0.1, \quad p = 0, \quad m = 0.35, \quad q = 0.2, \quad T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{1825 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 7.7^{0.3} \cdot 0.02^{0.12} \cdot 22.5^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$

$$= 500.1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{500.1 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 1061.8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 950, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 447.45 \text{ м/мин}$$

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.

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

$$C_p = 261, \quad x = 0.9, \quad y = 0.8, \quad u = 1.1, \quad q = 1.1, \quad w = 0.1, \quad K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 7.7^{0.9} \cdot 0.02^{0.8} \cdot 22.5^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.9}{150^{1.1} \cdot 950^{0.1}}$$

$$= 437.6 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{437.6 \cdot 150}{200} = 328.2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{437.6 \cdot 447.45}{61200} = 3.2 \text{ кВт.}$$

2. Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 690, x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 7.7^{0.3} \cdot 0.15^{0.12} \cdot 22.5^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$
$$= 141.5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141.5 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 300.4 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 300, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 141.3 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0.9, y = 0.8, u = 1.1, q = 1.1, w = 0.1, K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 7.7^{0.9} \cdot 0.15^{0.8} \cdot 22.5^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.9}{150^{1.1} \cdot 300^{0.1}}$$
$$= 2398.1 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{2398.1 \cdot 150}{200} = 1798.6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2398.1 \cdot 141.3}{61200} = 5.5 \text{ кВт.}$$

2. NR-46 Шнек SC 90-60.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D=150$ мм, $z=12$

Глубина резания: $t=7.7$ мм.

Ширина: $B=30$ мм.

Подача: $S=0.02$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 1825 \text{ х } x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 7.7^{0.3} \cdot 0.02^{0.12} \cdot 30^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$
$$= 500.1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{500.1 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 1061.8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 1000, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 471 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, \text{ х } x = 0.9, y = 0.8, u = 1.1, q = 1.1, w = 0.1, K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 7.7^{0.9} \cdot 0.02^{0.8} \cdot 30^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.9}{150^{1.1} \cdot 1000^{0.1}}$$
$$= 605.3 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{605.3 \cdot 150}{200} = 453.9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{605.3 \cdot 471}{61200} = 4.7 \text{ кВт.}$$

3. Подача: $S = 0.15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 690 \text{ х } x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 30^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 141,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 300,42 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 300$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 141,3 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 7,7^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 30^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 300^{0,1}}$$

$$= 3351 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3351 \cdot 150}{200} = 2513 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3351 \cdot 141,3}{61200} = 7,7 \text{ кВт.}$$

3. NR-75 Шнек S 150-75.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D = 150 \text{ мм}$, $z = 12$

Глубина резания: $t = 14,5 \text{ мм}$.

Ширина: $B = 37,5 \text{ мм}$.

Подача: $S = 0,02 \text{ мм/зуб}$.

Скорость резания.

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

$K_V = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$

$C_v = 1825$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150 \text{ мин}$.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 37,5^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 406,18 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{406,18 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 862,4 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 800$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 376,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, \quad x = 0,9, \quad y = 0,8, \quad u = 1,1, \quad q = 1,1, \quad w = 0,1, \quad K_{MP} = 0,9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 14,5^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 37,5^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 800^{0,1}} \cdot 0,9$$

$$= 1411,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1411,7 \cdot 150}{200} = 1058 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1411,7 \cdot 376,8}{61200} = 8,7 \text{ кВт.}$$

Подача: $S = 0,15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$$K_v = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$$

$$C_v = 690 \quad x = 0,3, \quad y = 0,12, \quad u = 0,1, \quad p = 0, \quad m = 0,35, \quad q = 0,2, \quad T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 37,5^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 121,3 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{121,3 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 257,5 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$\begin{aligned} P_z &= \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \\ &= \frac{10 \cdot 261 \cdot 14,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 37,5^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 250^{0,1}} = 8220,5 \text{ Н} \end{aligned}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{8220,5 \cdot 150}{200} = 6165 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6165 \cdot 117,8}{61200} = 15,8 \text{ кВт.}$$

4. NR-75 Шнек S 150-75.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D = 150 \text{ мм}$, $z = 12$

Глубина резания: $t = 14,5 \text{ мм}$.

Ширина: $B = 50 \text{ мм}$.

Подача: $S = 0,02 \text{ мм/зуб}$.

Скорость резания.

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

$K_v = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$

$C_v = 1825$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150 \text{ мин.}$

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 50^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 \\ &= 386,5 \text{ м/мин} \end{aligned}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{386,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 820,6 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 750$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 353,3 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 14,5^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 50^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 750^{0,1}} = 1935,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1935,5 \cdot 150}{200} = 1451 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1935,5 \cdot 353,3}{61200} = 11,2 \text{ кВт.}$$

Подача: $S = 0,15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$K_v = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$

$C_v = 690$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 14,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 50^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 96,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{96,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 204 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 200$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 94,2 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 14,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 50^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 200^{0,1}} = 3303,8 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3303,8 \cdot 150}{200} = 2477 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3303,8 \cdot 94,2}{61200} = 5,1 \text{ кВт.}$$

5. STS – 75 Шнек 72-72.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D = 150 \text{ мм}, z = 12$

Глубина резания: $t = 12 \text{ мм.}$

Ширина: $B = 36 \text{ мм.}$

Подача: $S = 0,02 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$$K_V = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$$

$C_V = 1825, x = 0,3, y = 0,12, u = 0,1, p = 0, m = 0,35, q = 0,2, T = 150 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 36^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 431,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{431,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 915,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 900$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 423,9 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 36^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 900^{0,1}} = 1108,6 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1108,6 \cdot 150}{200} = 831 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1108,6 \cdot 423,9}{61200} = 7,7 \text{ кВт.}$$

Подача: S=0.15 мм/ зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$$

$C_V = 690$ х = 0.3, у = 0.12, u = 0.1, p=0, m =0,35, q=0.2, T=150мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 36^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 128,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{128,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 272,6 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 270$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, х = 0,9, у = 0.8, u=1,1, q=1,1, w=0,1, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 36^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 270^{0,1}} = 6623 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{6623 \cdot 150}{200} = 4967 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6623 \cdot 127,2}{61200} = 13,8 \text{ кВт.}$$

6. STS – 75 Шнек 96-96.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=150 мм, z=12

Глубина резания: t=12 мм.

Ширина: B=48 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0,95$$

$$C_V = 1825 \text{ х } 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0,35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 48^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$
$$= 419,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{419,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 890,5 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 8900, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 376,8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, \text{ х } 0,9, y = 0.8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 48^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 800^{0,1}}$$
$$= 1545,4 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1545,4 \cdot 150}{200} = 1159 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1545,4 \cdot 376,8}{61200} = 9,5 \text{ кВт.}$$

Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0,95$$

$$C_V = 690 \text{ м}, x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0,35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 48^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 124,9 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{124,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 265,2 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 250, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 48^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}$$

$$= 9145 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{9145 \cdot 150}{200} = 6858 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{9145 \cdot 117,8}{61200} = 17,6 \text{ кВт.}$$

7. STS – 75 Шнек 72-72.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D=150$ мм, $z=12$

Глубина резания: $t=12$ мм.

Ширина: $B=56$ мм.

Подача: $S=0.02$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 1825 \quad x = 0.3, \quad y = 0.12, \quad u = 0.1, \quad p = 0, \quad m = 0.35, \quad q = 0.2, \quad T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 12^{0.3} \cdot 0.02^{0.12} \cdot 56^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$
$$= 411.1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{411.1 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 872.8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 800, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 376.8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, \quad x = 0.9, \quad y = 0.8, \quad u = 1.1, \quad q = 1.1, \quad w = 0.1, \quad K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0.9} \cdot 0.02^{0.8} \cdot 56^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.9}{150^{1.1} \cdot 800^{0.1}} \cdot 0.9$$
$$= 1830.6 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1830.6 \cdot 150}{200} = 1373 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1830.6 \cdot 376.8}{61200} = 11.3 \text{ кВт.}$$

Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_v = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_v = 690 \cdot x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{690 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 12^{0.3} \cdot 0.15^{0.12} \cdot 56^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$

$$= 122.1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{122.1 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 256.2 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 250, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117.8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0.9, y = 0.8, u = 1.1, q = 1.1, w = 0.1, K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0.9} \cdot 0.15^{0.8} \cdot 56^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.96}{150^{1.1} \cdot 250^{0.1}}$$

$$= 11640.4 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{11640.4 \cdot 150}{200} = 8730 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{11640.4 \cdot 117.8}{61200} = 22.4 \text{ кВт.}$$

8. STS – 75 Шнек S56-28L.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=150 мм, z=12

Глубина резания: t=12 мм.

Ширина: B=20 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_v = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$C_v = 1825$ $x = 0.3$, $y = 0.12$, $u = 0.1$, $p=0$, $m =0,35$, $q=0.2$, $T=150$ мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 20^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 474,4 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{474,4 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 1007,2 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 1000$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 471 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0.8$, $u=1,1$, $q=1,1$, $w=0,1$, $K_{MP}=0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 20^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 1000^{0,1}}$$

$$= 575,4 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{575,4 \cdot 150}{200} = 431 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{575,4 \cdot 471}{61200} = 4,4 \text{ кВт.}$$

Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$K_v=1.06 \cdot 0.9 \cdot 1=0,95$

$C_v = 690$ $x = 0.3$, $y = 0.12$, $u = 0.1$, $p=0$, $m =0,35$, $q=0.2$, $T=150$ мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 20^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 141,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{141,5 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 300,4 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 300$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 141,3 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 20^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 300^{0,1}} = 3682,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3682,7 \cdot 150}{200} = 2762 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{3682,7 \cdot 141,3}{61200} = 8,5 \text{ кВт.}$$

9. STS – 75 Шнек 72-72.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D = 150 \text{ мм}$, $z = 12$

Глубина резания: $t = 12 \text{ мм}$.

Ширина: $B = 28 \text{ мм}$.

Подача: $S = 0,02 \text{ мм/зуб}$.

Скорость резания.

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

$K_v = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$

$C_v = 1825$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150 \text{ мин}$.

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 28^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 440,7 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{440,7 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 935 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 950$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 447,5 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 28^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 950^{0,1}} = 841,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{841,7 \cdot 150}{200} = 631 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{841,7 \cdot 447,5}{61200} = 6,2 \text{ кВт.}$$

Подача: $S = 0,15 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$K_v = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$

$C_v = 690$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 28^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 131,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{131,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 278,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 28^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 250^{0,1}} = 5434,5 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{5434,5 \cdot 150}{200} = 4075 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{5434,5 \cdot 117,8}{61200} = 10,5 \text{ кВт.}$$

10. ТЕК – 70 Шнек SC 45-45.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: $D = 150 \text{ мм}, z = 12$

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

Ширина: $B = 22,5 \text{ мм.}$

Подача: $S = 0,02 \text{ мм/зуб.}$

Скорость резания.

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

$$K_V = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$$

$C_V = 1825, x = 0,3, y = 0,12, u = 0,1, p = 0, m = 0,35, q = 0,2, T = 150 \text{ мин.}$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 432,6 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{432,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 918 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 900$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 423,9 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 22,5^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 900^{0,1}} = 673,7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{673,7 \cdot 150}{200} = 505 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{673,7 \cdot 423,9}{61200} = 4,7 \text{ кВт.}$$

Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1,06 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,95$$

$C_V = 690$ $x = 0,3$, $y = 0,12$, $u = 0,1$, $p = 0$, $m = 0,35$, $q = 0,2$, $T = 150$ мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 129,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{129,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 274,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, $x = 0,9$, $y = 0,8$, $u = 1,1$, $q = 1,1$, $w = 0,1$, $K_{MP} = 0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 22,5^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 250^{0,1}} = 4350 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{4350 \cdot 150}{200} = 3262 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4350 \cdot 117,8}{61200} = 8,4 \text{ кВт.}$$

11. ТЕК – 70 Шнек SC 60-60.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=150 мм, z=12

Глубина резания: t=12,5 мм.

Ширина: B=30 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0,95$$

$$C_V = 1825 \text{ х} = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0,35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,02^{0,12} \cdot 30^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 432,6 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{432,6 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 918 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 900, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 423,9 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0,9, y = 0,8, u = 1,1, q = 1,1, w = 0,1, K_{MP} = 0,9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 30^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9}{150^{1,1} \cdot 900^{0,1}}$$

$$= 941,4 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{941,4 \cdot 150}{200} = 706 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{941,4 \cdot 423,9}{61200} = 6,5 \text{ кВт.}$$

Подача: $S=0.15$ мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0,95$$

$C_V = 690$ х = 0,3, у = 0,12, u = 0,1, p=0, m =0,35, q=0,2, T=150мин.

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 30^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 129,2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{129,2 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 274,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 270$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$C_p = 261$, х = 0,9, у = 0,8, u=1,1, q=1,1, w=0,1, $K_{MP}=0,9$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,8} \cdot 30^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,96}{150^{1,1} \cdot 270^{0,1}}$$

$$= 6078,4 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{6078,4 \cdot 150}{200} = 4558 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{6078,4 \cdot 127,2}{61200} = 12,8 \text{ кВт.}$$

12. ТЕК – 70 Шнек SC 45-45.

