Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н., доцент
_____ А.В. Бобылев
_____ 2018 г.

Проектирование участка резки труб. Часть -1

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
15.03.05.2018.156.ПЗ ВКР

Консультанты:
Безопасность жизнедеятельности
_____
А.В. Бобылев, доцент
_____ 2018 г.

Строительный раздел
_____
А.В. Козлов, профессор

_____ 2018 г.

Руководитель ВКР
_____
И.П. Дерябин, профессор
_____ 2018 г.

Автор ВКР
студент группы ФТТ 531
А.С. Маршалец
_____
_____ 2018 г.

Нормоконтролер
_____
И.Н.Миронова, доцент
_____ 2018 г.

Златоуст 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ /Бобылев А.В./
_____20__ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студента(ки)

Маршалец Анны Сергеевны)

Группа ФТТ-531

1.Тема работы Проектирование участка резки труб. Часть -1

утверждена приказом по университету от «___»_____ 20__ г. №_____

2.Срок сдачи студентом законченной работы 25 июня 2018 г.

3.Исходные данные к работе

3.1 Материал преддипломной практики

3.2 Паспорт станка 8Г842

3.3 Научно-техническая литература

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Технологический раздел. Анализ существующих методов резки труб. Расчёт режимов резания.

4.2 Конструкторский раздел. Описание установки для резки труб. Выбор электродвигателей главного движения и привода подачи заготовки. Расчёт клиноременной передачи. Расчёт усилия зажима.

4.3 Разработка схем управления. Гидравлическая схема управления. Разработка гидросхемы. Выбор элементов гидросхемы. Разработка электрической схемы управления.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Анализ производственных факторов. Проектирование и расчёт системы вентиляции. Повышение устойчивости работы цеха в условиях чрезвычайных ситуаций.

4.6 Экономический раздел. Расчет себестоимости проектирования модернизации станка.

Заключение

Библиографический список

5.Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

Станок абразивный отрезной	1 лист
Упор	1 лист
Стол	0,5 листа
Сбрасыватель	0,5 листа
Механизм компенсации износа круга	0,5 лист
Схема управления автоматом	1 лист
Автомат резки труб	0,5 листа
Установка для резки труб	1 лист
Методы резки труб	1 лист
Планировка участка	1 лист
Экономика	1 лист
Итого:	9 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный		Дата, подпись	Дата, подпись
Безопасность жизнедеятельности		Дата, подпись	Дата, подпись

7. Дата выдачи задания _____

Руководитель Дерябин Игорь Петрович (ФИО)

(подпись)

Задание принял к исполнению _____

Студент-дипломник Маршалец Анна Сергеевна _____

(ФИО) (подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения этапов ВКР	Отметка о выполнении
Введение		
Технологический раздел		
Конструкторский раздел		
Разработка схем управления		
Безопасность жизнедеятельности		
Экономический раздел		
Оформление проекта		
Сдача ВКР на кафедру		

Зав. кафедрой _____ _____/А.В.Бобылев/
(подпись)

Руководитель ВКР _____/И.П. Дерябин/
(подпись)

Студент _____/А.С.Маршалец /
(подпись)

Аннотация

А.С. Маршалец Проектирование участка резки труб. Часть 1 - Златоуст: филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ), факультет техники и технологии, кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты» 2018 - 103 с. Библиография - 28 наименований

После анализа участка резки труб была предложена модернизация участка с заменой ручного труда бригады монтажников из 3чел. на работу установки абразивной резки труб с одним оператором. На базе унифицированных узлов станка 8Г242 создана оригинальная компоновка установки абразивной резки, с улучшенными параметрами резки водо–газопроводной трубы: длина отрезанной трубы 2м, максимальный диаметр 150мм, при толщине стенок 4мм время одного реза уменьшится с 3.43 мин до 0.58 мин.

Использование установки обезопасит работающий персонал от опасных факторов вызванные влиянием абразивной пыли, искр, разрывом круга и возможного электротравматизма. Так же снизит себестоимость одного реза. Годовой эффект составит 19747.23руб, а срок окупаемости 2.41 года.

