

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
Профиль «Технология машиностроения»

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему:

**Проектирование фрезерного станка универсального
назначения**

Студент(ка)	Бондарев А.С. <small>(И.О. Фамилия)</small>	_____	_____
Руководитель	Бобровский А.В. <small>(И.О. Фамилия)</small>	_____	_____
Консультанты	Горина Л.Н. <small>(И.О. Фамилия)</small>	_____	_____
	Зубкова Н.В. <small>(И.О. Фамилия)</small>	_____	_____
	Виткалов В.Г. <small>(И.О. Фамилия)</small>	_____	_____

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой
к.т.н, доцент
Бобровский

_____ А.В.
(личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.
Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой _____ А.В.Бобровский

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»

Студент Бондарев Александр Сергеевич гр.ТМбз-1132

1. Тема Проектирование фрезерного станка универсального назначения

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе *Материалы преддипломной практики, компоновочные схемы предлагаемого к разработке станка*

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

2 РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ СТАНКА

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНКА

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

5 КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТАНКА

6 ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЁТ ЗУБЬЕВ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

7 РАСЧЕТ ВАЛОВ

8 РАСЧЕТ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

9 ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

10 РАСЧЁТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

11 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

12 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЕ

АННОТАЦИЯ

УДК 621.0.01

Бондарев Александр Сергеевич

Проектирование фрезерного станка универсального назначения.

Выпускная квалификационная работа. Тольятти. Тольяттинский государственный университет, 2016.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы выполнена разработка оригинального фрезерного станка с горизонтальным шпинделем. Станок относится к станкам общего назначения (универсальным станкам). При помощи данного станка возможна обработка сложноконтурных поверхностей. Обработка производится при взаимном перемещении в трех управляемых координатах (перемещение рабочего стола по двум координатам в горизонтальной плоскости, и при перемещении шпинделя в вертикальной плоскости).

Использование станка позволяет:

- Обрабатывать заготовки из конструкционных материалов, которые включают в себя легко обрабатываемые сплавы, медные сплавы, композиционные материалы (капролоктан, полиэтилен, фторопласт, полиамид).
- Позиционировать заготовки на рабочем столе с высокой точностью.
- Применять большинство наиболее применимых и распространенных видов и типов зажимных и установочно – зажимных приспособлений и оснасток.
- Изготавливать элементы технологической оснастки для литья легкосплавных материалов.

Выпускная квалификационная работа содержит расчетно –
пояснительную записку в объеме листов формата А1, а также
графическую часть в количестве 6 листов формата А1.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

2 РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ
СТАНКА

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНКА

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

5 КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТАНКА

6 ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЁТ ЗУБЬЕВ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

7 РАСЧЕТ ВАЛОВ

8 РАСЧЕТ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

9 ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

10 РАСЧЁТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

11 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

12 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КАРТЫ, УПРАВЛЯЮЩАЯ
ПРОГРАММА ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

ВВЕДЕНИЕ

При автоматизации станка производительность труда рабочего возрастает вследствие увеличения производительности станка. Рабочий освобождается от непосредственного участия в процессе обработки детали и появляется возможность многостаночного обслуживания технологического процесса.

Автоматизация облегчает физический труд рабочего, освобождает его от однообразных, повторяющихся движений, от монотонных нервных и физических напряжений. Вместе с тем автоматизация повышает технический уровень обслуживания станка при его подготовке к производству – наладке и во время его эксплуатации. Таким образом, автоматизация облегчает физический труд рабочего за счет увеличения доли умственного труда и создает предпосылки для постепенного сглаживания различий между физическим и умственным трудом.

В данный момент времени экономика страны переживает тяжелое время. Заданный правительством курс на импортозамещение в условиях санкций невозможно будет осуществить без улучшения и модернизации парка станков наших предприятий. С этой целью надо вводить в производство станки, имеющие высокую степень автоматизации и в то же время позволяющих осуществлять быструю переналадку при переходе на обработку новых деталей. С этой целью проектируются станки с числовым программным управлением (ЧПУ) и агрегатные станки. Станки с ЧПУ имеют более высокую стоимость и применимы в условиях серийного производства в основном для корпусных и точных деталей, а агрегатные станки универсальны и в то же время имеют высокую степень автоматизации. Их широко применяют для серийного и массового типа производства, т.к. они обеспечивают надлежащую точность и возможность переналадки на другие типы деталей. Трудности возникают при проектировании приспособлений и компоновки самого станка, что в

условиях массового производства экономически оправдано за счет унифицированности основных узлов станка и высокой концентрации операции на одном рабочем месте. В бакалаврской работе разрабатывается универсальный фрезерный станок для решения широкого спектра задач механической обработки.

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ

Универсальные фрезерные станки по металлу применяются повсеместно для различных металлопромышленных крупных работ. Их преимущество в том, что они имеют специфический механизм производства ручной сверлильно-режущей работы. Если точнее, то все сверлильно-режущие операции по металлу производятся при помощи цилиндрической и дисковой фрезы.



Рисунок 1.1 – Типовой универсальный фрезерный станок

Более того, настольные универсальные портативные фрезерные станки по металлу имеют дополнительную возможность присоединения специальных фрезерных головок, которые применяются для

произведения сверлильно-режущих работ по металлу с помощью вертикального фрезерования.

Но также всегда имеется возможность использовать горизонтальный фрез, что еще раз подчеркивает всю универсальность станков данного вида.



Рисунок 1.2 – Универсальный фрезерный станок для обработки металлов

Широкоуниверсальные фрезерные станки достаточно сильно отличаются от всех других видов станков для фрезеровки. Как правило, они отличаются дополнительной шпиндельной головкой, разбросом регулировки по оси. В широкоуниверсальных станках иная оснастка (относительно обычных станков), имеющая множество дополнительного высокоточного инструментария.

На рабочий стол возможна установка дополнительной делительной головки. Эту головку можно поворачивать под разными углами и по любой оси, строго в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. При работе двухшпиндельных станков можно раздельно или одновременно

производить операции обоими шпинделями, что в обычных станках не представляется возможным.

При необходимости выполнить широко-универсальный ручной станок сделать еще более универсальным, имеется возможность установки на его поворотной головке дополнительной съемной фрезерной головки. Благодаря ее использованию появляется возможность на станке такого вида создавать технологически сложные детали не только фрезерованием, но еще и сверлением, зенкерованием и даже растачиванием.

Существует специальная классификация «ЭНИМС», которая предназначена для систематизации всех существующих станков. В данной системе классификации универсальный фрезерный станок по металлу относится к шестой группе.

Каждое устройство такого типа имеет индивидуальное обозначение модели, которое представлено набором цифр и букв. Первая цифра в обозначении является номером группы, к которой принадлежит данный конкретный станок, вторая цифра обозначает его тип.

Третья и четвертая цифры присваивают станку его размер в системе классификации «ЭНИМС». И здесь важно знать, что если между первой цифрой и второй имеется буква, следовательно, конструкция станка является модификацией оригинала. А если буква находится в конце номера устройства, тогда эта буква обозначает конструктивный вид модификации основной модели станка. На Рисунке .3 представлен типовой фрезерный станок.

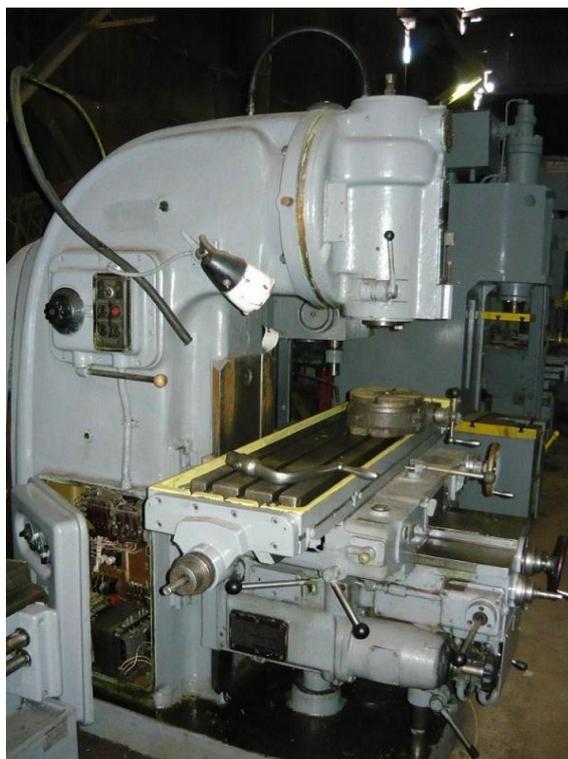


Рисунок 1.3 – Типовой фрезерный станок

Патентный поиск отечественной и иностранной литературы проводится по теме: Создание пиноли для фрезерного станка общего назначения. Такая пиноль необходима при реализации дополнительной оси на трехкоординатном фрезерном станке.

США.

3,796,116 MACHINE WITH TAILSTOCK

Henry W. Spreter, Shaker Heights, Ohio, assignor U The Warner J Smey
Cooper, Cleveland – d. Ohio FB*d Nov. 7, 1972. S*r. No. 304,408 Int. CL B23b
2J/00. 7104 U.S. 0.82-2 R 17Chbn*

An improved machine tool includes a tailstock having a center assembly which is movable between operating and retracted positions by a piston and cylinder assembly. When the center assembly is in the operating position, a main axis of the center assembly is aligned with the axis of rotation of a workpiece. In the retracted position, the center assembly is offset to one side of the work piece.