Инструмент: Дисковая фреза с СМП из твердого сплава.

Параметры инструмента: D=150 мм, z=12

Глубина резания: t=12,5 мм.

Ширина: B=45 мм.

Подача: S=0.02 мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 1825 \text{ х } 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{1825 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 12.5^{0.3} \cdot 0.02^{0.12} \cdot 45^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$
$$= 325.2 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{432.6 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 690.4 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 600, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 282.6 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0.9, y = 0.8, u = 1.1, q = 1.1, w = 0.1, K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12.5^{0.9} \cdot 0.02^{0.8} \cdot 45^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.9}{150^{1.1} \cdot 600^{0.1}}$$
$$= 1537.8 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{1537.8 \cdot 150}{200} = 1153 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1537.8 \cdot 282.6}{61200} = 7.1 \text{ кВт.}$$

Подача: S=0.15 мм/зуб.

Скорость резания.

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

$$K_V = 1.06 \cdot 0.9 \cdot 1 = 0.95$$

$$C_V = 690, x = 0.3, y = 0.12, u = 0.1, p = 0, m = 0.35, q = 0.2, T = 150 \text{ мин.}$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0.2}}{150^{0.35} \cdot 12.5^{0.3} \cdot 0.15^{0.12} \cdot 45^{0.1} \cdot 12^0} \cdot 0.95$$
$$= 123.8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{123.8 \cdot 1000}{3.14 \cdot 150} = 262.8 \text{ об/мин}$$

$$\text{Принимаем } n_\phi = 250, \text{ следовательно } V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117.8 \text{ м/мин}$$

Расчет сил резания:

Силы резания рассчитываются по формуле:

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

$$C_p = 261, x = 0.9, y = 0.8, u = 1.1, q = 1.1, w = 0.1, K_{MP} = 0.9$$

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} = \frac{10 \cdot 261 \cdot 12.5^{0.9} \cdot 0.15^{0.8} \cdot 45^{1.1} \cdot 12 \cdot 0.96}{150^{1.1} \cdot 250^{0.1}}$$
$$= 9477.7 \text{ Н}$$

Расчет крутящего момента:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{9477.7 \cdot 150}{200} = 7108 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Расчет требуемой мощности:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{9477.7 \cdot 117.8}{61200} = 18.2 \text{ кВт.}$$

Что бы посчитать требуемую мощность привода подачи и привода вращения, надо разложить силу резания на осевую и радиальную составляющие (рис. 3.1).

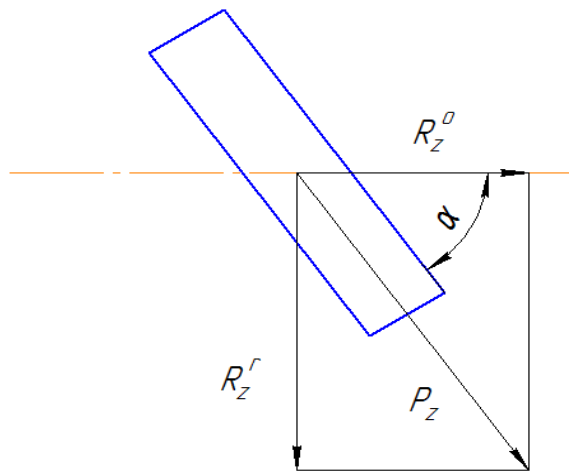


Рисунок 3.1 – Проекция силы резания

Из схемы (рис. 3.1) 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.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 437,6 \cdot \cos 17^\circ = 418,5 \text{ H} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 437 \cdot \sin 17^\circ = 127,9 \text{ H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 2398,1 \cdot \cos 17^\circ = 2293,2 \text{ H} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 2398,1 \cdot \sin 17^\circ = 701,1 \text{ H}$$

2. NR – 46 Шнек SC 90-60.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 605,3 \cdot \cos 22^\circ = 561,2 \text{ H} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 605,3 \cdot \sin 22^\circ = 226,8 \text{ H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 3351 \cdot \cos 22^\circ = 3107 \text{ H} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 3351 \cdot \sin 22^\circ = 1255,3 \text{ H}$$

3. NR – 75 Шнек S 150-75.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 1411,7 \cdot \cos 17^\circ = 1350 \text{ H} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 1411,7 \cdot \sin 17^\circ = 412,7 \text{ H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 8220,5 \cdot \cos 17^\circ = 7861,3H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 8220,5 \cdot \sin 17^\circ = 2403,4H$$

4. NR – 75 Шнек SC 150-100.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1935,5 \cdot \cos 22,5^\circ = 1788,4H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1935,5 \cdot \sin 22,5^\circ = 740,8H$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 3303,8 \cdot \cos 22,5^\circ = 3052,3H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 3303,8 \cdot \sin 22,5^\circ = 1264,3H$$

5. STS – 75 Шнек 72-72.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1108,6 \cdot \cos 18^\circ = 1054,3H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1108,6 \cdot \sin 18^\circ = 342,6H$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 6623 \cdot \cos 18^\circ = 6298,8H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 6623 \cdot \sin 18^\circ = 2046,6H$$

6. STS – 75 Шнек 96-96.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1545,4 \cdot \cos 23^\circ = 1422,5H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1545,4 \cdot \sin 23^\circ = 603,8H$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 9145 \cdot \cos 23^\circ = 8418H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 9145 \cdot \sin 23^\circ = 3573,2H$$

7. STS – 75 Шнек 112-112.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 1830,6 \cdot \cos 27^\circ = 1631,1H, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 1830,6 \cdot \sin 18^\circ = 831,1H$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 11640,4 \cdot \cos 27^\circ = 10371,7\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 11640,4 \cdot \sin 23^\circ = 5284,6\text{H}$$

8. STS – 75 Шнек S56-28L.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 575,4 \cdot \cos 14^\circ = 558,3\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 575,4 \cdot \sin 14^\circ = 139,2\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 3682,7 \cdot \cos 14^\circ = 3573,3\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 3682,7 \cdot \sin 14^\circ = 890,9\text{H}$$

9. STS – 75 Шнек S56-56.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 841,7 \cdot \cos 14^\circ = 816,7\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 841,7 \cdot \sin 14^\circ = 203,6\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 5434,5 \cdot \cos 14^\circ = 5273,1\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 5434,5 \cdot \sin 14^\circ = 1314,7\text{H}$$

10. TEK – 70 Шнек SC 45-45.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 673,7 \cdot \cos 11,5^\circ = 505,3\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 673,7 \cdot \sin 11,5^\circ = 134,3\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 4350 \cdot \cos 11,5^\circ = 4262,7\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 4350 \cdot \sin 11,5^\circ = 867,3\text{H}$$

11. TEK – 70 Шнек SC 60-60.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 941,4 \cdot \cos 15^\circ = 909,3\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 941,4 \cdot \sin 15^\circ = 243,7\text{H}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos\alpha = 6078,4 \cdot \cos 15^\circ = 5871,3\text{H}, R_z^r = P_z \cdot \sin\alpha = 6078,4 \cdot \sin 15^\circ = 1573,2\text{H}$$

12. ТЕК – 70 Шнек SC 90-90.

$$s=0,02$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 1537,8 \cdot \cos 22^\circ = 1425,8 \text{ Н}, R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 1537,8 \cdot \sin 22^\circ = 576,1 \text{ Н}$$

$$s=0,15$$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 9477,7 \cdot \cos 22^\circ = 8787,5 \text{ Н}, R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 9477,7 \cdot \sin 22^\circ = 3550,4 \text{ Н}$$

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

3.2 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.

Перерасчет силы резания P_z делается для шнеков №3, 5, 6, 7, 9, 11 и 12, исходя из мощности оборудования.

Принимаем $N=10 \text{ кВт}$

3.NR – 75 Шнек S 150-75.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{117,8} = 5195,2 \text{ Н};$$

$$s_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{5105,2 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 14,5^{0,9} \cdot 37,5^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,13$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 7,7^{0,3} \cdot 0,13^{0,12} \cdot 22,5^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 123,8 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{123,8 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 262 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 260$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 122,7 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 5195,2 \cdot \cos 17^\circ = 4968,2 \text{ Н} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 5195,2 \cdot \sin 17^\circ = 1518,9 \text{ Н}$$

5. STS – 75 Шнек 72-72.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{127,2} = 4811,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{4811,3 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 36^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,14$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,14^{0,12} \cdot 36^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 130,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{130,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 276 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 270$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 4811,3 \cdot \cos 18^\circ = 4575,8 \text{ Н} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 4811,3 \cdot \sin 18^\circ = 1486,8 \text{ Н}.$$

6. STS – 75 Шнек 96-96.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{117,8} = 5195,2 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{4811,3 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 48^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,09$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,09^{0,12} \cdot 48^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95 = 131,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{131,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 278,3 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 270$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 5195,2 \cdot \cos 23^\circ = 3896,4 \text{ Н} \quad , R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 5195,2 \cdot \sin 23^\circ = 2029,9 \text{ Н}$$

7. STS – 75 Шнек 112-112.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{117,8} = 5195,2 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{5195,2 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 56^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,09$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,09^{0,12} \cdot 56^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 130,9 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{130,9 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 267,9 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 5195,2 \cdot \cos 27^\circ = 4629 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 5195,2 \cdot \sin 27^\circ = 2358,6 \text{ Н}$$

9. STS – 75 Шнек S56-56.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{117,8} = 5195,2 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{5195,2 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12^{0,9} \cdot 28^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,14$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12^{0,3} \cdot 0,14^{0,12} \cdot 28^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 123 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{123 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 261 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 117,8 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 5195,2 \cdot \cos 14^\circ = 5273,1 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 5195,2 \cdot \sin 14^\circ = 1314,7 \text{ Н}$$

11. ТЕК – 70 Шнек SC 60-60.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{127,2} = 4811,3 \text{ Н};$$

$$S_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot z \cdot K_{MP}} = \frac{4811,3 \cdot 150^{1,1} \cdot 270^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 30^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,1$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,1^{0,12} \cdot 30^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 123 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{123 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 261 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 250$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 122,5 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 4811,3 \cdot \cos 15^\circ = 4647,4 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 4811,3 \cdot \sin 15^\circ = 1245,3 \text{ Н}$$

12. ТЕК – 70 Шнек SC 90-90.

$$P_z = \frac{1020 \cdot 60 \cdot N}{V} = \frac{1020 \cdot 60 \cdot 10}{117,8} = 5195,2 \text{ Н};$$

$$s_z = \frac{P_z \cdot D^q \cdot n^w}{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot B^u \cdot Z \cdot K_{MP}} = \frac{5195,2 \cdot 150^{1,1} \cdot 250^{0,1}}{10 \cdot 261 \cdot 12,5^{0,9} \cdot 45^{1,1} \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,12$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V = \frac{690 \cdot 150^{0,2}}{150^{0,35} \cdot 12,5^{0,3} \cdot 0,12^{0,12} \cdot 45^{0,1} \cdot 12^0} \cdot 0,95$$

$$= 133,1 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{133,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 150} = 282,6 \text{ об/мин}$$

Принимаем $n_\phi = 270$, следовательно $V_\phi = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = 127,2 \text{ м/мин}$

$$R_z^o = P_z \cdot \cos \alpha = 5195,2 \cdot \cos 22^\circ = 4817,2 \text{ Н}, \quad R_z^r = P_z \cdot \sin \alpha = 5195,2 \cdot \sin 22^\circ = 1946,2 \text{ Н}$$

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

3.3 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 3.2.

Таблица 3.2 – Данные эксперимента

Номер экспер.	B, мм	t, мм	v, м/мин	s _z , мм/зуб	s _m , мм/мин	M, Нм	P _z , 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. 3.2 – рис. 3.5)

1. Результат прогноза мощности по глубине.

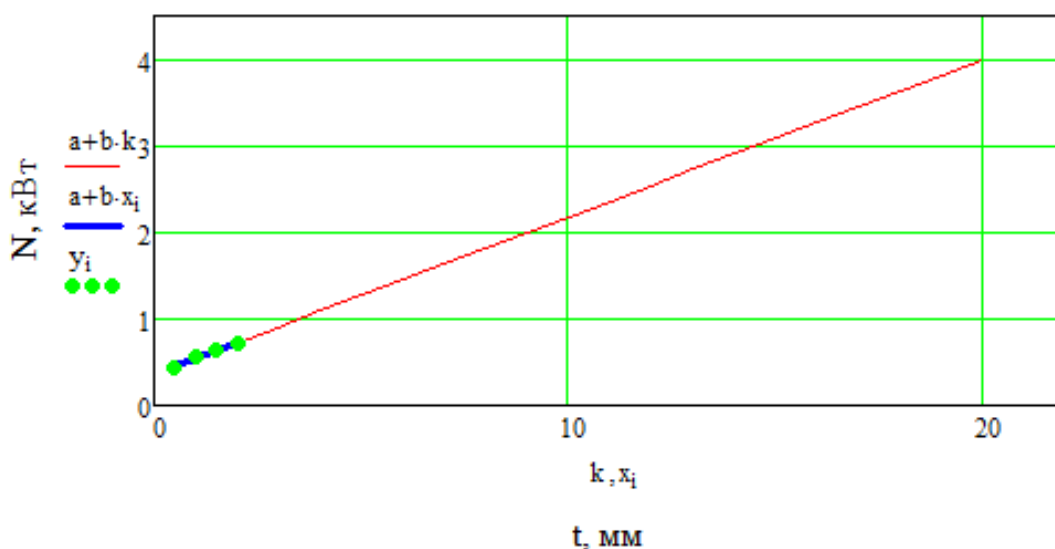


Рисунок 3.2 – Прогноз мощности по глубине

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.