					15.03.05.2018.156ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Маршалец			Проектирование участка резки труб. Часть 1	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Дерябин					4	103
Нач. КБ						Филиал ФГАОУ ВО ЮУрГУ(НИУ) в г. Златоуст кафедра «ТМСИ»		
Н.Контр.		Миронова						
Утверд.		Бобылев						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ...……6
1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ..……..……..8
1.1 Анализ существующих методов резки труб ……..……..…8
1.2 Расчёт режимов резания……...27
2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ..……..30
2.1 Описание установки для резки труб……....30
2.2 Выбор электродвигателей главного движения и привода подачи заготовки……36
2.3 Расчёт клиноременной передачи……..……42
2.4 Расчёт усилия зажима……..……...47
3 РАЗРАБОТКА СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ……50
3.1 Гидравлическая схема управления……...……50
3.2 Разработка электрической схемы управления……..……....59
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЙТЕЛЬНОСТИ……..……64
4.1 Оценка опасных и вредных факторов на участке резки труб……..……64
4.2 Проектирование и расчёт системы вентиляции……71
4.3 Средства индивидуальной защиты……74
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ…….……..……77
5.1Расчет затрат на проектирование и сборку установки для резки труб……78
5.2 Расчет затрат для определения себестоимости единицы продукции и изготовляемой на базовом и проектируемом оборудование……84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ……..98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК……..99

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Сегодня многие главы городов ставят задачу по газификации городов, деревень и посёлков.

Масштабы газификации впечатляют. В связи с тяжелыми условиями газификации районов, специфика рельефа с преобладанием гористой местности, возрастает стоимость работ. В связи с этим предприятие столкнулось с проблемой снижения себестоимости км проведенного газопровода. Предприятие своими производственными мощностями производит: отводы, столбы, крепления, нарезку резьбы на трубы, чем снижают себестоимость, исключая транспортные расходы и завышение стоимости производимой продукции. Предприятие снабжено токарным станком 1К62, ручным трубогибом, ручным абразивно–отрезным станком, множеством техники облегчающие труд рабочих при проводке газопроводов.

Цель выпускной работы квалификационной работы – разработка участка резки труб. Часть I.

Для увеличения прибыли, предприятие столкнулось с необходимостью решению задача о снижение себестоимости производства столбов под газопровод, заменяя ручной труд бригады монтажников из 3чел. на ручном абразивно-отрезном станке автоматизируя и механизируя имеющейся участок резки труб. Необходимость назрела из-за специфики выполняемых работ, тяжести работ так, к примеру, годовая программа выпуска только для данного вида работ составляет 3875–5000 резов в зависимости от планируемых работ по газификации.

Таким образом, применение установки резки труб должна снизить себестоимость изготовления 2 м столбов, обезопасить рабочих от вредных факторов, возникающих в процессе резки труб, ускорит процесс изготовления, снизит расходы предприятия, а следовательно уменьшит

стоимость проведения газа в дома жителей.

1 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1.1 Обзор основных методов резки труб

1.1.1 Резание труб абразивно–отрезными кругами

Высокая производительность процесса, исключение деформации тонкостенных труб, ровный с небольшими заусенцами рез и простота оборудования способствуют широкому применению абразивного резания. Эффективность этого метода снижается из–за низкой стойкости абразивных кругов, необходимости мощной вентиляции рабочей зоны вследствие высокой ее запыленности и загазованности, а также необходимости удаления абразива, недопустимого на поверхности высококачественных труб. Абразивное резание особенно эффективно при обработке труб небольшими партиями, из высокопрочных материалов, тонкостенных и труб малого диаметра. Имеются сведения [11] об успешном применении отрезных кругов при разрезании горячих ($t<1200°C$) труб в потоке стана. В процессе резания абразивному кругу сообщают вращение со скоростью резания и поступательное перемещение со скоростью подачи. Имеются станки [11], в которых трубы большого диаметра вращают с окружной скоростью, равной скорости подачи, при этом производительность резания снижается примерно в 1,5 раза. Простота конструкции, дешевизна, малые габариты обеспечили широкое распространение абразивно–отрезных станков с ручной подачей преимущественно при разрезании мелких партий легких труб. Мощность главного привода таких станков в пределах 1,5–20 кВт, а диаметр абразивного диска < 500 мм. Шпиндель с абразивным кругом приводят во вращение от электродвигателя через клиноременную передачу. Необходимую скорость вращения шпинделя устанавливают при помощи сменных шкивов в зависимости от максимально допустимой окружной