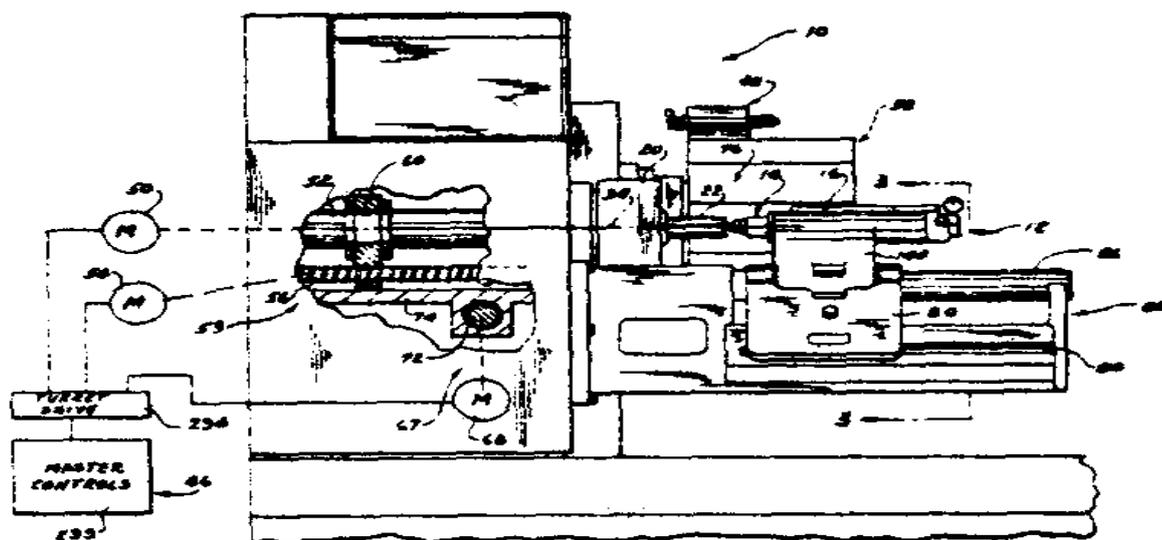


Рисунок 1.4 – Эскиз к патенту

When the center assembly is in the operating position, a tailstock motor is activated to press the center assembly against the outer end of the work-piece to thereby support the workpiece in a known manner. A control system coordinates movement of the center assembly with movement of a turret to avoid interference between the tailstock and tools mounted on the turret.

Перевод

МКИ В23b 23/00. 7/04 США ПАТЕНТ № 3796П6

НКИ 82-2R. Публикация 1974 г., 12 марта. Том 920, № 2

УДК 621.911-229 (088.8)

ЗАДНЯЯ БАБКА СТАНКА

Усовершенствованный металлорежущий станок содержит заднюю бабку, в которой выдвижение центра в рабочее положение и отведение его назад осуществляется при помощи силового цилиндра. Когда центр находится в рабочем выдвинутом положении, его ось совпадает с осью вращения заготовки. В отведенном положении центр смещен относительно заготовки. Когда центр находится в рабочем положении, включается двигатель задней бабки, осуществляющий поджим центра задней бабки к наружному торцу заготовки, обеспечивая ее закрепление. В станке предусмотрена система управления, координирующая перемещение центра

задней бабки и револьверной головки. Такая система позволяет избежать столкновения задней бабки с инструментом, установленным в револьверной головке.

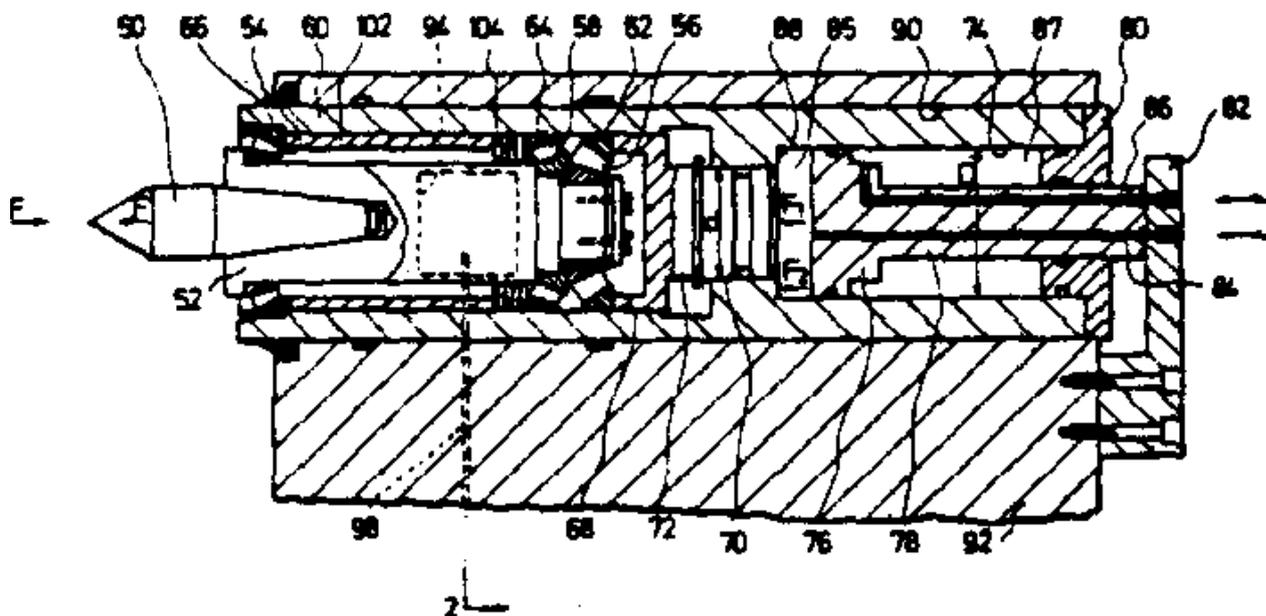


Рисунок 1.5 – Эскиз к патенту
ЯПОНИЯ (JP)

(51)МКИ В 23 В 23/00, 19/02

(11) заявка № 59-29364

(83)УДК 621.9.06

Публик.№ 840720 М 2-735 (22) (21)

Заявлено 75. 01. 23, 57-161609 (62) 50-9376 (71)

Заявитель Индексверке КГ Гаи унд Тескки (33)(32)(31)

Приоритет ФРГ, 74. 03. 06. Р 2410540.6

ФРГ

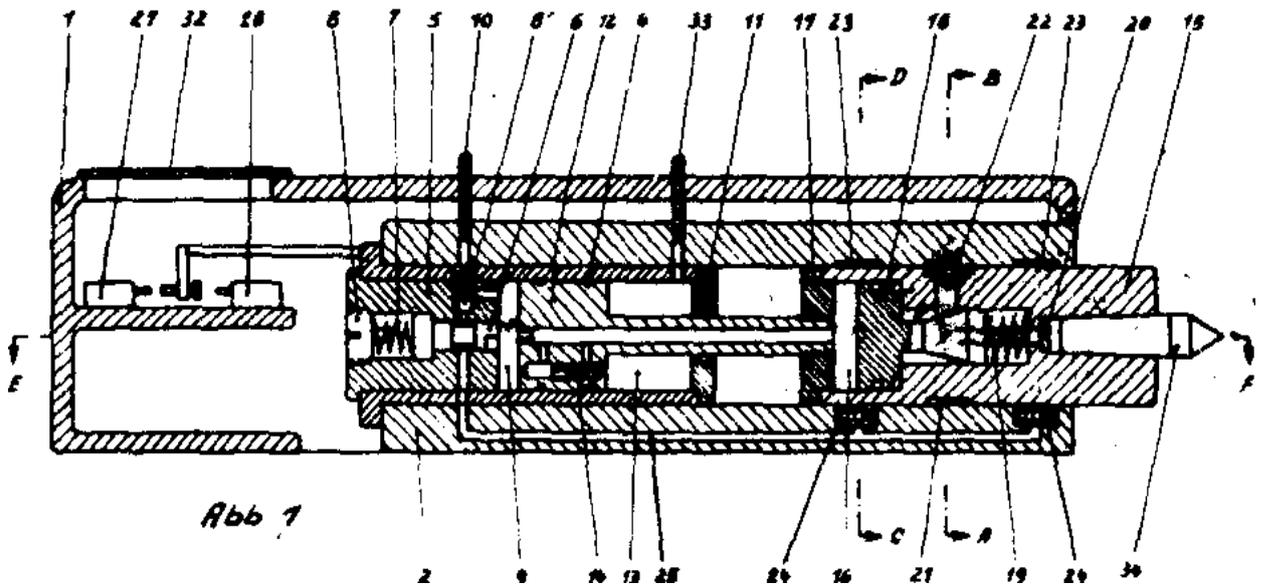


Рисунок 1.6 – Эскиз к патенту

44Н30(Au,Z4)V 15800. 20.1.59-24.5.67 49. 26/01 – В 23В

Reitstock für Werkzeugmaschinen

Anmelder:

VEB Zahnschneidmaschinenfabrik Modul, Karl-Marx-Stadt, Emsiedler
Str.

Als Erfinder benannt:

Alfred Gluck, Karl-Marx-Stadt;

Erhard Vettmann, Meinersdorf (Erzgeb.)

Перевод

ЗАДНЯЯ БАБКА ДЛЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО СТАНКА

1. Задняя бабка для металлорежущего станка с гидравлически или пневматически перемещающейся пинолью отличается тем, что несущая часть (2), разъемно соединенная с корпусом задней бабки (1), имеет отверстие, в котором расположен неподвижный цилиндр (4) с подвижным поршнем (12). Шток поршня жестко соединен с пинолью (15) таким образом, что пиноль (15) окружена гидравлически действующими зажимными элементами (23, 24), полости нагнетания которых соединены с рабочей полостью (9) цилиндра (4), расположенной с задней стороны поршня (12). В пиноли (15) или на элементе, неподвижно соединенном с

ней, расположен клиновой стопорный механизм (18,22), действующий в зависимости от гидравлического давления против пружины (19).

ЗАДНЯЯ БАБКА

Изобретение относится к станкостроению, в частности устройствам поджима с гидравлическим или пневматическим приводом перемещения пиноли задней бабки. Задняя бабка, содержащая корпус, пиноль, гидро-или пневмопривод для перемещения пиноли в полости корпуса с возможностью перемещения ее на величину износа центрального отверстия детали, имеет гидро- или пневмопривод, образованный пинолью в виде поршня с внутреннего конца, соединенный штоком с поршнем соосно расположенный гидро- или пневмоцилиндр, полости которого соединены для подвода и отводи рабочего тела с распределителями с подводом рабочего тела через редуцирующие клапаны в полость пиноли и полости цилиндра отдельно с тремя положениями распределителей: подачи тела в полость пиноли, для перемещения пиноли к детали с отводом рабочего тела в конце подвода, для остановки пиноли, подвода тела в бесштоковую полость цилиндра для поджима пиноли к детали, подвода рабочего тела в штоковую полость цилиндра для перемещения пиноли от детали в исходное положение. 3 ил.

Изобретение относится к станкостроению, в частности к задним бабкам с гидравлическим или пневматическим приводом перемещения пиноли задней бабки, и может быть использовано в станках и других устройствах, например в устройствах для контроля состояния подшипников качения, когда требуется обеспечить частую смену обрабатываемых деталей.

Целью изобретения является упрощение конструкции при одновременном уменьшении габаритов.