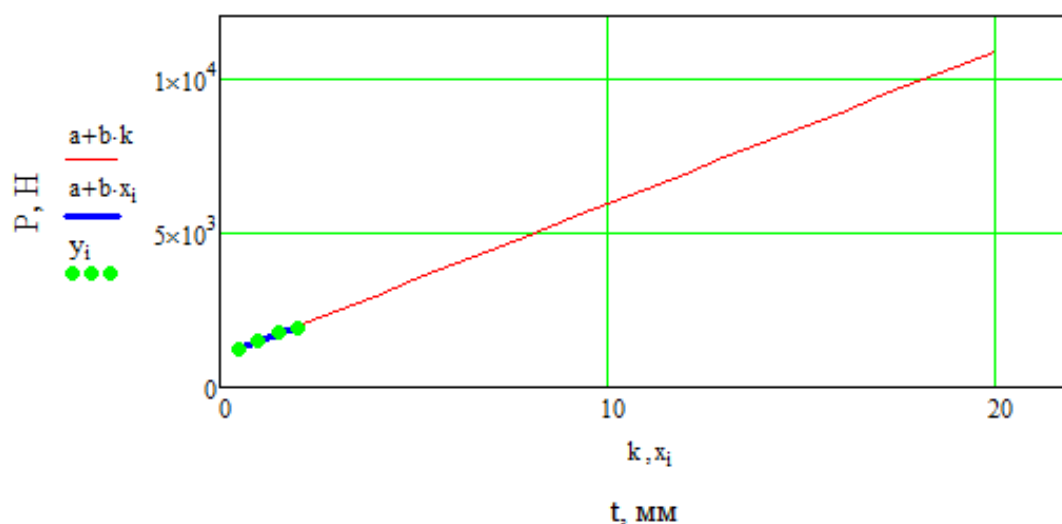


Рисунок – 3.3 – Прогноз силы по глубине

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

3. Результат прогноза мощности по ширине.

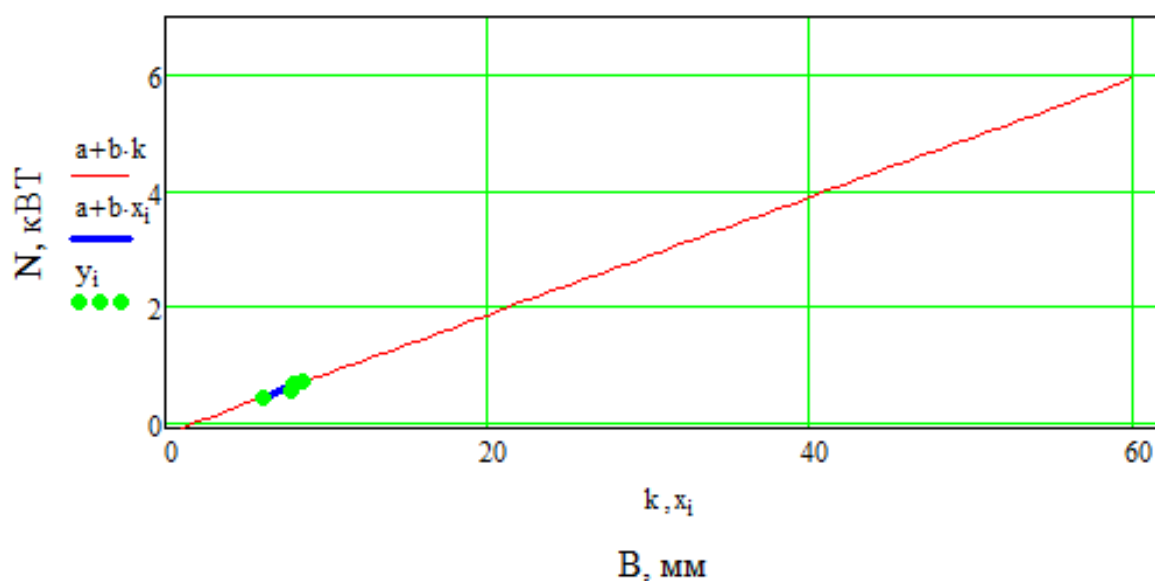


Рисунок 3.4 – Прогноз мощности по ширине

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.

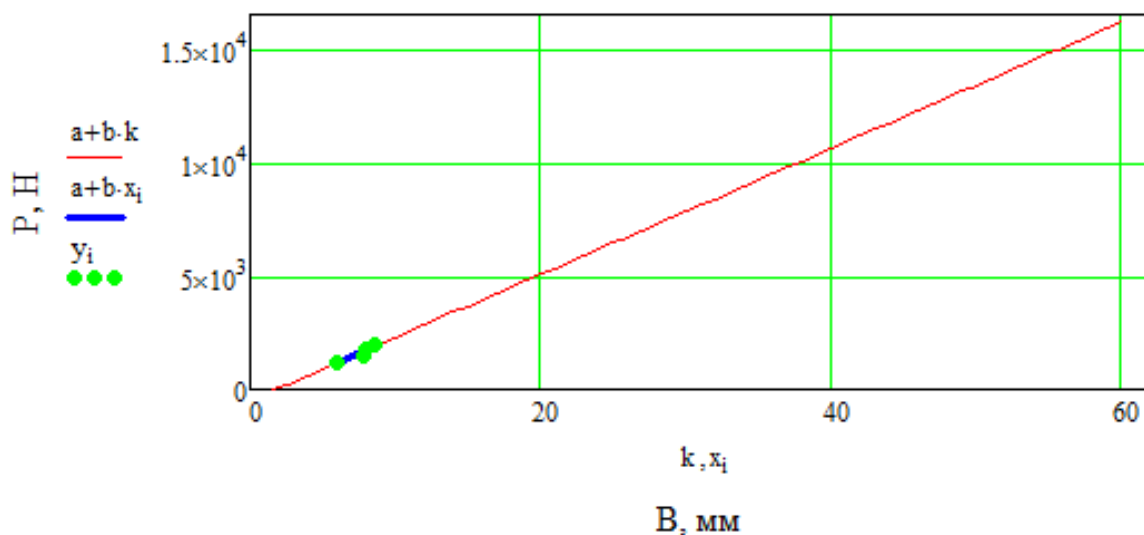


Рисунок 3.5 – Прогноз силы по ширине

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

3.4 Подбор шпинделя

По полученным данным из расчетов режимов резания и проведенного эксперимента подбирается шпиндель для закрепления режущего инструмента. Подобрано оборудование: ET125-5.5LS Шпиндель.

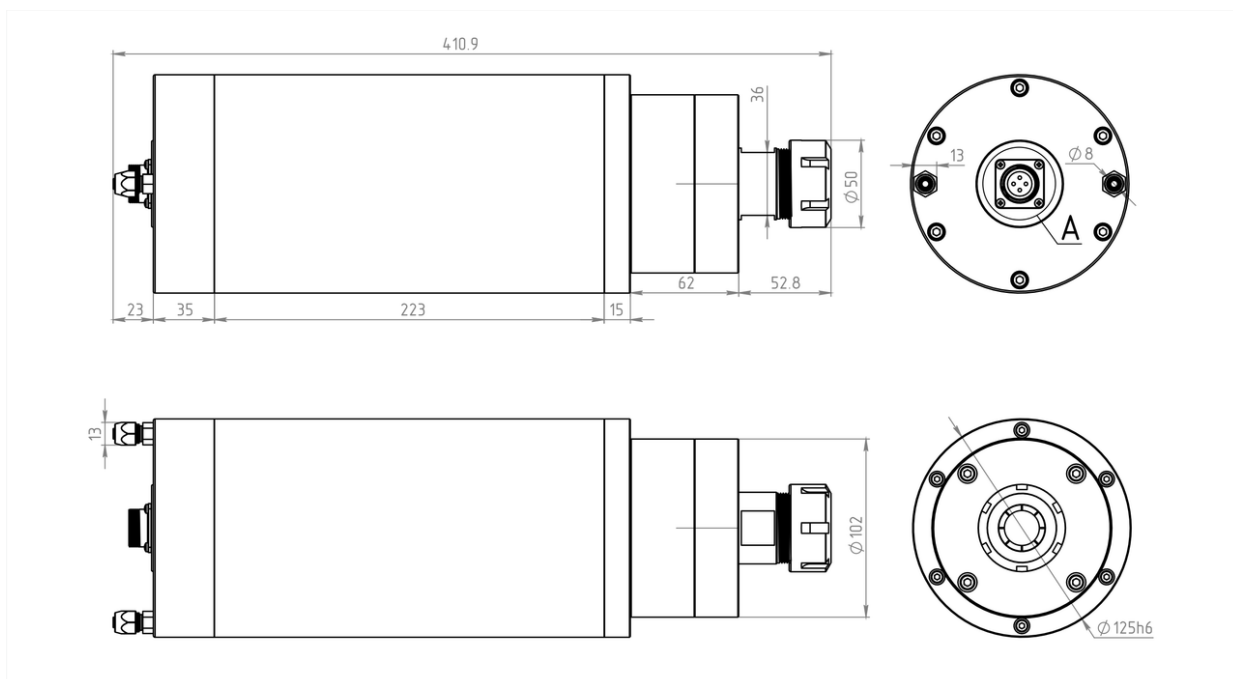


Рисунок 3.6 – Шпиндель

Таблица 3.3 – Перечень основных характеристик шпинделя

Модель	ЕТ 125-5.5LS
Тип двигателя	Асинхронный, 3Ф
Номинальное напряжение	380 В
Максимальный ток	11 А
Номинальная мощность	5.5 кВт
Номинальный момент	9.88 Нм
Диапазон оборотов	800...9000 об/мин
Частота	До 450 Гц
Число полюсов	6
Охлаждение	жидкостное
Внешний диаметр	125 мм
Тип подшипников	2x7009С Р4 DT 2x7005С Р4 DT
Смазка подшипников	Консистентная
Цанговый зажим	ER 32
Биение на валу	3...5 мкм
Вес	31 кг

3.5 Подбор режущего инструмента

В качестве режущего инструмента выбираем дисковую радиусную фрезу с СМП из твердого сплава (рис.)

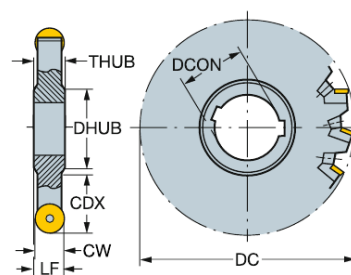


Рисунок 3.7 – Дисковая фреза с СМП

Таблица 3.4 – Параметры дисковой фрезы с СМП

CW	DC	Диаметр пластины	THUB	DHUB	LF	DCON	z
10	202	10	16	69	13	50	16

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

4.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

Обработка шнеков может осуществляться на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах, но что бы сократить время обработки основной напуск производительней снимать на универсальном оборудовании. Проблема заключается в том, что для фрезерования канавок используются концевые фрезы, которые при такой обработке часто ломаются. Следовательно, надо использовать более жесткий инструмент, например, дисковую фрезу.

Спроектируем более жесткую систему для повышения производительности. Приспособление проектируем для токарного станка 16К20Ф3. Поворотное устройство с мотор-шпинделем, которое устанавливаем вместо револьверной головки, имеет возможность поворота инструмента на угол α , который находится в пределах от 0° до 30° .

Установка дисковой фрезы осуществляется сбоку от заготовки (рис. 4.1). Конструкция получается менее жесткой, но есть существенный плюс, расстояние между осью инструмента и ось детали может изменяться, следовательно, с изменением диаметра заготовки не придется изменять диаметр фрезы, есть возможность осуществлять коррекцию инструмента.