скорости (50 или 80 м/с) абразивных кругов. Полуавтомат осуществляет резку всухую и с подачей СОЖ. При работе всухую включают пылесос, с помощью которого воздух с абразивной пылью, дымом и газами удаляют из зоны резания. Для защиты от шлама, осколков абразивного круга и брызг СОЖ на станке смонтировано ограждение, передняя стенка которого выполнена откидной для обеспечения доступа к абразивному кругу. Электромеханическое устройство компенсации износа абразивного круга поддерживает постоянной величину рабочего хода. При разрезании используют абразивные круги в форме дисков, у которых отношение диаметра к толщине составляет около 100. Круги большого диаметра позволяют эффективно резать трубы крупного сечения. Высокая стойкость таких кругов обеспечивается благоприятными условиями охлаждения, поэтому целесообразно применять круги максимального диаметра, предусмотренного характеристикой абразивно-отрезной установки. Отечественная промышленность [12] намечает выпуск кругов диаметром до 1200 мм. Чем тоньше круг, тем меньше металла уходит в стружку, тем меньше сила и мощность резания, но из–за малой жесткости тонкие круги склонны к «уводам». Их используют при разрезании тонкостенных труб малого сечения и труб из дорогостоящих материалов. Для разрезания стальных труб применяют преимущественно круги из электрокорунда 14А. Чем мельче абразивное зерно круга, тем ниже экономичная скорость подачи, меньше производительность. При разрезании труб применяют обычно высокопроизводительные крупнозернистые (зернистостью 40–50) круги, менее склонные к образованию прижогов на поверхности реза. В кругах оптимальной твердости выкрашивание абразивных зерен из тела круга обеспечивается в момент затупления режущих кромок. При этом создаются или обнажаются новые острые режущие кромки.

Это условие объясняет следующие правила выбора твердости отрезного круга:

– чем тверже разрезаемый материал и длиннее линия контакта круга с разрезаемым материалом, тем мягче должен быть абразивный круг;

– при разрезании всухую круг должен быть на одну ступень мягче, чем при разрезании с применением СОЖ;

– мелкозернистые круги должны быть мягче кругов с крупным зерном;

– при увеличении скорости резания следует применять круги на одну ступень мягче, чем при низких скоростях резания;

– при автоматической подаче предпочтительнее использовать более мягкие круги по сравнению с ручной подачей;

– мягкие круги обеспечивают меньшее тепловыделение в зоне резания, более высокое качество реза, отсутствие прижогов, но обладают низкой износостойкостью.

Связка круга должна обеспечивать его прочность и эластичность. Наиболее распространены круги на вулканитовой и бакелитовой связках. Круги на вулканитовой связке позволяют вести обработку при окружной скорости < 50 м/с. Круги на бакелитовой связке обладают более высокой прочностью и разрешают обработку с окружной скоростью до 80 м/с. С целью повышения прочности круги на бакелитовой связке армируют стекловолокном и стеклосеткой. При абразивном разрезании выделяется[11] значительное количество тепла, которое поступает в разрезаемую трубу (30–65%), абразивный круг (3–18%) и шлам (28–60%). Температура рабочей поверхности круга находится в пределах 100–150°С. С повышением этой температуры растет удельный износ круга, а также снижается интенсивность резания вследствие уменьшения удельного давления абразивного зерна на обрабатываемую поверхность (из–за размягчения связки).

Нагрев трубы в зоне резания приводит к структурным изменениям ее торцового поверхностного слоя. Остальная часть тепла уносится отходами в виде шлама, температура которого находится в пределах 700-1000°С. Разогревание шлама до высоких температур приводит к образованию

продуктов разложения компонентов абразивного круга, в частности связки, в виде дыма и газов. Имеются данные [13] о применении твердосмазочных брикетов на основе дисульфурида молибдена. Применение брикетов при резании труб из нержавеющей стали в 10–20 раз уменьшает удельный износ кругов, в 1,2–2,0 раза уменьшает силу резания и на 100–400 °С снижает температуру в зоне резания.