На рис.1 изображена задняя бабка при подводе пиноли к детали в момент остановки пиноли перед деталью; на рис.2 – задняя бабка при поджиме детали; на рис. 3 – задняя бабка при отводе пиноли от детали (в начале движения).

Задняя бабка содержит корпус 1, в полости которого находится пиноль 2 с центром 3, соединенная штоком 4 с поршнем 5 соосно расположенного с полостью пиноли гидро- или пневмоцилиндра 6. Полость пиноли соединена каналами 7 и 8 с распределителем 9 с подводом рабочей тела (гидрожидкости или воздуха) под давлением (от насоса) через канал 10, редукционный клапан 11 и канал 12 и отводом рабочего тела из полости пиноли через каналы 7 и 8, полости распределителя 9 и канал 13 в бак или атмосферу. Полости цилиндра 6 соединены с распределителем 14: штоковая – каналом 15, бесштоковая – каналом 16 с подводом рабочего тела под давлением через канал 17, редукционный клапан 18 и канал 19 и отводом рабочего тела из полости цилиндра через каналы 15 и 16, полости распределителя 14, канал 20 в бак или атмосферу.

Гидро- или пневмопривод пиноли 2 задней бабки работает следующим образом. В исходном положении пиноль 2 вдвинута в полость корпуса 1. В этом положении производится снятие обработанной детали и установка другой детали в центры. Для подвода пиноли 2 к обрабатываемой детали распределители 9 и 14 устанавливаются в положение: «подвода пиноли к детали» (рис.1). При этом рабочее тело под давлением через канал 10, редукционный клапан 11, канал 12, через полости распределителя 9, канал 8 поступает в полость пиноли и создает усилие на пиноль 2, необходимое для движения пиноли 2 в полости корпуса.

Пиноль 2 перемещается к обрабатываемой детали. Величина усилия регулируется регулировкой давления рабочего тела редукционным клапаном 11. При достижении центром 3 центрального отверстия обрабатываемой детали, пиноль 2 открывает канал 7. При этом рабочее тело из полости пиноли через канал 7 полости распределителя 9. канал 13 поступает в бак или атмосферу. Вслед за перемещением пиноли 2 перемещается связанный с ней штоком 4 поршень 5 цилиндра 6. При этом рабочее тело из штоковой полости цилиндра 6 перемещается по каналу 15 в распределитель 14, канал 16 в бесштоковую полость цилиндра 6.

Для поджима пиноли 2 с центром 3 к обрабатываемой детали с усилием, необходимым при обработке детали, распределители 9 и 14 устанавливаются в положение поджима пиноли к детали (рис.2). При этом рабочее тело под давлением поступает через канал 10, редукционный клапан 11, канал 12. полости распределителя 9, каналы 7 и 8 в полость пиноли 2 и создает отрегулированное редукционным клапаном 11 усилие на пиноль 2, необходимое для передвижения пиноли 2 в полости корпуса 1, а через канал 17, редукционный клапан 18, канал 19. полости распределителя 14, канал 16 в бесштоковую полость цилиндра 6 и создает отрегулированное редукционным клапаном 18 усилие через поршень 5. шток 4, пиноль 2 центр 3 на деталь, необходимое для ее обработки.

При перемещении поршня 5 рабочее тело из штоковой полости цилиндра 6 через канал 15, полости распределителя 14 и канал 20 поступает в бак или атмосферу, Для отвода пиноли 2 от детали после ее обработки в исходное положение распределители 9 и 14 устанавливают в положение: отвода пиноли от детали (рис.3). При этом рабочее тело под давлением поступает через канал 17, редукционный клапан 18, магистраль 19, полости распределителя 14, канал 15 в штоковую полость цилиндра 6 и создает отрегулированное редукционным клапаном 18 усилие на поршень 5, перемещающее пиноль 2 от детали в исходное положение. Рабочее тело из бесштоковой полости цилиндра 6 через канал 16, полости распределителя 14. канал 20, а из полости пиноли через каналы 7 и 8, полости распределителя 9, канал 13 поступает в бак или атмосферу. Формула изобретения Задняя бабка, содержащая установленную в корпусе с возможностью осевого перемещения пиноль с центром и гидро- или пневмопривод. выполненный в виде соосно расположенного с пинолью цилиндра с поршнем. штоком и каналами подвода, отвода рабочего тела. а также систему управления. отличающаяся тем, что, с целью упрощения конструкции при одновременном уменьшении габаритов, пиноль бабки выполнена в виде поршня, жестко связанного со штоком привода, а система

управления снабжена редукционными клапанами и распределителями, предназначенными для подачи рабочего тела в трех положениях: при подводе пиноли к детали – в полость пиноли (с отводом рабочего тела а конце цикла), при поджиме детали – в бесштоковую полость цилиндра, и при отводе пиноли от детали – в штоковую полость цилиндра.

Цель и задачи выпускной квалификационной работы.

На основании выполненного общего описания, а также патентного поиска сформулируем цель и задачи работы.

Целью работы является обеспечение выполнения фрезерных, сверлильных и расточных работ с применением проектируемого варианта станка.

Для достижения указанной цели необходимо выполнить все этапы проектирования станка.

2 РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ СТАНКА

Для обеспечения кинематических расчетов сложных коробок применим графоаналитический метод, который заключается в графическом изображении чисел оборотов и передаточных отношений в виде графиков чисел оборотов и структурных сеток.

При изображении структурных сеток приняты следующие условности:

- Каждому валу коробки скоростей соответствует своя шкала чисел оборотов, на которой точками отмечается число скоростей, которое может иметь данный вал;
- Числа оборотов на каждой шкале изображаются в логарифмическом масштабе, поэтому геометрический ряд чисел оборотов изображается в виде точек, расположенных на одинаковом расстоянии (оно равно φ - знаменателю геометрической прогрессии);
- Передаточные отношения изображаются в виде линий, соединяющих точки соответствующих чисел оборотов соседних валов; наклон линии характеризует величину передаточного отношения, параллельные линии означают одинаковые передаточные отношения.

Знаменатель геометрической прогрессии определяется по формуле (1):

$$\varphi = z \sqrt[z-1]{\frac{n_{\max}}{n_{\min}}} \quad (2.1),$$

где

n_{\max} - максимальная частота вращения шпинделя = 2000 об/мин

n_{\min} - минимальная частота вращения шпинделя = 160 об/мин

z - число ступеней частот вращения = 12

Принимаем $\varphi = 1,26$ (табл. 4 [5])

$$\varphi = \sqrt[12]{\frac{2000}{160}} = 1,26$$

В соответствии с принятым φ стандартный ряд частот вращения выглядит следующим образом:

160 200 250 315 400 500 630 800 1000 1250 1600 2000

Принимаем $z=2*3*2$, рис. 1

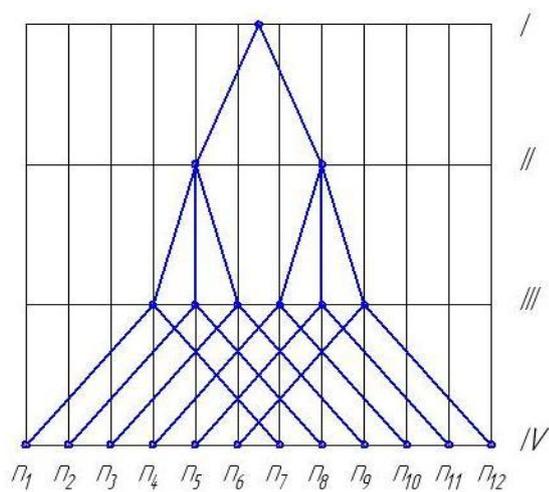


Рисунок 2.1- Структурная сетка

3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАНКА

Минимальная частота вращения оборотов шпинделя n_{\min} определяется по операции прорезки паза в углеродистой Стали 45 прорезной фрезой диаметром $D_{np\max}$, шириной b_{np} , при глубине фрезерования t_{np} , из быстрорежущей стали при соответствующих режимах резания: подаче $S_{z\text{ пр}}$, скорости резания $V_{\text{пр}}$ и стойкости фрезы T_m .

$$n_{\min} = \frac{1000 \cdot V_{\text{пр}}}{\pi \cdot D_{np\max}} = \frac{1000 \cdot 48}{3,14 \cdot 100} = 152,8 \text{ об/мин где}$$

$$V_{\text{пр}} = V_{\text{табл}} * k_1 * k_2 * k_3 \quad (3.1)$$

k_1 - коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

k_2 - коэффициент, зависящий от стойкости инструмента;

k_3 - коэффициент, зависящий от отношения длины резания к обрабатываемому материалу;

t_{np} - глубина фрезерования, мм; $t=6$ мм

b_{np} - ширина фрезы, мм; $b_{np} = 1,2$ мм

$S_{z\text{ пр}} = 0,035$ мм/зуб - подача

$D_{np\max} = 100$ мм

$$V_{\text{рез}} = 48 * 1 * 1 * 1 = 48 \text{ м/мин}$$

Принимаем минимальную частоту вращения $n_{\min} = 160$ об/мин

Максимальная частота вращения шпинделя определяется по операции обработки паза концевой фрезой, оснащённой винтовыми твёрдосплавными пластинами диаметром $d_{\text{кон}}$ при соответствующих режимах резания

$$n_{\text{max}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{кон}}}{\pi \cdot d_{\text{кон}}} = \frac{1000 \cdot 130,5}{3,14 \cdot 20} = 2078 \text{ об/мин, где}$$

Принимаем $n_{\text{max}}=2000$ об/мин

Минимальная частота вращения шпинделя принимается равной 160 об/мин, при прорезки паза в углеродистой Стали 45 прорезной фрезой диаметром $D_{\text{прmax}}$.

Максимальная частота вращения шпинделя принимается равной 2000 об/мин, при обработке паза концевой фрезой, оснащённой винтовыми твёрдосплавными пластинами диаметром $d_{\text{кон}}$.

Сила P_z определяется по операции фрезерования максимальным диаметром при соответствующих режимах: подачи и скорости резания. Для проектируемого станка сила $P_z=2756$ Н.