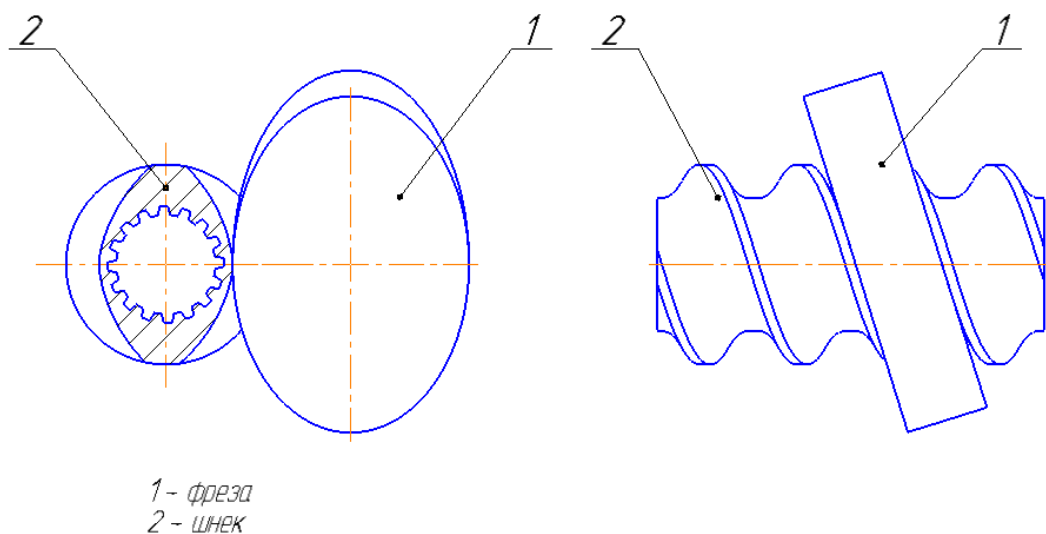


Рисунок 4.1 – Схема установки фрезы

Разработаем эскиз приспособления (рис. 4.2).

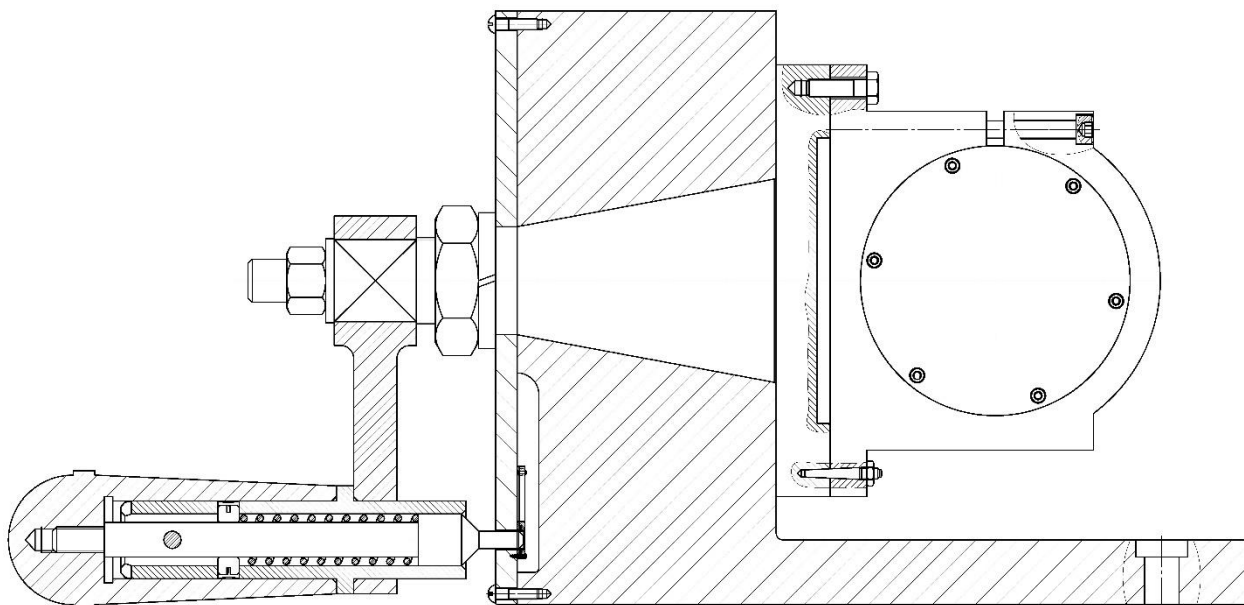


Рисунок 4.2 – Эскиз приспособления.

4.2 Описание конструкции приспособления

Приспособление применяется для поворота мотор-шпинделя на определенный угол α , при черновом фрезеровании винтовых канавок.

Сборка корпуса пластины. В корпус пластины 9 вставляется пластина 14, затем корпус 9 закрывается крышкой 12 и крепится винтами 23. Далее собранный корпус 9 крепится к крышке 11, с помощью винтов 24.

Мотор-шпиндель 1 устанавливается в крепление 10, фиксируется винтами 21. Крепление 10 присоединяется к валу 6, с помощью болтов 20, штифта 31 и гайки 32. Вал устанавливается в корпус 8. Затем корпус 8 закрывается крышкой 11. Крышку 11 крепят к корпусу 8 винтами 22. Положение вала 6 фиксируется стопорной шайбой 29 и гайкой 27.

Сборка фиксатора. В отверстие диаметром 36 мм рычага 16 со стороны фаски запрессовывают до упора коротким концом втулку 7. Фиксатор 17 с надетой на него пружиной 13 вставляется во втулку 7. При этом стержень фиксатора диаметром 16 мм проходит между концами винтов 25, а пружина 13 ими задерживается. Что бы фиксатор не мог выпасть из втулки 7, в его отверстие диаметром 8 мм через прорези во втулке забивают штифт 30. На

конец фиксатора навинчивают до упора ручку 15. Правильно собранный фиксатор должен при оттягивании ручки 15 подаваться вместе с ней, а при отпуске ручки – возвращаться пружиной 13 в первоначальное положение.

На квадратный конец выступающего сквозь крышку 11 вала 6 насаживается рычаг 16 в сборе с фиксатором 17 и ручкой 15 и закрепляется на валу 6 гайкой 26, под которую предварительно подкладывают шайбу 28.

Гайка 27 должна предотвратить проворот вала при обработке, под действием силы резания. Это требование можно выдержать обеспечением необходимой силы закрепления гайки.

Чертеж сборочного приспособления, спецификация и чертежи всех деталей представлены в приложении Д.

4.3 Расчет необходимой силы закрепления

Рассчитаем необходимую силу закрепления, предотвращающую поворот мотор-шпинделя. Наличием фиксатора пренебрежем. Расчет проводим по наибольшей силе резания.

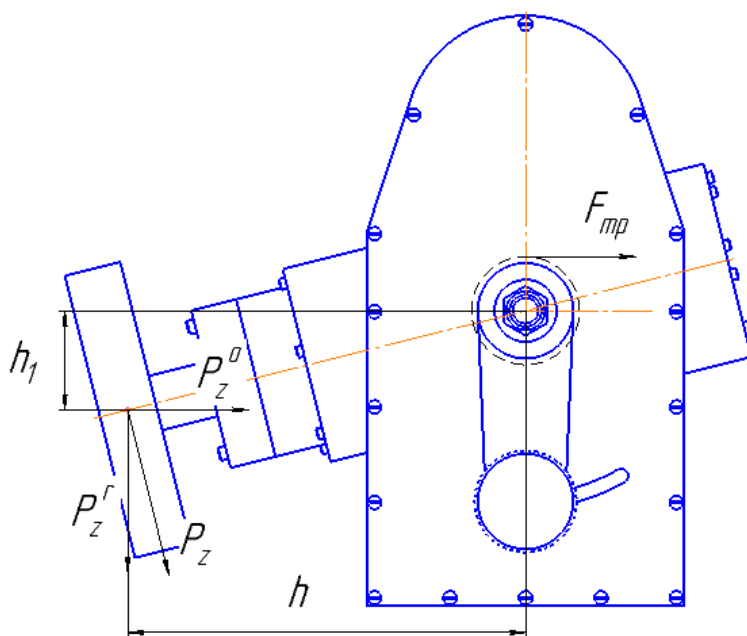


Рисунок 4.3 – Расчетная схема приспособления

По схеме приспособления составим уравнение равновесия моментов.

$$\sum M = P_z^r \cdot \cos \alpha \cdot h + P_z^o \cdot \sin \alpha \cdot h_1 - F_{тр} \cdot d_B = 0$$

где P_z – сила резания = 5434 Н (из режимов резания).

α - угол поворота мотор-шпинделя

$F_{тр.ш}$ – сила трения;

$$F_{тр} = Q \cdot k_{тр}$$

где Q – сила действия гайки на вал;

$k_{тр} = 0,2$ – коэффициент трения чугун по стали;

$$Q = \frac{P_z^r \cdot \cos \alpha \cdot h + P_z^o \cdot \sin \alpha \cdot h_1}{d_B \cdot k_{тр}},$$

$$Q = 102,9 \text{ кН.}$$

В качестве силового привода в данном зажимном приспособлении используем гайку, которая должна развивать силу не менее 102,9 кН. Гайка действует на вал напрямую.

Номинальный диаметр гайки можно рассчитать по формуле:

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{P_6}{\sigma}}$$

где $C = 1,4$ – коэффициент для основной метрической резьбы;

P_6 – сила гайки, необходимая для закрепления мотор-шпинделя, Н;

σ - напряжение растяжения для винтов из стали 45 с учетом износа резьбы 100 МПа.

$$d = C \cdot \sqrt{\frac{P_6}{\sigma}} = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{102900}{100}} = 41,9 \text{ мм}$$

Конструктивно и с учетом других факторов, примем диаметр резьбы М42.

Рассчитаем момент, который необходимо развить на рукоятке ключа для получения заданной силы закрепления.

$$M = r_{cp} \cdot P_6 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho) + M_{тр}$$

где $r_{cp} = 0,45d$ – средний радиус резьбы; α - угол подъема резьбы (для М24 $\alpha = 2^\circ 45'$); $\rho = 10^\circ 30'$ - угол трения в резьбе; $M_{тр}$ - момент трения на опорном торце гайки:

$$M_{\text{тр}} = \frac{1}{3} f \cdot P_6 \cdot \frac{D_H^3 - d_B^3}{D_H^2 - d_B^2}$$

$$D_H = 1,7d; d_B = d; f = 0,16.$$

После всех преобразований формула для момента примет вид:

$$M = 0,2d \cdot P_6 = 0,2 \cdot 0,42 \cdot 102900 = 8,2 \text{ кНм}$$

При откреплении приходится преодолеть трение покоя, и поэтому значения ρ и f нужно брать на 30-50 % больше, чем при закреплении. После преобразований получим формулу для определения момента открепления:

$$M' = 0,25d \cdot P_6 = 0,25 \cdot 0,42 \cdot 102900 = 10,3 \text{ кНм}$$

4.4 Расчет приспособления на точность

Допустимую погрешность приспособления определим по формуле [1, стр 63]:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T_A - K_T \sqrt{\varepsilon_{\text{обр}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2} + \varepsilon_{\text{н}},$$

Здесь $[\varepsilon_{\text{пр}}]$ - допустимая погрешность приспособления;

T_A - допуск на выполняемый операционный размер;

K_T - коэф., учитывающий отклонение рассеяния значений от закона нормального распределения ($K_T = 1 \dots 1,2$);

$\varepsilon_{\text{обр}}$ - погрешность метода обработки;

$\varepsilon_{\text{н}}$ - погрешность настройки приспособления;

$\varepsilon_{\text{др}}$ - другие погрешности.

Из таб. 2.7 и таб. 2.8 [1] определяем указанные погрешности и получаем:

$$[\varepsilon_{\text{пр}}] = T_A - K_T \sqrt{\varepsilon_{\text{обр}}^2 + \varepsilon_{\text{др}}^2} + \varepsilon_{\text{н}} = 0,1 - 1,0 \sqrt{0,30^2 + 0,05^2} + 0,11 = 0,31 \text{ мм.}$$

Фактическая погрешность приспособления:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \varepsilon_{\text{нб}} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{см}} + \varepsilon_{\text{ус}},$$

Где $\varepsilon_{\text{нб}}$ - погрешность несовмещения измерительной и технологической баз;

ε_3 - погрешность закрепления заготовки;

$\varepsilon_{\text{изн}}$ - погрешность из-за износа базирующих элементов;

$\varepsilon_{\text{изг}}$ – погрешность изготовления деталей приспособления;

$\varepsilon_{\text{см}}$ - погрешность из-за смещения режущего инструмента, данная погрешность учитывается только при наличии в приспособлении направляющих инструментов в виде кондукторных втулок.

$\varepsilon_{\text{ус}}$ – погрешность установки приспособления на стол станка.

С учетом того, что указанные погрешности относятся как к систематическим так и к случайным величинам, выражение примет следующий вид:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \sqrt{k_1 \varepsilon_{\text{нб}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{см}}^2 + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{ус}}},$$

Где k_1 - коэф. уменьшения погрешности вследствие того, что действительные размеры установочной поверхности редко равны предельным значениям (в расчетах рекомендуется принимать $k_1 = 0,8 \dots 0,85$).

Из [1] определяем указанные погрешности и получаем:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{пр}} &= \sqrt{k_1 \varepsilon_{\text{нб}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\text{изн}} + \varepsilon_{\text{изг}} + \varepsilon_{\text{ус}}} = \\ &= \sqrt{0,8 * 0,1^2 + 0,07^2 + 0,007 + 0,13 + 0,01} = 0,29 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Так как $[\varepsilon_{\text{пр}}] > \varepsilon_{\text{пр}}$, следовательно приспособление разработано верно и может использоваться на фрезерной операции.