1.1.2 Резание труб резцами

В отечественной практике трубы диаметром более 25 мм обычно разрезают резцами так как при этом обеспечивается качественный рез и достаточно высокая производительность. На резцовых трубоотрезных станках возможна обработка труб только круглого профиля и только поштучно. Для отрезания концов труб станки обычно устанавливают попарно таким образом, что каждый станок отрезает конец трубы только с одной стороны. Трубоотрезные станки оснащают [16] загрузочным стеллажом, рольгангами, поддерживающими роликовыми люнетами, упорами с обеих сторон станка для разрезания труб на мерные части и карманами для отрезанных труб. А также оснащены суппортными группами с обеих сторон шпинделя и позволяют отрезать оба конца трубы. В этих станках в каждом суппорте закрепляют по два отрезных резца и одновременно осуществляют два реза. В цикле обработки на шпиндельных трубоотрезных станах существенную часть занимает время, необходимое для осевой задачи и выдачи трубы на длину не менее, чем длина шпинделя. В результате этой операции высокую производительность обеспечивают отечественные бесшпиндельные трубоотрезные станки. На этих станках вращение трубы осуществляется с помощью приводных цилиндрических роликов. Эффективно применение резцов со скошенной главной режущей кромкой, способствующей плавному выходу резца. Направление скоса

выбирают таким, чтобы крупные заусенцы, образующиеся со стороны скоса, оставались на отрезаемом дефектном конце, а при раскрое труб на зажатой в патроне части трубы. В последнем случае заусенцы срезаются при перебеге резца за толщину стенки или при последующем снятии фасок. Угол скоса выбирают в пределах от 8 до 15°С.Чрезмерно большие углы скоса приводят к увеличению заусенцев и возрастанию боковой нагрузки на резец, приводящей зачастую к его поводке, затиранию в канавке и получению неровного торца трубы

Трубоотрезной станок 9Д153 представлен на рисунке 1. Такой станок [17] предназначен для отрезки концов стальных труб, снятия с них наружных фасок и зачистки внутренних заусенцев.

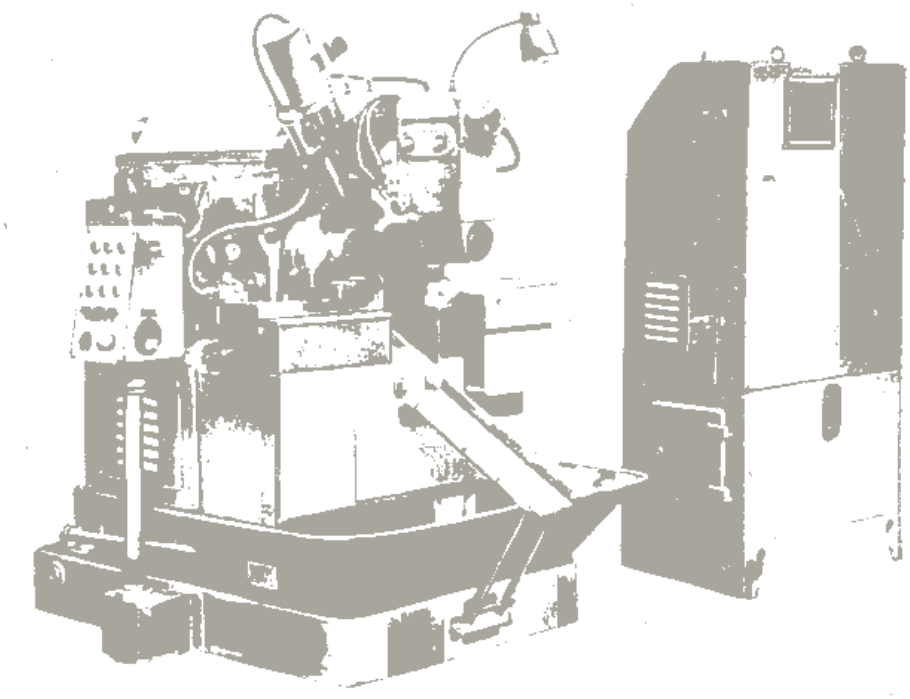

Рисунок 1 – Трубоотрезной станок модели 9Д153

Обрабатываемая труба пропускается через полый шпиндель, зажимается гидравлическим цанговым зажимом со сменными кулачками и вращается вместе со шпинделем.

Отрезка концов трубы производится двумя одновременно работающими резцами, установленными на переднем и заднем отрезных суппортах.

Наружная фаска снимается резцом, установленным в специальном суппорте, смонтированном на переднем торце шпиндельной бабки над шпинделем. Зачистка внутренних заусенцев производится вручную рычажным приспособлением, установленным на переднем отрезном суппорте.

Подача суппортов гидравлическая, величина ее изменяется гидроприводом станка. Вращение шпинделя осуществляется от отдельного электродвигателя. Число оборотов шпинделя в минуту изменяется при помощи шестеренчатой коробки скоростей и сменных шестерен.