Главная составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила P_z , Н определяющаяся по формуле (3):

$$P_z = \frac{10 C_p t^x S_z^y B^u z}{D^q n^w} K_{mp} \quad (3.2),$$

где z - число зубьев фрезы; n - частота вращения фрезы, об/мин.

$$C_p = 825$$

$$x = 1$$

$$y = 0,75$$

$$u = 1,1$$

$$q = 1,3$$

$$w = 0,2$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n, \quad \sigma_s = 550 \text{ МПа}, \quad n = 0,3 \quad K_{mp} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,3} = 0,9$$

тогда

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 75^{1,1} \cdot 8}{125^{1,3} \cdot 468^{0,2}} \cdot 0,9 = 2756 \text{ Н}$$

$$\text{Мощность резания } N_{\text{резmax}} = \frac{P_{z \text{ max}} \cdot V_{\text{чep}}}{6} \cdot 10^{-4} \text{ кВт}$$

$$N_{\text{резmax}} = \frac{2756 \cdot 183,6}{6} \cdot 10^{-4} = 8,43 \text{ кВт}$$

4 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

Привод главного движения. Большинство приводов главного движения универсальных станков работают в повторно-кратковременном режиме, при котором периоды работы под нагрузкой имеют такую длительность и так чередуются с паузами такой продолжительности, что температура нагрева обмотки электродвигателя не превышает допустимой величины. Мощность электродвигателя, работающего в указанном режиме, определяют по формуле (4):

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{рез max}} / \eta_{\text{пр}} * \lambda \quad (4.1),$$

где $\eta_{\text{пр}}$ - КПД привода, ориентировочно принимается $\eta_{\text{пр}} = 0,7 - 0,85$;

λ - коэффициент перегрузки принимается. Принято: $\eta_{\text{пр}} = 0,85$; $\lambda = 2$

$$N_{\text{дв}} = 8,43 / 0,85 * 2 = 4,96 \text{ кВт}$$

Выбран двигатель АИР132S серии 4А мощностью 5,2 кВт.

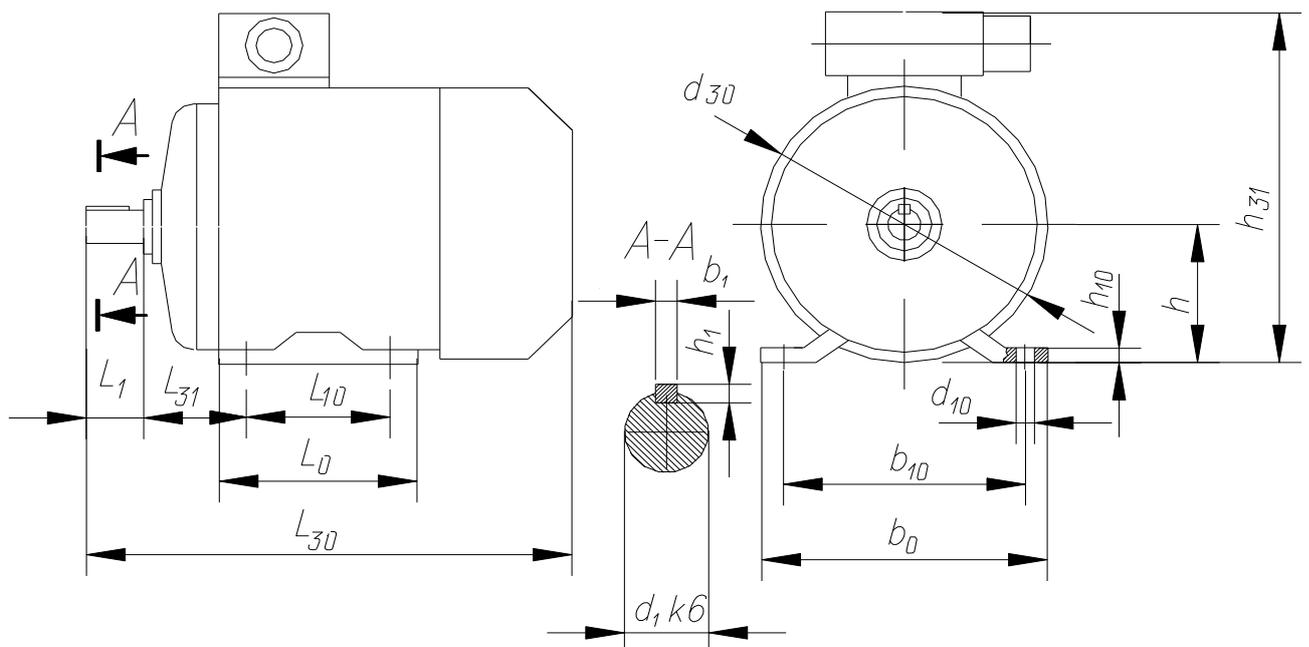


Рисунок 4.1 – Эскиз электродвигателя

В таблице 4.1 приведены основные габаритные и присоединительные размеры выбранного электродвигателя.

Таблица 4.1 – Габаритные и присоединительные размеры электродвигателя

b1	L30	h31	d30	h	d1	d10	L1	L10	L31	b10	h10	h1
8	391	325	334	132	38	12	80	140	89	216	12	7

5 КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТАНКА

Целью кинематического расчета является определение параметров зацепления проектируемой коробки скоростей.

Сначала строится график частот вращения. Построение ведется аналогично построению структурных сеток, но имеются свои особенности:

- добавляется вал электродвигателя,
- построение начинается из точки, соответствующей частоте вращения двигателя;

График частот вращения приведен на рисунке 5.1.

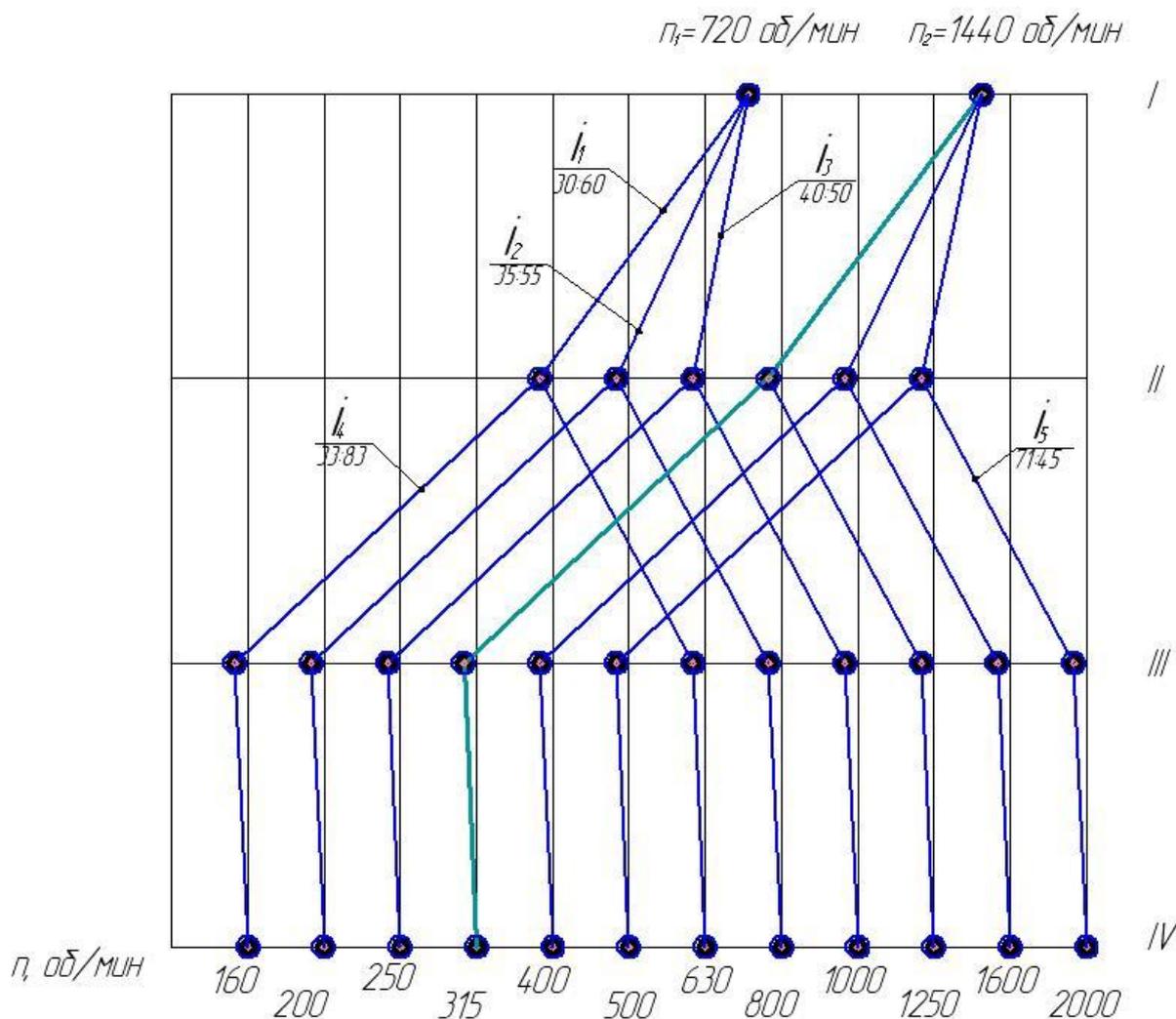


Рисунок 5.1- График частот

По графику частот вращения определяется передаточное отношение, через знаменатель геометрической прогрессии φ и в зависимости от него определяются числа зубьев.