4.5 Проектирование технологии сборки приспособления

4.5.1 Разработка технологической схемы сборки

Последовательность общей сборки изделия в основном определяется его конструктивными особенностями и принятыми методами достижения требуемой точности, а поэтому не может быть произвольной. На этом этапе важно уметь правильно выделить в изделии сборочные единицы соответствующего порядка, которые характеризуются независимостью и законченностью сборки, а при транспортировании по рабочим местам сборки не распадаются на отдельные детали [9].

4.5.2 Разработка маршрутного технологического процесса сборки и его нормирование

Составим технологическую карту сборки приспособления, маршрут технологического процесса приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологическая карта сборки

№ операции	Название операции	Содержание операции
005	Сборка корпуса пластины (1 Сб. 9)	1. Закрепить корпус пластины 9 в приспособлении; 2. Установить пластину 14; 3. Установить крышку пластины 12; 4. Закрепить крышку 12 винтами 23;
010	Сборка крышки (1Сб. 11)	1. Закрепить крышку 11 в приспособлении; 2. Установить корпус пластины (1 Сб. 9); 3. Закрепить корпус пластины (1 Сб. 9) винтами 24;
015	Сборка рычага (1 Сб. 16)	1. Закрепить рычаг 16 в приспособлении; 2. Запрессовать втулку 7;

		3. Установить фиксатор 17; 4. Установить пружину 13; 5. Забить штифт 20; 6. Установить винты 25; 7. Навинтить до упора ручку 15.
020	Сборка корпуса (1 Сб. 8)	1. Закрепить корпус 8 в приспособлении; 2. Установить вал 6; 3. Установить крышку (1 Сб. 11); 4. Закрепить крышку (1 Сб 11) винтами 22; 5. Установить шайбу 29; 6. Закрепить вал 6 гайкой 27; 7. Установить крепление 10; 8. Закрепить крепление 10 болтами 20 9. Закрепить крепление 10 штифтом 31 и гайкой 32 10. Установить мотор-шпиндель 1; 11. Закрепить мотор-шпиндель 1 винтами 21; 12. Установить рычаг (1Сб 16); 13. Установить шайбу 28; 14. Закрепить рычаг (1 Сб 16) гайкой 26.
025	Контрольная	1. Проверить надежность фиксации вала 5.

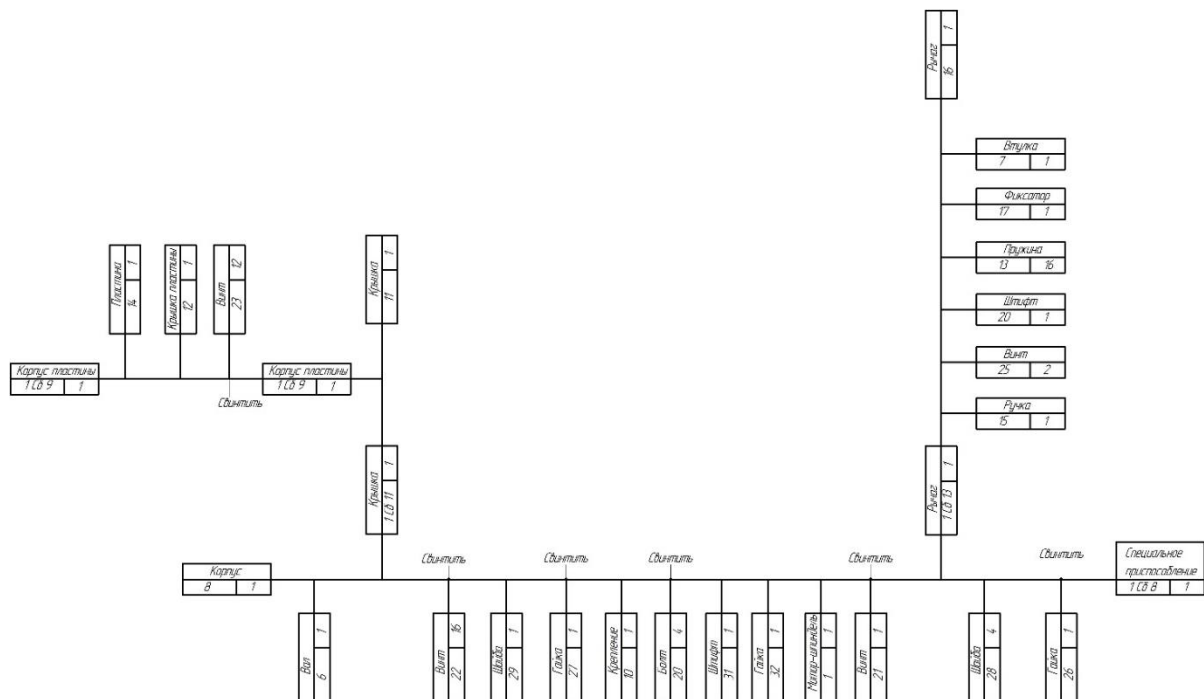


Рисунок 4.4 - Технологическая схема сборки ступицы

Чертеж технологической схемы сборки представлен в приложении Д.

Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 005– «Сборка корпуса пластины». Операция выполняется в условиях среднесерийного производства. Анализ нормативов позволяет расчленив операцию на следующие расчетные комплексы [10]:

1. Закрепить корпус пластины 9 в приспособлении. Условия работы соответствуют нормативным. Расчетное оперативное время $t_1 = 0,3$ мин.
2. Установить пластину 14. Расчетное оперативное время $t_2 = 0,12$ мин.
3. Установить крышку пластины 12. Расчетное оперативное время $t_3 = 0,12$ мин.
4. Закрепить крышку 12 винтами 23. Расчетное оперативное время $t_4 = 0,54$ мин.

$$T_{\text{оп1}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 0,3 + 0,12 + 0,12 + 0,54 = 1,08 \text{ мин.}$$

Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 010 – «Сборка крышки».

1. Закрепить крышку 11 в приспособлении. Расчетное оперативное время $t_1 = 0,3$ мин.

2. Установить корпус пластины (1 Сб. 9). Расчетное оперативное время $t_2 = 0,12$ мин.

3. Закрепить корпус пластины (1 Сб. 9) винтами 24. Расчетное оперативное время $t_3 = 0,54$ мин.

$$T_{\text{оп2}} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,3 + 0,12 + 0,54 = 0,96 \text{ мин.}$$

Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 015– «Сборка рычага».

1. Закрепить рычаг 16 в приспособлении. Условия работы соответствуют нормативным. Расчетное оперативное время $t_1 = 0,3$ мин.

2. Запрессовать втулку 7. Расчетное оперативное время $t_2 = 1,41$ мин.

3. Установить фиксатор 17. Расчетное оперативное время $t_3 = 0,12$ мин.

4. Установить пружину 13. Расчетное оперативное время $t_4 = 0,12$ мин.

5. Забить штифт 20. Расчетное оперативное время $t_5 = 0,38$ мин.

6. Установить винты 25. Расчетное оперативное время $t_6 = 0,34$ мин.

7. Навинтить до упора ручку 12. Расчетное оперативное время $t_7 = 0,37$ мин.

Суммарное оперативное время на операцию:

$$T_{\text{оп3}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 = 0,3 + 1,41 + 0,12 + 0,12 + 0,38 + 0,34 + 0,37 = 3,04 \text{ мин.}$$

Определим норму штучно-калькуляционного времени на сборочную операцию 020 – «Сборка корпуса».

1. Закрепить корпус 8 в приспособлении. Расчетное оперативное время $t_1 = 0,3$ мин.

2. Установка вала 6. Расчетное оперативное время $t_2 = 0,18$ мин.

3. Установка крышки (1 Сб. 11). Расчетное оперативное время $t_3 = 0,12$ мин.

4. Ввертывания винтов 22. Расчетное оперативное время $t_4 = 4,32$ мин.

5. Установка шайбы 29. Расчетное оперативное время $t_5 = 0,1$ мин.

6. Ввинчивание гайки 27. Расчетное оперативное время $t_6 = 0,27$ мин.

7. Установка крепления 10. Расчетное оперативное время $t_7 = 0,12$ мин.

8. Ввертывание болтов 20. Расчетное оперативное время $t_8 = 1,08$ мин.

9. Закрепить крепление 10 штифтами 31 и гайкой 32. Расчетное оперативное время $t_9 = 0,54$ мин.
10. Установка мотор-шпинделя 1. Расчетное оперативное время $t_{10} = 0,37$ мин.
11. Ввертывание винтов 21. Расчетное оперативное время $t_{11} = 0,54$ мин.
12. Установка рычага (1 Сб 16). Расчетное оперативное время $t_{12} = 0,31$ мин.
13. Установка шайбы 28. Расчетное оперативное время $t_{13} = 0,1$ мин.
14. Ввинчивание гайки 26. Расчетное оперативное время $t_{14} = 0,27$ мин.

Суммарное оперативное время на операцию:

$$T_{\text{оп4}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{13} + t_{14} = \\ +0,3+0,18+0,12+4,32+0,1+0,27+0,12+1,08+0,54+0,37+0,54+0,31+0,1+0,27 = \\ 9,49 \text{ мин.}$$

Определим норму штучно-калькуляционного времени на операцию 025 – «Контрольная».

1. Проверить надежность фиксации вала 6. Расчетное оперативное время $t_1 = 0,5$ мин.

$$T_{\text{оп5}} = t_1 = 0,5 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{\text{оп}} = T_{\text{оп1}} + T_{\text{оп2}} + T_{\text{оп3}} + T_{\text{оп4}} + T_{\text{оп5}} = 1,08 + 0,96 + 3,04 + 9,49 + 0,5 \\ = 15,07 \text{ мин.}$$

Расчет нормы штучно калькуляционного времени в условиях среднесерийного производства производим по формуле:

$$T_{\text{шк}} = \sum T_{\text{оп}} \left(1 + \frac{\alpha_{\text{пз}} + \alpha_{\text{об}} + \alpha_{\text{отл}}}{100} \right) * K_1 K_2$$

где $\alpha_{\text{пз}}$, $\alpha_{\text{об}}$, $\alpha_{\text{отл}}$ – проценты соответственно подготовительно-заключительного времени, времени на обслуживание рабочего места и времени на отдых и личные потребности от оперативного времени; K_1 , K_2 – поправочные коэффициенты, учитывающие особенности выполнения операции. Принимаем: $\alpha_{\text{пз}} = 2\%$; $\alpha_{\text{об}} = 3,5\%$; $\alpha_{\text{отл}} = 6\%$; $K_1 = 1$ (отношение планируемого выпуска изделий в месяц к нормативному); $K_2 = 1$

$$T_{\text{шк}} = 15,07 * \left(1 + \frac{2+3,5+6}{100} \right) = 16,8 \text{ мин.}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ41	Телегина Татьяна Михайловна

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	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:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Шулинина Юлия Игоревна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Телегина Татьяна Михайловна		

5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В современном мире перспективность научного исследования определяется не только масштабом открытия, оценить которое на первых этапах бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Необходимым условием 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 16K20ФЗ 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 [5].

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 Металлообработка.

Конкурент 2 – СП «Томский металл».

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_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		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							

1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	5	3	0,25	0,25	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
3. Помехоустойчивость	0,04	5	5	5	0,2	0,2	0,2
4. Энергоэкономичность	0,05	4	4	3	0,2	0,2	0,15
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	4	4	4	0,16	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	5	5	4	0,25	0,25	0,2
10. Простота эксплуатации	0,05	5	4	3	0,25	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	5	5	2	0,35	0,35	0,14
Экономические критерии оценки эффективности							
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	5	0,2	0,2	0,25
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	4	4	4	0,2	0,2	0,2
7. Срок выхода на рынок	0,05	3	3	3	0,15	0,15	0,15
8. Наличие сертификации разработки	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Итого	1	91	89	76	4,54	4,45	3,76

Из таблицы 5.1 видно, что преимущество разработки дает возможность использование системы с ЧПУ, а это ведет к повышению производительности и качества. 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 [5].

Таблица 5.2 – SWOT-анализ

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: 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	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Низкое качество системы управления персоналом Сл2. Отсутствие эффективной системы мотивации и стимулирования Сл3. Низкий уровень маркетинговых исследований
Возможности: 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
Угрозы: У1. Жесткая конкуренция У2. Нестабильные поставки материалов У3. Угроза снижения доли рынка У4. Экономический кризис в стране	1) Нарботка и укрепление КП 2) Поиск новых, более выгодных поставщиков 3) Вложение денежных средств в материалы 4) Удержание имеющейся доли рынка 5) Производство продукта с конкурентным преимуществом 6) Усиление продвижения	1) Разработка системы карьерного роста 2) Использование маркетинговых стратегий 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

Цели проекта:	Модернизация токарного станка с ЧПУ 16K20Ф3 и разработка оснастки для фрезерования винтов.
Ожидаемые результаты проекта:	Разработка оснастки для фрезерования винтов, которая улучшит качество обработки, повысит производительность, уменьшит себестоимость обработки.
Критерии приемки результата проекта:	Эффективная и работоспособная оснастка для обработки винтов на токарный станок.
Требования к результату проекта:	Требование:
	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	2232
2.	Руководитель проекта	Отвечает за реализацию проекта	Координирует деятельность участников проекта	124
ИТОГО:				2356

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 [5].

Таблица 5.6 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	612134

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	Телегина Т.М.
4	Расчет режимов резания	48	16.03.2015	11.05.2015	Телегина Т.М.
5	Подбор оптимальных режимов резания	26	14.05.2015	13.06.2015	Телегина Т.М.
6	Проведение эксперимента, для измерения сил резания	24	15.06.2015	13.07.2015	Телегина Т.М.
7	Подбор оборудования	14	14.07.2015	29.07.2015	Телегина Т.М.
8	Проектирования специального приспособления	136	31.08.2015	13.02.2016	Телегина Т.М.
9	Консультирование	62	22.01.2015	06.06.2016	Охотин И.С.

10	Разработка технологической схемы сборки	60	15.02.2016	23.04.2016	Телегина Т.М.
11	Оформление магистерской диссертации	37	25.04.2016	06.06.2016	Телегина Т.М.
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 [5].

График строится в виде табл. В.1 (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 5.8 – Сырье, материалы, комплектующие изделия и покупные полуфабрикаты

Наименование	Марка, размер	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Шпиндель	ET125-5.5LS	1	184134	184134

Крепление шпинделя	SPH125	1	1581	1581
Сталь	Сталь 45	18,38	36	661,68
Сталь	Сталь 40	0,71	33	23,43
Сталь	Ст0	0,14	26	3,64
Сталь	Ст5	1,5	26	39
Чугун	СЧ18	15,71	160	2513,6
Всего за материалы				188956,35
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)				5668,69
Итого по статье C_M				194625,04

2) Основная заработная плата

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением проекта, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [5].

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

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

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

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. $F_d=1790$ раб.дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_б \cdot (k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где $З_б$ – базовый оклад, руб.;

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

k_d – 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_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчёт основной заработной платы приведён в табл. 5.9.

Таблица 5.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_б$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_m$, руб	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	23264	1,2	1,1	1,3	69559,36	404,14	62	25056,2
Инженер	19000	1,2	1,1	1,3	56810	330,1	372	122797,2

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) [5].

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

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

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

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

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

Таблица 5.10 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	25056,2	122797,2
Дополнительная зарплата	2505,61	12279,72
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	162639,03	

4) Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

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

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

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot 162639,03 = 48791,7 \text{ руб.}$$

5) Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. 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 [5].

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

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

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

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,7 \cdot 162639,03 = 113847,3 \text{ руб.}$$

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 5.11.

Таблица 5.11 – Группировка затрат по статьям

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	194625,04
Основная заработная плата	147853,4
Дополнительная заработная плата	14785,33
Отчисления на социальные нужды	48791,7
Накладные расходы	113847,3
Итоговая плановая себестоимость	519902,77

5.7 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (табл. 5.12).

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 5.12 – 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. Консультирования	И	О
10. Разработка технологической схемы сборки	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 5.13 – Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления (1-5)	Влияние риска (1-5)	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Поставки и материала	Срыв поставки материала	3	3	Средний	Найти надежных	Истечение срока договора

						поставщ иков	
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 [5].

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_{ϕ}^p - интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{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 – балльная 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 5.14 – 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 ($I_{финр}^a$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

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

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

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

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

Таблица 5.15 – Сравнительная эффективность разработки.

№ п/п	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,02	0,83
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,02	4,2
3	Интегральный показатель эффективности	2,96	5,06
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,7	

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

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ЛМ41	Телегина Т.М.

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТАМП
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	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:
 - защита селитебной зоны

– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

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	Телегина Татьяна Михайловна		

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.

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 опасные и вредные производственные факторы, которые приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1	2	3	4
Работа инженера-технолога на ЭВМ	1.Физические: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения, повышенная температура поверхностей ПК, отсутствие или недостаток естественного света, недостаточная	1.Физические: опасность поражения электрически м током	1. ГОСТ 12.0.002-80 «ССБТ. Основные понятия.

	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.		Термины и определения» 2. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные факторы. Классификация»
--	--	--	---

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. 6.2.

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/м².

Таблица 6.2 - 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 50см от поверхности видеомонитора	10В/м
Напряженность магнитной составляющей электромагнитного поля на расстоянии 50см от поверхности видеомонитора	0,3А/м
Напряженность электростатического поля не должна превышать: для взрослых пользователей для детей дошкольных учреждений и учащихся средних специальных и высших учебных заведений	20 кВ/м 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 50Гц.[3] По опасности электропоражения кабинет относится к помещениям без повышенной опасности, так как отсутствует влажность, высокая температура, токопроводящая пыль и возможность одновременного соприкосновения с имеющими соединение 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 незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетокующим 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. 6.3).

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. 6.4.

Таблица 6.3 - Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период	Параметр микроклимата	Величина
Холодный	Температура воздуха в помещении	$22 \dots 24^\circ \text{C}$
	Относительная влажность	$40 \dots 60 \%$
	Скорость движения воздуха	до $0,1 \text{ м/с}$
Теплый	Температура воздуха в помещении	$23 \dots 25^\circ \text{C}$
	Относительная влажность	$40 \dots 60 \%$
	Скорость движения воздуха	$0,1 \dots 0,2 \text{ м/с}$

Таблица 6.4 - Нормы подачи свежего воздуха в помещения, где расположены компьютеры

Характеристика помещения	Объемный расход подаваемого в помещение
Объем до 20 м^3 на человека	Не менее 30
$20 \dots 40 \text{ м}^3$ 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

Расчет освещенности рабочего места сводится к выбору системы освещения, определению необходимого числа светильников, их типа и размещения. Исходя из этого, рассчитаем параметры искусственного освещения.

Обычно искусственное освещение выполняется посредством электрических источников света двух видов: ламп накаливания и люминесцентных ламп. Будем использовать люминесцентные лампы, которые по сравнению с лампами накаливания имеют ряд существенных преимуществ:

- по спектральному составу света они близки к дневному, естественному свету;
- обладают более высоким КПД (в 1,5-2 раза выше, чем КПД ламп накаливания);
- обладают повышенной светоотдачей (в 3-4 раза выше, чем у ламп накаливания);
- более длительный срок службы.

Помещение имеет размеры: длина $A=4\text{м}$, ширина $B=3\text{м}$, высота $H=3,5\text{м}$.

h_c – расстояние светильников от перекрытия (свес);

$h_n = H - h_c$ – высота светильника над полом, высота подвеса;

$h_p=0,9\text{ м}$ - высота рабочей поверхности над полом [Должностная инструкция инженера-технолога, п. II];

$h = h_n - h_p$ – расчётная высота, высота светильника над рабочей поверхностью.

l – расстояние от крайних светильников или рядов до стены.

L – расстояние между соседними светильниками или рядами.

Оптимальное расстояние l от крайнего ряда светильников до стены рекомендуется принимать равным $L/3$.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

$H=3,5$ м; $h_c=0,5$ м; $h_n=3$ м.

Найдем расчетную высоту: $h = h_n - h_p = 3 - 0,9 = 2,1$ м.

Расстояние между светильниками L определяется как:

$$L = \lambda \cdot h$$

$$L = 1,1 \cdot 2,1 = 2,3 \text{ м}$$

$$L/3 = 0,7 \text{ м}$$

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина $\lambda = L/h$, уменьшение которой удорожает устройство и обслуживание освещения, а чрезмерное увеличение ведёт к резкой неравномерности освещённости.

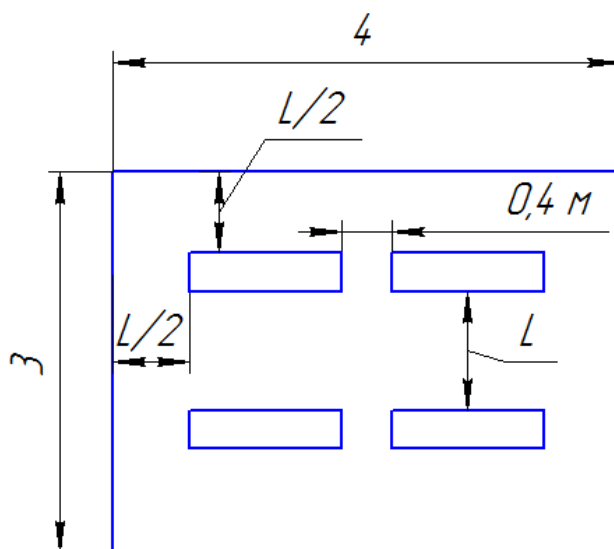


Рисунок 6.1 - План размещения светильников с люминесцентными лампами

Размещаем светильники в два ряда. В ряду можно установить 2 светильников типа ПВЛ мощностью 40 Вт (с размерами $1.23 \times 0.266 \times 0.158$), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 0.4 м. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $n = 8$.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = S / h(A+B)$$

Подставим значения:

$$i = 12 / 2,1 * (4 + 3) = 0,8$$

Расчет общего равномерного освещения.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Световой поток лампы накаливания или группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K \cdot Z / n \cdot \eta,$$

где E_n – нормируемая минимальная освещённость по СНиП 23-05-95, лк;

$E_n = 300$ лк; (работа высокой точности, светлый фон, разряд зрительной работы III)

S – площадь освещаемого помещения, m^2 ;

K – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере цеха дыма, пыли

$K = 1,5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср.} / E_{min.}$. Для люминесцентных ламп при расчётах берётся равным 1,1;

n – число ламп;

η – коэффициент использования светового потока.

Значения коэффициента использования светового потока η светильников с люминесцентными лампами для наиболее часто

встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в таблице 8[12]. Для данного примера $\eta=0,22$, так как индекс помещения $i=0,8$, тип светильника ПВЛ, значение коэффициентов отражения стен и потолка $\rho_{\text{п}}=50\%$ (Чистый бетонный) $\rho_{\text{с}}=30\%$ (Оклеенные светлыми обоями)

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i , типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен $\rho_{\text{с}}$ и потолка $\rho_{\text{п}}$.

Определяем световой поток ламп:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 12 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,22} \approx 3375 \text{ Лм}$$

Рассчитав световой поток Φ , зная тип лампы, по таблице 7 [12] выбирается ближайшая стандартная лампа и определяется электрическая мощность всей осветительной системы.

Ближайшая стандартная лампа – ЛБ потоком 3200 Лм.

Основные характеристики:

Мощность- 40 Вт;

Напряжение сети-220В;

Определяем электрическую мощность осветительной установки.

$$P = 40 \cdot 8 = 320 \text{ Вт}$$

Проверка:

Сделаем проверку произведенных расчетов, используя формулу

$$0.9 \cdot E_{\text{н}} < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_{\text{н}}$$

Найдем $E_{\text{расч}}$:

$$E_{\text{расч}} = \Phi \cdot n \cdot \eta / S \cdot K \cdot Z,$$

$$E_{\text{расч}} = 3200 \cdot 8 \cdot 0.22 / 12 \cdot 1,5 \cdot 1.1 = 284 \text{ лк.}$$

Таким образом, получается, что данные расчеты произведены, верно, условие $0.9 \cdot E_H < E_{\text{расч}} < 1.2 \cdot E_H$ выполняется $270 < 284 < 360$.

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.

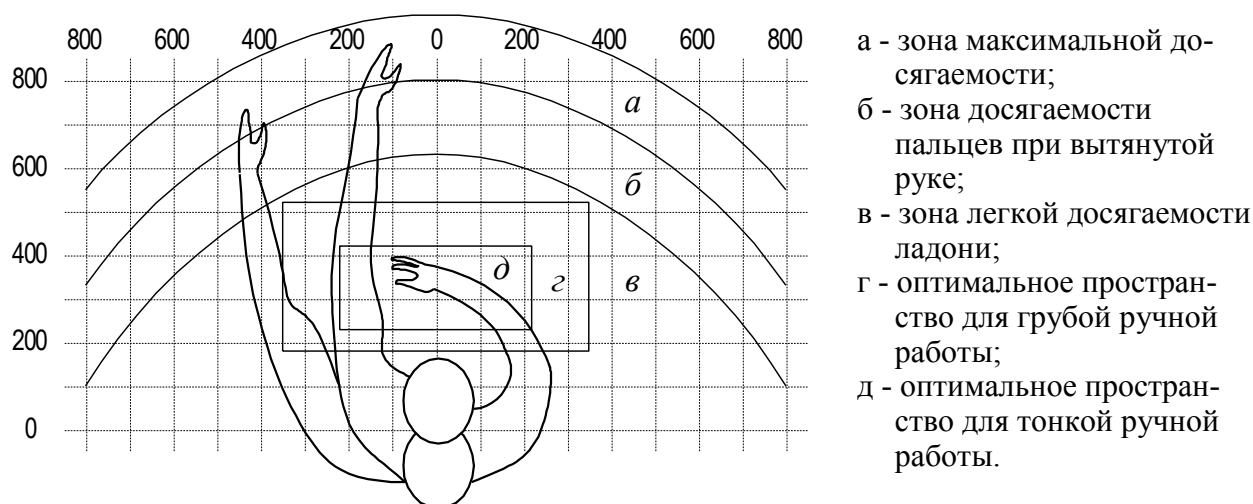


Рисунок 6.2 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

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.