5.1 Выбор структурного варианта коробки скоростей

$$z = 2 \cdot 3 \cdot 2 = 12$$

Из структурной сетки получим следующие соотношения передаточных чисел:

$$i_1 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{1}{2};$$

$$i_2 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{1}{1,58};$$

$$i_3 = \frac{1}{\varphi} = \frac{1}{1,26};$$

$$i_4 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{1}{2,52};$$

$$i_5 = \varphi^2 = 1,58.$$

5.2 Определение чисел зубьев шестерен

$$I_1 = \frac{1}{\varphi^3} = \frac{z_1}{z_2};$$

$$I_2 = \frac{1}{\varphi^2} = \frac{z_3}{z_4};$$

$$I_3 = \frac{1}{\varphi} = \frac{z_5}{z_6};$$

$$I_4 = \frac{1}{\varphi^4} = \frac{z_9}{z_{10}};$$

$$I_5 = \varphi^2 = \frac{z_7}{z_8};$$

Результаты кинематического расчета представим в Таблице 5.1

Таблица 5.1 – Результаты кинематического расчета

	I ₁	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
z ₁ :z ₂	30:60	35:55	40:50	33:83	71:45
Σ z	90	90	90	116	116

Чтобы проверить правильность выбора чисел зубьев зубчатых колес, составляем уравнения кинематической цепи для каждой частоты вращения, из которых определяются фактические частоты вращения. Также определяем относительную погрешность Δ (5)

$$\Delta = \frac{|n_{\text{факт}} - n_{\text{ст}}|}{n_{\text{ст}}} \cdot 100\% \leq \Delta_{\text{доп}} \quad (5.1)$$

где

n_{факт} - фактическая частота вращения, об/мин

n_{ст} - стандартная частота вращения, об/мин

Δ_{доп} - допускаемая относительная погрешность, %

$$\Delta_{\text{доп}} = 10(\varphi - 1),$$

$$\Delta_{\text{доп}} = 10(1,26 - 1) \approx 2,6\%$$

Расчеты сведены в таблицу 5.2

Таблица 5.2 – Результаты расчетов

n _{ст}	Левая часть уравнения кинематической цепи	n _{факт}	Относительная погрешность, %
2000	1440*(40/50)*(71/45)*(140/125)	2036	1,8
1600	1440*(35/55)*(71/45)*(140/125)	1619	1,2
1250	1440*(36/43)*(71/45)*(140/125)	1272	1,8
1000	720*(40/50)*(71/45)*(140/125)	1018	1,8

800	$720 \cdot (35/55) \cdot (71/45) \cdot (140/125)$	809	1,1
630	$720 \cdot (30/60) \cdot (71/45) \cdot (140/125)$	636	1
500	$1440 \cdot (40/50) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	513	2,6
400	$1440 \cdot (35/55) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	408	2
315	$1440 \cdot (30/60) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	320	1,6
250	$720 \cdot (40/50) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	256	2,4
200	$720 \cdot (35/55) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	204	2
160	$720 \cdot (30/60) \cdot (33/83) \cdot (140/125)$	160	0

В связи с тем, что погрешность величин скоростей не превышает допустимых, на коробке скоростей указывается стандартные величины скоростей. Схема развертки коробки скоростей приведена на Рисунке 5.2.

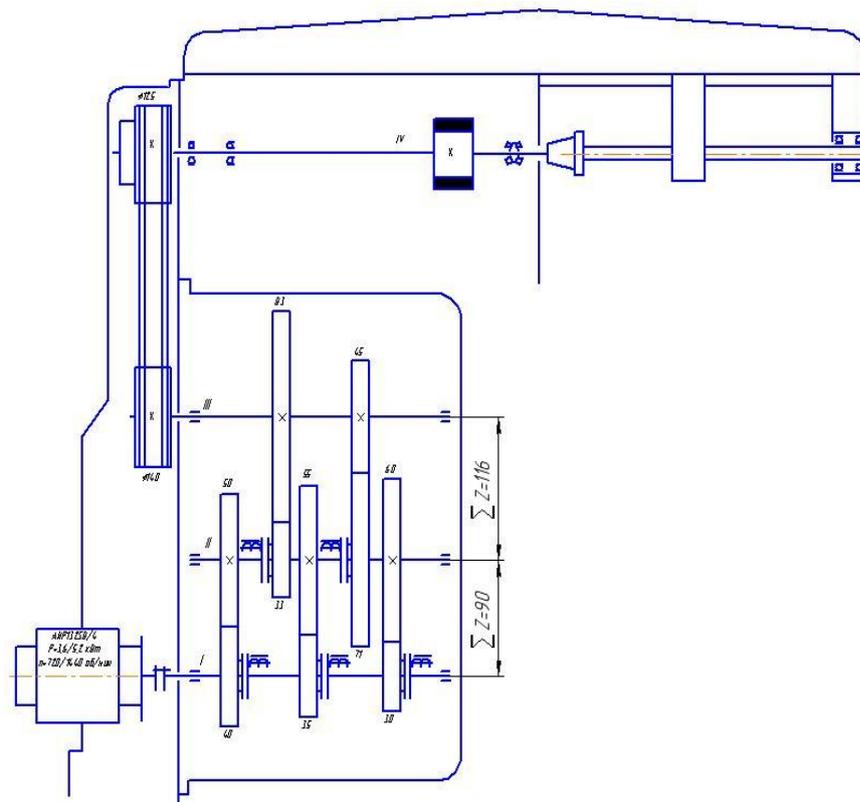


Рисунок 5.2- Кинематическая схема коробки скоростей проектируемого станка

5.3 Определение мощностей на валах

Мощность на i -том валу определяется по формуле (5.2):

$$N_i = N_{i-1} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \quad (5.2),$$

Где N_{i-1} - мощность на предыдущем валу, кВт

η_1 - КПД пары подшипников, $\eta_1 = 0,99$

η_2 - КПД зубчатой передачи, $\eta_2 = 0,97$

мощности на валах:

$$N_1 = N_{дв} \cdot \eta_1 = 5,15 \text{ кВт}$$

$$N_2 = N_{дв} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 = 5,15 \cdot 0,99 \cdot 0,97 = 4,9 \text{ кВт}$$

$$N_3 = N_{дв} \cdot \eta_1^2 \cdot \eta_2^2 = 10 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97^2 = 4,6 \text{ кВт}$$

5.4 Передаваемые крутящие моменты

Крутящий момент на валах определяется:

На 1 валу:

$$T_{2I} = 9740 \cdot \frac{N_{\text{Э}}}{n} \cdot \eta_i^i = 9740 \cdot \frac{5,2}{1440} \cdot 0,99 = 34,8 \text{ , Н*м}$$

На 2 валу:

$$T_{2II} = 9740 \cdot \frac{T_{2I}}{u} \cdot \eta_i^i \cdot \eta_{II}^i = 9740 \cdot \frac{34,8}{30/60} \cdot 0,98 \cdot 0,97 = 66,2 \text{ , Н*м}$$

На 3 валу:

$$T_{2III} = 9740 \cdot \frac{T_{2II}}{u} \cdot \eta_i^i \cdot \eta_{II}^i = 9740 \cdot \frac{66,2}{33/83} \cdot 0,97 \cdot 0,94 = 151,8 \text{ , Н*м}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 5.3

Таблица 5.3 – Результаты расчетов

Номер вала	Частота вращения валов, об/мин	Передаваемая мощность, кВт	Передаваемые крутящие моменты T ₂ , Н*м
I	1440	5,15	34,8
II	720	4,9	66,2
III	286	4,6	151,8

6 ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЁТ ЗУБЬЕВ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

6.1 Допускаемые напряжения зубчатых колёс

Для изготовления зубчатых колёс в приводе главного движения проектируемого станка используем материал улучшенная сталь 45, НВ 220...250 [2, с. 553], у которой

$[\sigma_{и}] = 18000$ - допускаемое напряжение изгиба, Н/см²;

$[\sigma_{к}] = 60000$ – допускаемое контактное напряжение, Н/см².

- Напряжения изгиба

Напряжения изгиба определяются по формуле (6.1) [5, с. 99]:

$$\sigma_{и} = \frac{1950000 KN_i \gamma}{y m^2 z b n} \leq [\sigma]_{и}, \quad (6.1)$$

где

$k = 1,3$ – коэффициент нагрузки (при симметричном расположении зубчатых колёс относительно опор);

N – мощность, передаваемая зубчатым колесом, кВт;

$\gamma = 1,25$ – коэффициент износа;

y – коэффициент формы зуба, зависящий от числа зубьев и смещения инструмента [5, с.97];

$$y = 0,426$$

z – число зубьев колеса;

$$z = 33$$

n – частота вращения вала, об/мин;

m – модуль колеса, см;

$b = \psi_m \cdot m$ – ширина венца зубчатого колеса, см;

Таким образом,

$$\sigma_{и} = 9643,3 \text{ Н/см}^2 \leq [\sigma]_{и} = 18000 \text{ Н/см}^2$$

- Контактные напряжения

Контактные напряжения определяются по формуле (8) [5, с. 92]:

$$\sigma_{к} = \frac{3400000 (U + 1)}{aU} \sqrt{\frac{(U + 1)kN_i}{bn}} \leq [\sigma_{к}], \quad (6.2)$$

где

U – передаточное отношение;

a – межосевое расстояние:

$$a = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}, \text{ см.}$$

$k = 1,3$ - коэффициент нагрузки;

N - мощность, передаваемая зубчатым колесом, кВт;

b – ширина венца зубчатого колеса, см;

n – частота вращения вала, об/мин.

Таким образом,

$$\sigma_{к} = 56979,2 \text{ Н/см}^2 \leq [\sigma_{к}] = 60000 \text{ Н/см}^2$$

Условия прочности зубьев по контактным напряжениям и напряжениям изгиба выполняются, следовательно, принимаем:

$$m = 3 \text{ мм.}, \quad b = 18 \text{ мм}$$

6.2 Определение ширины венцов зубчатых колес.

$$m = \frac{2 \cdot a_w}{\sum z} \text{ мм};$$

$$m_1 = \frac{2 \cdot 135}{90} = 3 \text{ мм},$$

$$m_2 = \frac{2 \cdot 174}{116} = 3 \text{ мм.}$$

$$b_{z1} = b_{z2} = b_{z3} = b_{z4} = b_{z5} = b_{z6} = \psi_m m_1 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ мм, принимаем} = 18 \text{ мм},$$

$$b_{z7} = b_{z8} = b_{z9} = b_{z10} = \psi_m m_2 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ мм, принимаем} = 18 \text{ мм},$$

z – число зубьев;

m – модуль, мм;

$d = zm$ – делительный диаметр, мм;

$d_a = d + 2m$ – диаметр вершин зубьев, мм;

$d_f = m(z - 2,5)$ – диаметр впадин, мм;

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2}, \text{ мм.}$$

Сведем все расчеты в таблицу 6.1

Таблица 6.1 – Результаты проверочных расчетов

Число зубьев колес	Модуль, мм	Диаметры, мм			Ширины зубчатых венцов, мм	a_w , мм
		d	d_a	d_f		
$Z_1=30$	3	90	96	82,5	18	135
$Z_2=60$	3	180	186	172,5	18	
$Z_3=35$	3	105	111	97,5	18	
$Z_4=55$	3	165	171	157,5	18	
$Z_5=40$	3	120	126	112,5	18	
$Z_6=50$	3	150	156	142,5	18	
$Z_7=71$	3	213	219	205,5	18	174
$Z_8=45$	3	135	141	127,5	18	
$Z_9=33$	3	99	105	91,5	18	
$Z_{10}=83$	3	249	255	241,5	18	

7 РАСЧЕТ ВАЛОВ

7.1 Диаметры валов, выбор подшипников

Определение расчётной частоты вращения по формуле (7.1):

$$n_{\text{рас.}} = n_{\text{min}} \sqrt[4]{\frac{n_{\text{max}}}{n_{\text{min}}}} = 300,8 \text{ об/мин} \quad (7.1)$$

Таким образом, превратим коробку скоростей в многоступенчатый редуктор [5, стр.119].