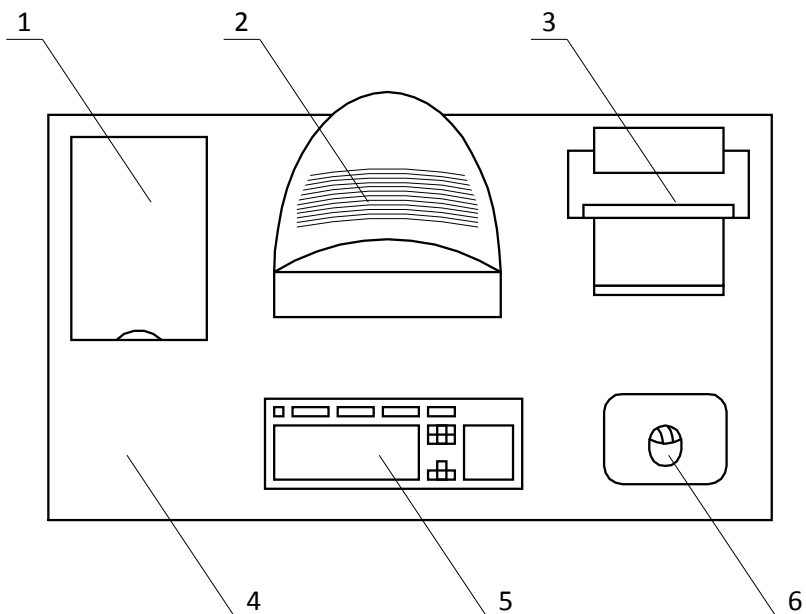


Рисунок 6.3 - Размещение основных и периферийных составляющих

На рис. 6.3 показан пример размещения основных и периферийных 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° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- по высоте +3 см;
- по наклону от -10° 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° ,
- 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 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 пробое 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 пожаропредупреждения 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 (рис.6.4), и приступить к ликвидации пожара огнетушителями. При наличии небольшого очага пламени можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания.



Рисунок 6.4 - План эвакуации

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

При выполнении магистерской диссертации был модернизирован токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3. Модернизация была проведена с целью повышения производительности, работоспособности станка, а также решения вопросов по расширению технологических возможностей, позволяющих производить обработку деталей разных форм. Было разработано специальное приспособление для фрезерования винтов на токарный станок с ЧПУ 16K20Ф3.

В ходе работы были подобраны оптимальные режимы обработки винтов, исходя из расчетов и проведенного эксперимента. Так же был подобран мотор-шпиндель. Выбор оборудования проводился по современным справочникам и с использованием сети Интернет. В качестве критериев выбора использовались максимальная мощность обработки, частота вращения, минимальная цена.

Параметры разработанного специального приспособления полностью соответствует требованиям технического задания. Оформлена техническая документация на приспособление.

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. 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.
6. 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.
7. Киричек А.В. Прогрессивные технологии упрочнения и формообразования резьб накатыванием [Текст] / А.В. Киричек, А.Н. Афонин // Научно-технические технологии в машиностроении. 2011. №3. – с.4,7,8.
8. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. – Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
9. Михеевич Е.П. Разработка технологического процесса сборки изделия в машиностроении. Томский политехнический университет. 2013. – 24с.

10. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин. Серийное производство. М. НИИ Труда, 1976. – 155с.
11. Погораздов В.В., Захаров О.В. Геометрико-аналитическая поддержка технологий формообразования винтовых поверхностей: Учеб. пособие. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2004. – 72с.
12. Расчет искусственного освещения. Методические указания к выполнению индивидуальных заданий для студентов дневного и заочного обучения всех специальностей. – Томск: Изд. ТПУ, 2011. – 15с.
13. Руководство к станкам. Станки токарные с числовым программным управлением моделей 16K20Ф3С32, 16K20РФ3С32, 16K20Т1.02.
14. Руководство по металлообработке [Текст]: Технический справочник от Sandvik Coromant. - Швеция,–2005. – 601 с.
15. Справочник фрезеровщика [Текст] / Под ред. В. Ф. Безъязычного, В.Н. Крылова, Л.Н. Бердникова // - М.: Машиностроение, 2010. – 272с.
16. Хандожко А.В. Профилирование дискового инструмента для обработки винтовых канавок с использованием элемента САПР для моделирования процесса формообразования [Текст] / А.В. Хандожко, А.В. Тотай, В.И. Аверченков // Вестн. БГТУ. – 2012. – N1 (33). – с. 104 – 107.
17. Черный В.В., Богуин В.А. Технологические процессы в машиностроении. Ч II: Технология изготовления типовых деталей пищевого машиностроения. Лекции к курсу. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2004. – 64 с.
18. Швец С.В. Определение параметров шероховатости при точении [Текст] / С.В. Швец, М.Б. Яненко // СумДУ. 2006 N12. – с. 116 – 124.
19. Якухин В.Г. Изготовление резьбы [Текст]: Справочник / В.Г. Якунин, В.А. Ставров // - М.: Машиностроение, 1989. – 192 с.

Приложение А

Таблица А.1 – Режимы резания шнеков

Название шнека	B, мм	t, мм	v, м/мин	S _z , мм/зуб	S _m , мм/мин	M, Нм	P _z , Н	Мощность резания	Осевая сост-ая P _z , Н	N прив. подачи, кВт	Рад-ая сост-ая P _z , Н	N прив. Вращени я, кВт
1. NR-46 ШНЕК SC90-45	22,5	7,7	141,3- 447,5	0,02- 0,15	228- 540	328- 1798	437,6- 2398,1	3,2-5,5	418,5- 2293,2	0,5-0,8	127,9- 701,1	0,9-1,6
2. NR-46 ШНЕК SC90-60	30	7,7	141,3- 471	0,02- 0,15	240- 540	453- 2513	605,3- 3351	4,7-7,7	561,2- 3107	0,7-1,5	226,8- 1255,3	1,7-2,9
3. NR-46 ШНЕК S150-75	37,5	14,5	117,8- 376,8	0,02- 0,15	192- 450	1058- 6165	1411,7- 8220,5	8,7-15,8	1350- 7861,3	1,3-2,4	412,7- 2403,4	2,4-4,6
4. NR-75 ШНЕК S150-100	50	14,5	94,2- 353,3	0,02- 0,15	180- 360	1451- 2477	1935,5- 3303,8	11.2-5,1	1788,4- 3052,3	1,7-0,8	740,8- 1264,3	4,3-1,9
5. STS-75 ШНЕК 72-72	36	12	127,2- 423,9	0,02- 0,15	216- 450	831- 4967	1108,6- 6623	7,7-13,8	1054,3- 6298,8	1,2-2,1	342,6- 2046,6	2,4-3,9
6. STS-75 ШНЕК 96-96	48	12	117,8- 376,8	0,02- 0,15	192- 450	1159- 6858	1545,4- 9145	9,5-17,6	1422,5- 8418	1,4-2,6	603,8- 3573,2	3,7-6,7
7. STS-75 ШНЕК 112-112	56	12	117,8- 376,8	0,02- 0,15	192- 450	1373- 8730	1830,6- 11640,4	11,3- 22,4	1631,1- 10371,7	1,7-3,4	831,1- 5284,6	5,1-10,2
8. STS-75 ШНЕК S56-28L	20	12	141,3- 471	0,02- 0,15	240- 540	431- 2762	575,4- 3682,7	4,4-8,5	558,3- 3573,3	0,7-1,3	139,2- 890,9	1,1-2,1
9. STS-75 ШНЕК S56-56	28	12	117,8- 447,5	0,02- 0,15	228- 450	631- 4075	841,7- 5434,5	6,2-10,5	816,7- 5273,1	0,9-1,6	203,6- 1314,7	1,5-2,5
10. ТЕК ШНЕК SC45-45	22,5	12,5	117,8- 423,9	0,02- 0,15	216- 450	505- 3262	673,7- 4350	4,7-8,4	660,2- 4262,7	0,7-1,3	134,3- 867,3	0,9-1,7
11. ТЕК ШНЕК SC60-60	30	12,5	127,2- 423,9	0,02- 0,15	216- 486	706- 4558	941,4- 6078,4	6,5-12,8	909,3- 5871,3	0,9-1,9	243,7- 1573,2	1,7-3
12. ТЕК ШНЕК SC90-90	45	12,5	117,8- 262,6	0,02- 0,15	144- 450	1153- 7108	1537,8- 9477,7	7,1-18,2	1425,8- 8787,5	1,1-2,7	576,1- 3550,4	2,7-10,3

Приложение Б

Таблица Б.1 – Перерасчет режимов резания обработки шнеков

Название шнека	B, мм	t, мм	v, м/мин	S _z , мм/зуб	S _m , мм/мин	M, Нм	P _z , Н	Мощность резания	Осевая сост-ая P _z , Н	N прив. подачи, кВт	Рад-ая сост-ая P _z , Н	N прив. Вращени я, кВт
1. NR-46 ШНЕК SC90-45	22,5	7,7	141,3	0,15	540	1798	2398,1	5,5	2293,2	0,8	701,1	1,6
2. NR-46 ШНЕК SC90-60	30	7,7	141,3	0,15	540	2513	3351	7,7	3107	1,2	1255,3	2,9
3. NR-46 ШНЕК S150-75	37,5	14,5	122,7	0,13	405	3896	5195,2	10	4968,2	1,5	1518,9	3
4. NR-75 ШНЕК S150-100	50	14,5	94,2	0,15	360	2477	3303,8	5,1	3052,3	0,8	1264,3	1,9
5. STS-75 ШНЕК 72-72	36	12	127,2	0,14	454	3608	4811,3	10	4575,8	1,5	1486,8	3,1
6. STS-75 ШНЕК 96-96	48	12	127,2	0,09	262	3896	5195,2	10	4782,2	1,5	2029,9	4,2
7. STS-75 ШНЕК 112-112	56	12	117,8	0,09	270	3896	5195,2	10	4629	1,5	2358,6	4,5
8. STS-75 ШНЕК S56-28L	20	12	141,3	0,15	540	2762	3682,7	8,5	-3573,3	1,3	890,9	2,1
9. STS-75 ШНЕК S56-56	28	12	117,8	0,14	450	4075	5434,5	10	5273,1	1,5	1314,7	2,5
10. ТЕК ШНЕК SC45-45	22,5	12,5	117,8	0,15	450	3262	4350	8,4	4262,7	1,3	867,3	1,7
11. ТЕК ШНЕК SC60-60	30	12,5	122,5	0,1	564	3608	4811,3	9,6	4647,4	1,4	1245,3	2,5
12. ТЕК ШНЕК SC90-90	45	12,5	127,2	0,12	389	3896	5195,2	10	4817,2	1,5	1946,2	4,1

Приложение В

Таблица В.1 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Ко д ра б от ы	Вид работы	Исполнит ель	Т _к , ка л, дн .	Продолжительность выполнения работ																
				янв.	фев.	март	апр.	май	июнь	июль	сен.	окт.	нояб.	дек.	янв.	фев.	март	апр.	май	июнь
1	Составление тех-го задания	Охотин И.С.	2																	
2	Выбор направления исследования	Охотин И.С.	2																	
3	Изучение литературы	Телегина Т.М.	42																	
4	Расчет режимов резания	Телегина Т.М.	48																	
5	Подбор опт. режимов резания	Телегина Т.М.	26																	
6	Проведение эксперимента, для измерения сил резания	Телегина Т.М.	24																	
7	Подбор оборудования	Телегина Т.М.	14																	
8	Проектирования спец. присп.	Телегина Т.М.	13 6																	
9	Консультирование	Охотин И.С.	62																	
10	Разработка тех. схемы сборки	Телегина Т.М.	60																	
11	Оформление магистерской диссертации	Телегина Т.М.	37																	
12	Итоговая проверка работы	Охотин И.С.	3																	



- руководитель



- инженер

Приложение Г

Раздел 1 Обзор Литературы

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ЛМ41	Телегина Татьяна Михайловна		

Консультант кафедры ТАМП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Охотин Иван Сергеевич	к.т.н.		

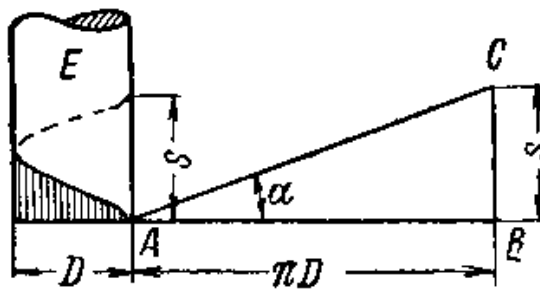
Консультант – лингвист кафедры ИЯИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Степура Светлана Николаевна	к.ф.н.		