При переменной нагрузке и малых изгибающих моментах или при постоянной нагрузке и средних изгибающих моментах диаметр вала определяется по формуле: [1, с. 19]:

Определим предварительные диаметры валов по уравнению (7.2):

$$d = C \sqrt[3]{\frac{N}{n}} \quad (7.2),$$

Диаметр I - ого вал.

$$d_1 = C \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 1,1 \sqrt[3]{\frac{5,15}{1440}} = 16,8 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 12080 - 66 $d_1 = 20$ мм.

Диаметр II - ого вала.

$$d_2 = C \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 1,1 \sqrt[3]{\frac{4,9}{720}} = 20,8 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 12080 - 66 $d_2 = 20$ мм.

Диаметр III - ого вала.

$$d_3 = C \sqrt[3]{\frac{N}{n}} = 1,1 \sqrt[3]{\frac{4,6}{286}} = 27,5 \text{ мм.}$$

Принимаем по ГОСТ 12080 – 66

Таблица 7.1 – Параметры валов

№ вала	N _i , кВт	n _i	d _{расч}	d _{прин}
I	5,15	1440	16,8	20
II	4,9	720	20,8	20
III	4,6	286	27,5	30

В зависимости от этих диаметров внутренних колец подшипников, выписываются из таблиц по ГОСТ, диаметры наружных колец ширины колец В, мм

$$d_1 = 20, \quad D = 47, \quad B = 14; \quad C = 12700 \text{ Н}$$

$$d_2 = 20, \quad D = 47, \quad B = 14; \quad C = 12700 \text{ Н}$$

$$d_3 = 30, \quad D = 62, \quad B = 16; \quad C = 19500 \text{ Н}$$

Выбираем шариковые однорядные подшипники по ГОСТ 12080 - 66.

I вал 204 подшипник легкой серии диаметров (значения см. выше);

II вал 204 подшипник легкой серии диаметров (значения см. выше);

III вал 206 подшипник легкой серии диаметров (значения см. выше);

7.2 Выбор валов, подбор муфт

Выбор муфт осуществляется по крутящему моменту на валах, определяемому по формуле (11):

$$M_{кр} = 9740 \frac{N_i}{n_i} \quad (7.3)$$

где

N_i – передаваемая мощность на i – ом валу, кВт;

n_i – частота вращения вала, об/мин.

Тогда

-для 1-го вала

$$M_{кр2} = 9740 \frac{N_i}{n_i} = 9740 \frac{5,15}{1440} = 35,7 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

-для 2- го вала

$$M_{кр2} = 9740 \frac{N_i}{n_i} = 9740 \frac{4,9}{720} = 68 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

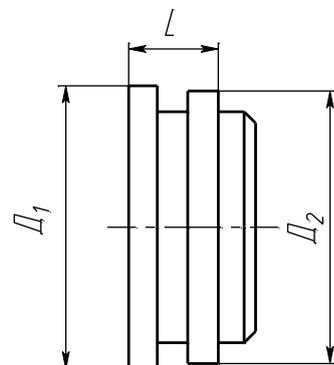
-для 3-го вала

$$M_{кр3} = 9740 \frac{N_i}{n_i} = 9740 \frac{4,47}{286} = 156,3 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Исходя из примерно среднего значения для крутящего момента на I и II валах, принимаем обозначение габарита муфты 07, согласно справочнику [2,с.329].

Устанавливаем следующее исполнение электромагнитной муфты Э1М

с контактным токоподводом, т.к. это исполнение упростит подвод электроэнергии к муфте и её крепление в корпусе

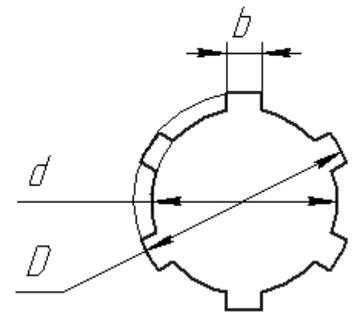


D_1 (мм)	L (мм)	D_2 (мм)
90	38	88

Размер шлицевого отверстия с посадкой по
наружному диаметру

Вал	D	d	b	Z
I	25	21	5	6
II	25	21	5	6
III	34	28	7	6

Рис.5



Т.к муфта имеет шлицевое отверстие, целесообразно будет
выбрать шлицевой вал (I – ый, II – ой и III– ий).

8 РАСЧЕТ РАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Расчет штифтовых соединений.

В коробке скоростей поводковые втулки выполнены отдельно с шестернями и зубчатыми колесами, поэтому для передачи крутящего момента применены штифтовые и шпоночные соединения.

Расчет штифтов производится на срез по формуле (8.1):

$$\frac{\pi d^2}{4} \cdot [\tau_{ср}] \geq P \quad (12),$$

где P - сила, действующая поперек штифта, кг

$[\tau_{ср}]$ - допускаемое напряжение на срез кгс*см

Принимаем материал штифта Ст. 3 с допускаемым напряжением $[\tau_{ср}] = 750$ кгс*см

$P = 1920$ кг

$$\frac{3.14 \cdot 0.3^2}{4} \cdot 7500 = 5299 \text{ кг} \geq P$$

Таким образом диаметр штифта удовлетворяет условиям прочности.

9 ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ШЛИЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ

Условие прочности на смятие определяется по формуле (13) [5, с. 221]:

$$\sigma_{см} = \frac{2M_{кр}}{\left(\frac{D+d}{2}\right) \cdot \left(\frac{D-d}{2} - f - r\right) l \cdot 0.75 \cdot z} \leq [\sigma]_{см}, \quad (9.1)$$

где

l – длина ступицы детали, насаженной на вал, см;

$M_{кр}$ – крутящий момент на валу, Н·см;

D – диаметр вершин шлица, см;

d – диаметр впадин шлица, см;

f – фаска, см;

r – радиус скругления, см [2, с.738];

z – число зубьев.

$[\sigma]_{см}$ – допускаемое напряжение смятия для стали 45 без термообработки, Н/см² [5, с.221].

Все результаты расчетов сведены в таблицу 6

Таблица 9.1 – Результаты расчетов шлицевого соединения

№ Вала	Шлиц	$M_{кр}$, Н·см	Z	d , см	D , см	f , см	r , см	l , см	$[\sigma]_{см}$, Н/см ²	$\sigma_{см}$, Н/см ²
I	6x21x 25	348	6	2,1	2,5	0,003	0,002	22,6	2000÷ 3000	152,6
II	6x21x 25	662	6	2,1	2,5	0,003	0,002	20,5	2000÷ 3000	319,8
III	6x28x	1518	6	2,8	3,4	0,004	0,003	3,6	2000÷	2064

	34								3000	
--	----	--	--	--	--	--	--	--	------	--

Условие прочности выполняется, следовательно, прочность шлицевого соединения обеспечена.

Подбор подшипников качения

По ГОСТ 8338-75 принимаем радиальный шариковый однорядный подшипник № 204,205 и 206 средней серии [2,с.145].

Таблица 9.2 – Результаты выбора подшипников

ПОДШИПНИ к	d	D	B	r	C ,Н	C ₀ ,Н
204	20	47	14	1,5	12700	6200
205	25	52	15	1,5	14000	6950
206	30	62	16	1,5	19500	10000

10 РАСЧЁТ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Для закрепления упругой втулочно-пальцевой муфты и зубчатые колеса на валу, используем призматические шпонки по ГОСТ 23360-78.

Проверка прочности на смятие:

$$\sigma_{\text{см.}} = \frac{4.4M_{\text{к}}}{dh(l-b)} \leq [\sigma]_{\text{см}}$$

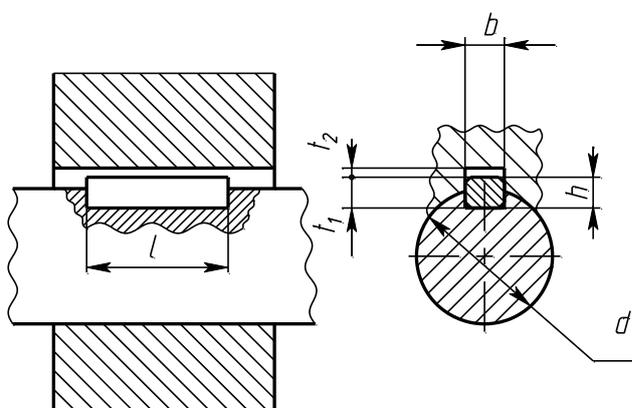


Рисунок 10.1- Эскиз шпоночного соединения

Для стандартной шпонки из углеродистой или легированной стали с твердостью \leq НВ 240 допускаемое напряжение смятия: $[\sigma]_{\text{см}} = 150$ МПа [2,с.736].

$$b = 8 \text{ мм};$$

$$h = 7 \text{ мм};$$

$$t_1 = 4 \text{ мм};$$

$$t_2 = 3,3 \text{ мм};$$

$$l = 28 \text{ мм};$$

$M_{\text{кр}}$ – крутящий момент

Таблица 10.1 – Результаты расчета шпоночных соединений

d, мм	h, мм	b, мм	l, мм	$\sigma_{см}$, МПа
38	7	8	28	28,8
20	7	8	20	54,7
30	7	8	36	113,5

Заданному условию прочности шпоночное соединение удовлетворяет.

Так как привод коробки скоростей расположен в корпусе и работает в условиях средних скоростей и нагрузок, смазка осуществляется из общей системы.

В качестве смазки применяем индустриальное масло общего назначения И - 20А по ГОСТ 20799-88 .

11 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Улучшение условий труда на производстве связано с решением таких социально-экономических задач, как повышение производительности труда, повышение его качества, создание условий для раскрытия творческих возможностей каждого работника. Улучшение условий труда способствует росту престижности профессий, снижению текучести кадров, повышению трудовой дисциплины, а главное, снижению потерь от заболеваемости и травматизма, что также имеет большое социально-экономическое значение.

В настоящее время основным направлением решения проблем экологической безопасности и охраны труда является переход от техники безопасности, обеспечивающей безопасность при эксплуатации заведомо опасных машин и оборудования, к безопасной технике. Это в полной мере относится и к производственному оборудованию предприятий машиностроения.