LITERATURE REVIEW.

1.1 General features of the helix.

The concept of a helix. If (Fig. 1.1) is a rectangular triangle ABC is cut out of paper or a thin metal plate, side AB is equal to the length of the base of the cylinder circumference and to screw the cylinder so that the side AB should coincide with the base of the cylinder, the AC side forms a line on the side, which is called screw.



1.1 Helix formation

Elements of the helix.

The helix is characterized by the following elements: a step, turn and angle of elevation.

Step helix is the distance between adjacent coils, measured along the generator of a circular cylinder.

Turn is the helix, which is described by a point in one revolution around its axis forming a circular cylinder. The length of the coil is equal to L.

The angle of elevation of helix is called the ratio $\tan(\varphi) = h / \pi d$, where d - diameter of the cylinder, h - step. [1]

1.2 Methods of producing helical grooves.

Formation of helical grooves is performed by the following methods:

- 1) Turning cutters.
- 2) Milling disk mills.
- 3) Whirling.
- 4) Plastic deformation - roll forming.

There are various technological methods of manufacturing the outer helical grooves. Choice of the best method depends on the size of the groove is defined by the parameters of surface quality and precision manufacturing of spiral grooves, as well as the material, shape and dimensions of the part. The chosen method should guarantee the highest manufacturing productivity and the lowest cost, while ensuring the required precision helical groove.

1. Turning cutters.

You can cut all kinds of helical grooves with cutters. A feature is that the tool should remove the specified allowance for processing, to ensure the accuracy of the shape and profile of a given location. [14] It is usually cut grooves with medium and large steps normally several steps. Processing is carried out with one cutter for small sections of the shear layer, which leads to lower cutting performance. A simple profile edges use on preliminary aisles, and in the final - with a given profile [24,61].

Features multi-pass threading helical grooves is shown in Fig. 1.2.

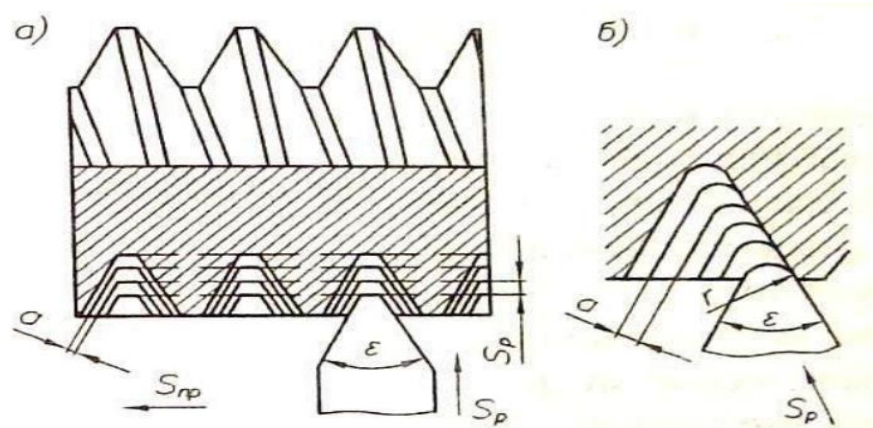


Figure 1.2 - Scheme of multi-pass cutting cutter external helical grooves: a - radial cutting; b - side cutting

2. Milling disk mills.

In order to get the helical groove (spiral) pitch on the cylindrical surface, it is necessary to find uniform rotation of the cylinder, while either it or the uniform movement of the cutting tool along the cylinder axis. These two movements should

be designed so that one full revolution of the cylinder moved along the tool axis by step.

When you cut the helical grooves in the milling machine the workpiece (cylinder) you should transmit the axis of rotation and linear motion along the axis. The cutting tool - cutter - received a normal rotational movement.

The axis of the mandrel disk cutter is set at an angle φ lifting screw groove for the cutting edge and the front tooth surface are perpendicular to the helix of the groove (fig. 1.3)

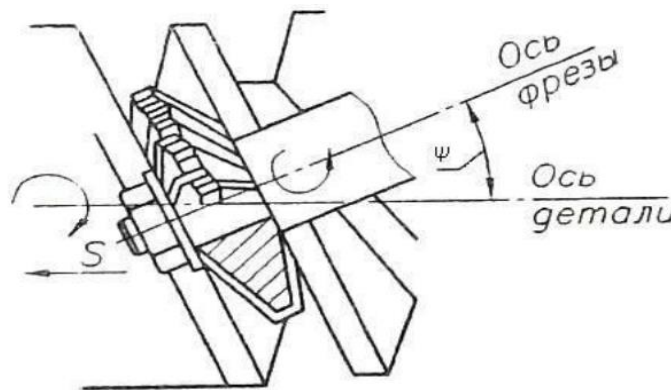


Figure 1.3 - Scheme of the installation disc cutters in processing external helical grooves.

To form a multi-start helical groove of the screw, after processing of each groove must be rotated relative to the workpiece a cutting tool for fraction of a turn equal to $1/z$, where z - number of calls, and handle the next groove.

Thus, for milling helical grooves is necessary to inform the workpiece following steps:

- uniform rotation its axis by the rotation of the spindle dividing head, in which the centers or the cartridge mounted workpiece;
- Uniform movement along the axis due to the longitudinal feed of the machine table on which the dividing head with a fixed workpiece;
- Movement after each pass on the share turnover of $1/z$, using the divider disk.

3. Whirling.

Basic cutters movement is done by rotating the cutting head with a ring located on the faceplate cutters (one to twelve). Cutters describe their tops eccentric circle around the part [70].

Fig. 1.4 shows the possible schemes whirling outer helical grooves.

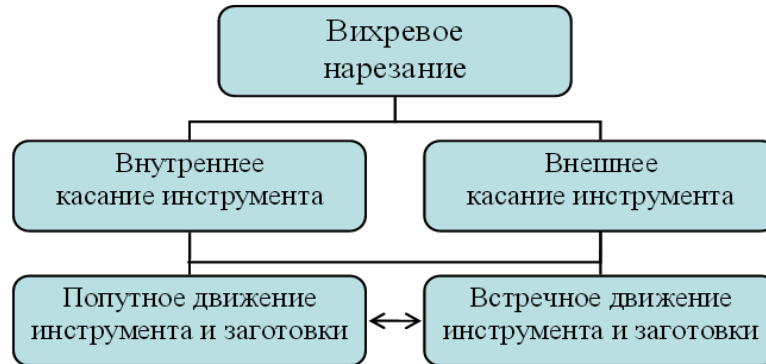


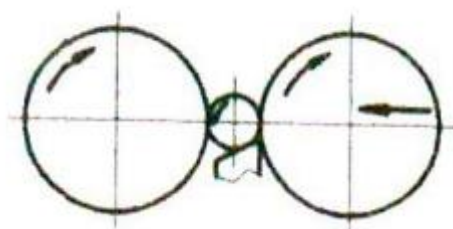
Figure 1.4 - Scheme of external whirling helical grooves

Whirlpool head is inclined to the workpiece on the lift angle helix φ . The movement of the cutting tools is carried out, the feed movement - the rotating workpiece, and in the longitudinal direction - swirl head.

Whirling is one of the most economical methods of cutting the outer helical grooves, as it provides high metal removal with high precision machining in one pass. Basically outer grooves are processed touch the inner cutter heads, as in this case, the arc length increases cutter contact the workpiece. [70.84]

4. Plastic deformation.

Plastic deformation processing - roll forming gets popular extension.



a)

Wrapping rolls with radial feed

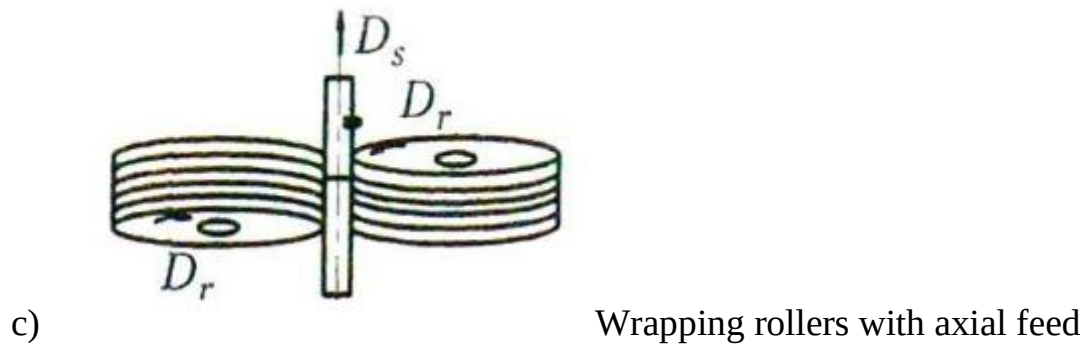
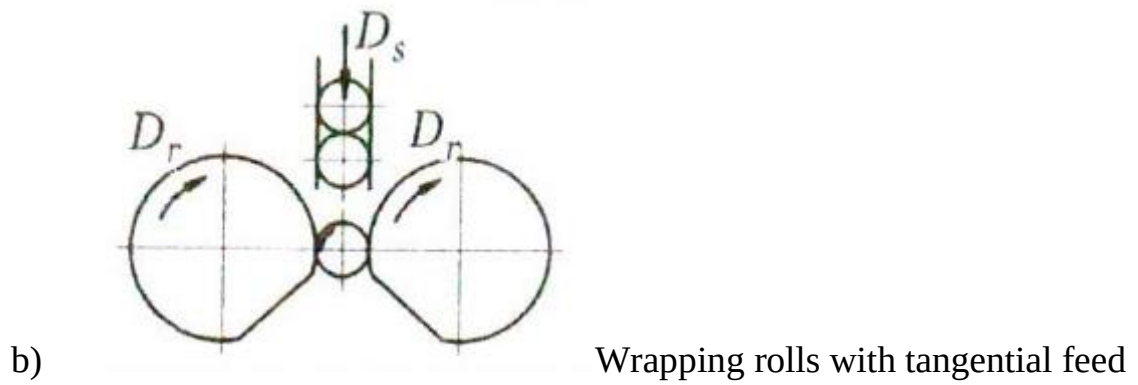


Figure 1.5 - Methods of rolling outer helical grooves

The process of shaping and hardening of helical grooves allows for the influence of plastic deformation to create residual compressive stresses to the favorable distribution of the entire section.

Roll forming helical grooves refers to the plastic surface shaping and occupies an intermediate position between the hardening of surface plastic deformation (PPD) and volumetric pressure treatment (helical or cross-wedge rolling) [34,88].

Only a relatively thin surface layer affects plastic deformation.[34]

1.3 Conditions of forming helical surfaces of the disk tool

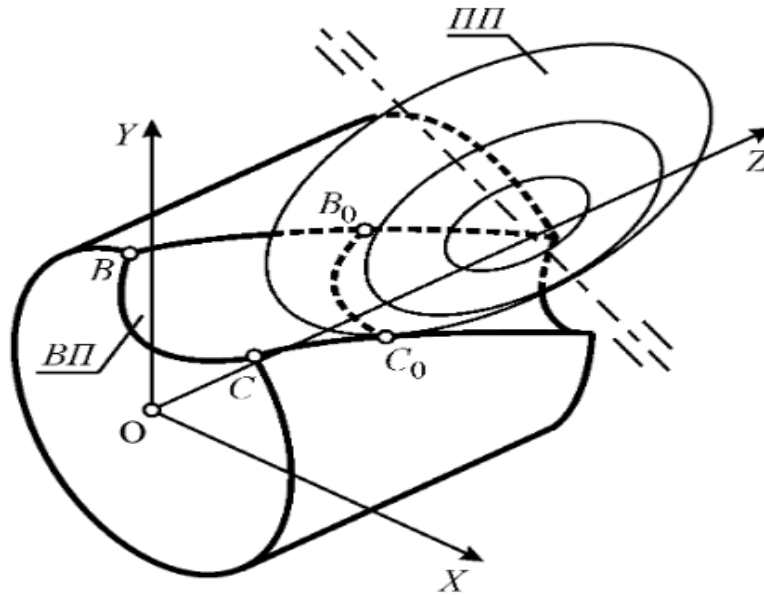


Figure 1.6 – Touch PP tool EP details

At any time it touches the surface of the disk shaped generating tool for some VOSO space curve (Fig. 1.6). This curve is formally issued, and the other is still covered by a layer of allowance. The conditions of forming the nominal screw surface.

The first condition of forming a helical surface: plane C_j in each section of the VI (Figure 1.7), perpendicular to the axis of the disk tool, circle section generating surface and the curve section of the EP should have a common tangent. This condition is satisfied for a EF curve, in which the normal to the nominal screw surface $N = \frac{\partial R}{\partial q} \cdot \frac{\partial R}{\partial v}$ crosses the axis of rotation of the disk tool.

Приложение Д