Научно-технический прогресс приводит к появлению новых материалов и реактивов, новых источников шумов, вибрации, производственных излучений, что приводит к необходимости разработки принципиально новых средств защиты. Его развитие в части автоматизации, механизации и роботизации производства изменяет направленность охраны труда. На смену проблем физических перегрузок приходят проблемы нервно-психических перегрузок человека-оператора, воспринимающего объем информации, который может превышать величину, возможную для восприятия и анализа. Что может привести к принятию неверных управленческих решений.

Обеспечение охраны труда связано с профилактикой травматизма и заболеваемости, а также созданием условий труда для сохранения работающими высокого уровня работоспособности в течение всего рабочего дня.

Работоспособность человека в процессе труда характеризуется предельными возможностями его организма, связанными с выполнением

конкретной работы.

Кардинальным решением проблемы тяжелого физического труда и работ с вредными условиями является механизация, автоматизация и роботизация производства. В случае, когда это невозможно осуществить, определяющим является внедрение безопасной техники и технологии, в частности применение средств коллективной защиты, обеспечение безопасности зданий и сооружений, а также надлежащих санитарно-гигиенических условий труда.

Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 11.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Фрезерование	Фрезерная	Оператор станка с ЧПУ Код по ОКС 8211	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения	Металл, СОЖ
2	Растачивание	Расточная	Оператор станка с ЧПУ Код по ОКС 8211	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения	Металл, СОЖ
3	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станка с ЧПУ Код по ОКС 8211	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения	Металл, СОЖ

Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 11.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и /или вредного производственного фактора
1	Фрезерная	<p>Движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p> <p>передвигающиеся изделия, заготовки;</p> <p>повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;</p> <p>повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов;</p> <p>повышенный уровень шума на рабочем месте</p>	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения
2	Расточная	<p>Движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p> <p>передвигающиеся изделия, заготовки;</p> <p>повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей</p>	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения

		зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	
3	Сверлильная операция	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; предвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	Проектируемый фрезерный станок универсального назначения

Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

В целях частичного снижения или полного устранения опасного или вредного производственного фактора необходимо подобрать оптимальные организационно-технические методы и технические средства (способы, устройства) защиты.

Таблица 11.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности выполнения работ	Каска защитная ГОСТ12.4.207-99, очки защитные ГОСТ12.4253-2013
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования, выделение с помощью окрашивания в яркий цвет подвижных частей оборудования.	Каска защитная ГОСТ12.4.207-99, очки защитные ГОСТ12.4253-2013
3	Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор ГОСТ Р22.9.14-2014
4	Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Защитная маска, очки ГОСТ12.4253-2013

5	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Беруши, наушники ГОСТ Р12.4.209-99
---	------------------------------------------	----------------------	---------------------------------------

Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов, а также должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).

Идентификация опасных факторов пожара

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

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

5) пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (E);

6) пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

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

- 1) пламя и искры;
- 2) тепловой поток;
- 3) повышенная температура окружающей среды;
- 4) повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
- 5) пониженная концентрация кислорода;
- 6) снижение видимости в дыму (задымленных пространственных зонах).

К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

- 1) образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
- 2) образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, горящего технического объекта;
- 3) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;

4) опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара;

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

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 7.4.

Таблица 11.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Участок механической обработки	Прутковый Проектируемый универсальный фрезерный станок	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (рассматриваемого в выпускной квалификационной работе).

Таблица 11.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

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

Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

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

Таблица 11.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
<p>Мехобработка с использованием токарного автомата продольного точения модель Hanwha XP12S</p>	<p>Контроль за правильной эксплуатацией оборудования, содержание в исправном состоянии оборудования, проведение инструктажа по пожарной опасности, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров</p>	<p>Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре</p>

Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимом данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла.

По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом -

необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 7.7.

Таблица 11.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
мехобработка	Прутковый автоматный станок модель Hanwha XP12S	Пыль металлическая	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью 1,0 м ³

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

Таблица 11.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Мехобработка с использованием токарного автомата продольного точения.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение «сухих» механических пылеуловителей
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Переход предприятия на замкнутый цикл водоснабжения
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдении правил хранения, периодичности вывоза отходов на захоронение

7.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технического объекта, перечислены

технологические операции, которые выполняются с использованием проектируемого фрезерного универсального станка с горизонтальным шпинделем, должности работников, производственно-техническое и инженерно-техническое оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы, комплектующие изделия и производимые изделия.

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

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

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

12 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Определение экономических показатели при использовании в условиях действующего производства проектируемого варианта фрезерного станка.

В приложении 1 к настоящей выпускной квалификационной работе представлены все необходимые выкладки и расчеты, касающиеся показателей экономической эффективности при внедрении и использовании в условиях действующего производства предлагаемого проектируемого варианта фрезерного станка. Нумерация сохранена согласно основного текста.

Расчет технико – экономических показателей участка.

Определение годовой экономической эффективности.

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

$$\mathcal{E}_2 = C_1 + E \cdot K_{y1} - C_2 + E \cdot K_{y2} \cdot N_3 \quad (12.20)$$

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

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

E – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E = 0,15$;

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

$$K_{y1} = \frac{K_1}{N_3}, \quad (12.21)$$

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

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

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

N_3 – программа запуска.

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

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

Тогда экономический эффект составит:

$$\mathcal{E}_2 = [(815 + 0,15 \cdot 1332) - (687,1 + 0,15 \cdot 1221)] \cdot 10050 = 1455743 (\text{руб})$$

Определение срока окупаемости

$$T = \frac{K_1 - K_2}{\mathcal{E}_2} = \frac{13386600 - 12271400}{1455743} = 0,76 \text{ года}$$

Снижение себестоимости

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

Таблица 12.10 - Техничко-+экономические показатели механического участка по производству кронштейна токосъемника

№ п/п	Техничко-экономические показатели	Ед. изм.	Варианты	
			Базовый	Проектный
1	Годовой выпуск деталей	Шт	10000	10000
2	Штучное время	мин	125	39,74
3	Количество станков	Шт	20	16
4	Средний коэффициент загрузки оборудования	----	----	0,76
5	Численность всех рабочих	Чел	33	14
6	Численность основных производственных рабочих	Чел	25	10
7	Средне-месячная зарплата одного производственного рабочего	Руб		
А	Основного	Руб	3015	3805
Б	Вспомогательного	Руб	2964	3498
8	Капитальные затраты на единицу	Руб	1332	1221

	продукции			
9	Цеховая себестоимость детали	Руб	732	687,1
10	Снижение цеховой себестоимости детали	%	----	6,14
11	Годовой экономический эффект	Руб	----	1470818
12	Срок окупаемости	год	----	0,76

Повышение производительности труда: $T_1 = 60\%$

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При проектировании станка выполнен анализ аналогичных станков данной группы с целью определения наиболее подходящего. В работе выполнена разработка структурной схемы станка, которая заключается в следующем: обработка исходных данных и построение структурной сетки. На основе структурной сетки построен график частот вращения, по которому проведен кинематический расчет, целью которого является определение параметров зацепления зубчатых колес коробки скоростей, в частности определены передаточные отношения и число зубьев с последующей их проверкой. На основе полученных данных составлена кинематическая схема развертки коробки скоростей.

Также в работе выполнен силовой расчет элементов привода универсального фрезерного станка. На этом этапе рассчитаны мощности и крутящие моменты на валах, определены модули групп передач, расчетно обоснованы параметры зубчатых колес, выполнен прочностной расчет валов.

Заключительным этапом проектирования является стало компонование привода.

В выпускной квалификационной работе представлен раздел, посвященный инженерной защите и безопасности рассматриваемых технических объектов. Экономический расчет показал целесообразность внедрения в действующее производство предлагаемого станка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.

3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.

4 Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.

5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.

6 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.

8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.

9 www.vniiinstrument.ru

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Расчет параметров экономической эффективности

Определение стоимости основных фондов участка

Стоимость основных фондов складывается из нескольких элементов

1) Стоимость здания, занимаемого участком

$$C_{\text{д}} = S_{\text{у}} \cdot C_{\text{м}^2} \quad (12.1)$$

где $S_{\text{у}}$ – площадь занимаемая участком, м^2 ; $S_{\text{у}} = 200 \text{ м}^2$;

$C_{\text{м}^2}$ - цена одного м^2 здания; $C_{\text{м}^2} = 3000 \text{ руб}$;

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

2) Стоимость оборудования подсчитаем в таблице 5.1

Таблица 12.1 - Стоимость оборудования

Оборудование	Цена обор. тыс. руб.	Устан. мощность кВт	Кол.	$\sum P_{\text{уст}}$	Стоимость тыс. руб.
Токарный ЧПУ АТПР2 М12	560	8,2	4	32,8	2240
Многоцелевой МС12-250	860	12,3	4	49,2	3440
Вертикал.-фрезер.ФП-4	550	7,5	2	15	1100
Координатно- сверл.КС12-500	1250	6,7	3	20,1	3750
Токарный 1А240П	300	9,5	2	19	600
Электрохимическая установка	200	9,6	1	38,4	200
	Итого: 145,7		16	174,5	11330

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

$$C_{\text{хоз}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot 3}{100} \text{ (т.руб)} \quad (12.2)$$

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

Расчет стоимости материала

Определяем стоимость заготовки:

$$C_m = C_{мет} \cdot m_з \quad (12.3)$$

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

$C_{мет}$ – цена 1 кг материала, руб.

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

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

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

$$C_d = (m_з - m_d) \cdot C_{мет.отх} \quad (12.4)$$

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

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

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

Определение стоимости энергоресурсов

Годовой расход силовой энергии участка можно определить по формуле:

$$W = K_c \cdot \sum P_{уст} \cdot F_{эф} \cdot \eta_з \quad [\text{ , стр.377, ф.281}] \quad (12.5)$$

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

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

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

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

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

Определение стоимости силовой электроэнергии

$$C_{эл} = W \cdot C_э, \quad (5.6)$$

где $C_э$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $C_э=1,25$ руб

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

Определение численности ППП участка

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

Определяем списочное число основных производственных рабочих

$$Ч_о = Ч_{оя} \cdot \left(1 + \frac{b}{100}\right), \quad (12.7)$$

где b – процент потерь номинального фонда рабочего времени,

$$b = (10 \dots 12)\%$$

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

Численность вспомогательных производственных рабочих определяем укрупненно.

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

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

Принимаем 6 человек.

Полученные данные сведем в таблицу 4.3.

Таблица 12.3 - Численность вспомогательных производственных рабочих по профессиям и сменам

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

Расчет годового фонда заработной платы участка

Расчет заработной платы основных производственных рабочих

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

1) Расчет расценки на операцию:

$$P_{сdi} = \frac{C_{ч} \cdot t_{умi} \cdot K}{60}, \quad (12.8)$$

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

$t_{умi}$ – штучное время на $i^{ой}$ операции;

K – коэффициент изменения штучного времени в условиях многостаночного обслуживания.

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

Рабочий обслуживает 3 станка и $K=0.48$.

$C_{ч,3}=9,352$ – четвертый разряд

$$P_{сd40} = \frac{9,352 \cdot 2,99 \cdot 0,48}{60} = 0,22(\text{руб})$$

2) Определяем тарифный фонд заработной платы:

$$З_{тар} = P_{сdi} \cdot N_3 \quad (12.9)$$

где N_3 – программа запуска, шт;

$P_{сdi}$ – сдельная расценка $i^{ой}$ операции, руб.

Данные расчетов сведем в таблицу 4.4.

3) Определяем основную заработную плату основных производственных рабочих

$$З_{осн.} = З_{тар} + З_{пр} + З_{п.к.}, \quad (12.10)$$

где $З_{пр}$ – премия (принимаем 80 % от $З_{тар}$);

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

Таблица 12.4 - Расчет годового тарифного фонда заработной платы
основных производственных рабочих

№ п/п	Наименование операции	разряд	$C_{чи}$ руб	$t_{штг}$ мин	$P_{сдг}$ руб	N_3 шт	$Z_{тарг}$ руб
1	2	3	4	5	$6=4 \times 5$	7	$8=6 \times 7$
005	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.99	0,22	10050	2211
010	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.71	0,20		2010
015	Токарная АТПР2М12	4	9.35	1.87	0,13		1005
020	Токарная АТПР2М12	4	9.35	2.76	0,206		2070,3
025	Многоцел.МС12-250	5	10.31	2.87	0,236		2371,8
030	Проектируемый станок	4	9.35	2.59	0,193		1939,65
035	Верт.-фрезерная	4	9.35	1.92	0,143		1437,15
040	Многоцел.МС12-250	5	10.31	6.78	0,559		5617,95
045	Сверлил.КС12-500	3	8.53	5.70	0388		3899,4
050	Сверлил.КС12-500	3	8.53	3.54	0,226		2271,3
055	Токарная	4	10.31	1.05	0,08		804
060	Токарная	4	10.31	1.87	0,15		1507,5
065	Электрохим.устан.	3	8.53	2.80	0,19		1909,5
ИТОГ				39.45			

$Z_{р.к.}$ – районный коэффициент 15% от ($Z_{тарг} + Z_{пр}$);

$$Z_{р.к.} = (Z_{тарг} + Z_{пр}) \cdot 0,15 = (29054,85 + 23243,88) \cdot 0,15 = 7844,8(\text{руб})$$

$$Z_{р.к.} = (Z_{тарг} + Z_{пр}) \cdot 0,15(\text{руб}) \quad (12.11)$$

Тогда основная зарплата:

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

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

Тогда зарплата основная за год:

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

4) Определяем дополнительную заработную плату:

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

5) Определяем общий годовой фонд заработной платы:

$$Z_{об} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (12.12)$$

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

6) Определяем общий фонд заработной платы:

$$\Phi_{об} = Z_{об} + Z_{фн} \quad (12.13)$$

$$Z_{фн} = 0,15 \cdot Z_{мар}$$

$$Z_{фн} = 0,15 \cdot 29054,85 = 4358,22(\text{руб}) \quad \Phi_{об} = 543697,5 + 4358,22 = 548055,72(\text{руб})$$

7) Определяем среднемесячную зарплату

$$Z_{ср.м.} = \frac{\Phi_{об}}{12 \cdot Ч_p}, \quad (12.14)$$

где $Ч_p$ – численность рабочих сдельщиков на участке

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

Расчет заработной платы вспомогательных производственных рабочих

Принимаем для расчета повременно - премиальную систему оплаты труда.

На участке работают:

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

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

1) Определяем тарифный фонд заработной платы вспомогательных производственных рабочих

$$Z_{мар} = F_3 \cdot C_ч, \quad (12.15)$$

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

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

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

а т. к. их два то

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

2) Дальнейший расчет ведем по формулам

Принимаем премию 80% от $Z_{\text{тар}}$

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

Районный коэффициент

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

Тогда основная зарплата

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

3) Определяем дополнительную зарплату рабочих повременщиков:

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

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

4) Определяем общий фонд зарплаты

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

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

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

$$Z_{\text{фн.контр.}} = 0,15 \cdot Z_{\text{тар.контр.}} = 0,15 \cdot 17391.68 = 2608.75(\text{руб})$$

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

$$\Phi_{\text{об.контр.}} = 81358.57 + 2608.75 = 83967.32(\text{руб})$$

$$\Phi_{\text{об}} = 83967.32 \cdot 3 = 251901.96(\text{руб})$$

6) Определим среднемесячную заработную плату:

$$Z_{\text{ср.м.контр.}} = \frac{\Phi_{\text{об}}}{12 \cdot Ч_{\text{к}}} = \frac{83967.32}{12 \cdot 2} = 3498.63(\text{руб})$$

$$Z_{\text{ср.м.сл.рем.}} = 4358.23(\text{руб})$$

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

Расчет фонда оплаты труда ИТР участка

С учетом двух смен принимаем двух мастеров.

Принимаем для них контрактную систему оплаты труда

1) Определяем оклад за год

$$Z_{\text{ок}} = Z_{\text{м}} \cdot 12 \cdot Ч \quad (12.16)$$

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

$Ч$ - количество человек; $Ч=2$ чел.;

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

2) Определяем годовой фонд зарплаты с учетом районного коэффициента:

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

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

3) Определяем общий фонд оплаты труда ИТР

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

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

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

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

4) Определяем среднемесячную зарплату

Расчет зарплаты участка представляем в таблице 12.5

Составление сметы расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

1) Определяем расходы на амортизацию оборудования

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

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

Расчет амортизационных отчислений представим в таблице 5.6

Таблица 12.6 - Амортизационные отчисления

Оборудование	Кол	Стоимост ь, тыс.руб	Норма амортизац ии, %	Сумма амортизационных отчислений тыс.руб	
				Одного	Всех
Токарный АТПР2М12	4	560	12	67,2	268,8
Многоцел.МС12-250	4	860	12	103,2	412,8
Проектируемый станок	2	550	12	66	132
Коордю-сверлил.КС12-500	3	1250	12	150	450
Токарный 1А240П	2	300	6	18	36
Электрохим.устан.	1	200	5	10	10
Итого:					1309,6

2) Расходы на эксплуатацию оборудования

В данную статью входят:

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

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

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

- в) Годовой фонд зарплаты ремонтников и наладчиков с начислениями

$$Z_{\text{рем.}} = 244075,7 \text{ руб}$$

Итого на эксплуатацию оборудования:

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

3) Текущий ремонт оборудования

Принимаем условно 3% от стоимости оборудования

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

4) Износ малоценных и быстроизнашивающихся инструментов

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

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

5) Прочие расходы

Принимаем условно 3% от суммы всех предыдущих статей

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

Смету расходов представим в таблице 4.7

Таблица 12.7 - Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования

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

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

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

Составление сметы цеховых расходов

1) Содержание аппарата управления

Эти затраты равны фонду оплаты ИТР

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

2) Содержание прочего цехового персонала

Эти затраты равны фонду оплаты труда контролеров

$$Z_{проч.} = 83967,32 \text{ руб.}$$

3) Амортизация зданий и сооружений

$$Z_{ам} = C_{зд} \cdot \% ,$$

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

% - норма амортизации; 1%

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

4) Расходы на рационализацию и изобретательство

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

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

5) Расходы по технике безопасности

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

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

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

а) расходы на осветительную электроэнергию

Годовой расход электроэнергии на освещение можно определить по нормам расхода на 1 м² площади

$$W_{осв.эл.} = P_{норм} \cdot S \cdot F_{осв.нагр.} \quad (12.17)$$

где $P_{норм}$ – норма расхода на 1 м² площади,

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

$S = 200 \text{ м}^2$ – площадь участка;

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

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

Расходы на освещение

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

б) расходы на отопление:

$$Q = \frac{q_T \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} \quad [\text{ , стр.382, ф.289}] \quad (12.18)$$

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

N – количество часов в отопительном периоде,

для средней полосы $N=4320$ часов;

i -теплота; $i=540$ ккал/кг

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

Тогда затраты на отопление

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

в) расходы воды на хозяйственно - бытовые нужды:

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

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

Тогда затраты на воду:

$$Z_{\text{вод}}=Q_{\text{воды}} \cdot C_{\text{воды}} \quad (12.19)$$

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

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

г) Материалы и зарплата на содержание здания

Принимаем условно 2,5% от стоимости здания

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

7)Прочие расходы

Принимаем условно 3% от суммы предыдущих затрат

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

Смету цеховых расходов представим в таблице 5.8.

Таблица 12.8 - Смета цеховых расходов

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб.
1	Содержание аппарата управления	99475
2	Содержание прочего цехового персонала	799957

3	Амортизация зданий и сооружений	4317,5
4	Расходы на рационализацию и изобретательство	12000
5	Расходы по технике безопасности	12000
6	Содержание зданий и сооружений	27767,7
7	Прочие расходы (3% от суммы п.1....6)	585
	Итого:	975600,12

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

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

Составление плановой калькуляции на деталь кронштейн

Расчет представим в виде таблицы 4.9

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

Таблица 12.9 - Плановая калькуляция цеховой себестоимости детали

№ п/п	Статьи затрат	% начисления	Сумма, руб
1	Материалы основные		120,175
2	Транспортно – заготовительные расходы	12% от п.1	14,42
3	Возвратные отходы		7,5
4	Основная зарплата основных производственных рабочих		48,11
5	Дополнительная зарплата основных производственных рабочих		6,25
6	Начисления на социальное страхование		19,84

	основных производственных рабочих	36,5 от (п.4+п.5)	
7	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования	777% от п.4	374,8
8	Цеховые расходы	200% от п.4	96
	Итого цеховая себестоимость:		687,1