Станок снабжен механизмом съема обрезков трубы. Полуавтоматический цикл работы, применение быстродействующего зажима трубы, жесткость узлов, позволяющая работать твердосплавными резцами, обеспечивают высокую производительность станка. Станок можно встраивать в автоматическую линию.

Технические характеристики трубоотрезного станка 9Д153 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики станка 9Д153

Наружный диаметр обрезаемых труб, мм: наименьший наибольший	 38 273
расстояние от торца патрона до отрезных резцов, мм: наименьшее наибольшее	 80 320
Расстояние от торца патрона до торца приемника, мм	1625
Количество суппортов	2
Наибольший ход, мм	210
Пределы рабочих подач (бесступенчатое регулирование),мм/мин	5–225
Наибольший ход фасочного суппорта, мм	70
Механика станка	
Число скоростей шпинделя	10

Окончание таблицы 1	
Пределы чисел оборотов шпинделя в мин	26,5–213,75
Привод, габарит и вес станка Количество электродвигателей трехфазного тока	 4
Мощность электродвигателей, квт Общая привода главного движения гидропривода	13,55 10,0 2,8
Габарит станка (длина х ширина х высота), мм	2525х2515х2285

1.1.3 Резание труб дисковыми пилами

Резание дисковыми пилами широко применяют в зарубежной трубной промышленности вследствие высокой стойкости режущего инструмента, широкой универсальности (возможность эффективно разрезать трубы различной прочности, любого профиля, размеров и кривизны), качественного реза (без структурных изменений поверхностного слоя и с незначительными заусенцами на торце трубы), высокой точности длины разрезанных труб, удобства транспортировки мелкой стружки, простоты автоматизации процесса и возможности разрезания труб в пакете. Во время разрезания дисковую пилу вращают со скоростью резания и перемещают перпендикулярно оси вращения со скоростью подачи.

Круглопильный станок [17] состоит из станины, пильной бабки, зажима, транспортирующего устройства, упора, системы подачи СОЖ, электро– и гидропривода. Современные станки снабжены счетчиками резов, устройствами изменения длины и сортировки отрезков, а также системами автоматического регулирования скорости резания и подачи. Подача обеспечивается сообщением пиле поступательного перемещения в радиальном направлении на величину $S_м$ за одну минуту или S_z за время поворота пилы на один шаг зубьев. Гидравлический привод позволяет в

необходимых пределах бесступенчатое регулирование подачи пильной бабки. В соответствии с выбранной подачей S_z определяют необходимую скорость резания, минутную подачу, частоту вращения пилы и мощность, потребную на резание. Рационально иметь переменную скорость резания и подачу. С целью плавного выхода инструмента целесообразно скорость вращения пилы увеличивать, а подачу уменьшать. Иногда меняют только величину подачи в зависимости, от величины силы резания. Дисковая пила состоит из полотна и режущих зубьев. Для экономии инструментального материала дисковые пилы диаметром более 275 мм выполняют сборными со вставными зубьями или зубчатыми сегментами. Разрезание труб крупного сечения характерно тем, что машинное время составляет преобладающую долю общего технологического времени обработки. Машинное время уменьшают почти вдвое путем оснащения круглопильных станков двумя противолежащими пильными бабками, которым во время разрезания труб сообщают встречные движения. С этой же целью для разрезания труб на относительно короткие части на некоторых станках предусмотрена соосная установка нескольких одновременно участвующих в резании дисковых пил, расстояние между которыми равно длине отрезаемой части. По характеру подачи трубы в зону резания различают круглопильные станки с осевой и фронтальной загрузкой. При осевой загрузке трубу задают в зону обработки продольным перемещением до упора. Поскольку при этом затраты времени на перемещение трубы пропорциональны длине отрезаемой части, такие станки целесообразно использовать при разрезании труб на относительно короткие длины. Время, затрачиваемое непосредственно на зажим трубы при такой схеме загрузки, минимально вследствие того, что рабочий ход зажимных губок равен только необходимому для осевого перемещения трубы зазору между наружной поверхностью трубы и рабочей поверхностью губок. С увеличением размеров обрабатываемых труб величина рабочего хода зажимных губок возрастает незначительно. На станках с фронтальной

транспортировкой трубы, предварительно скоординированные в осевом направлении относительно дисковой пилы, поперечным перемещением задают в зажимное устройство. Затраты времени на размещение трубы в зоне обработки минимальны и не зависят от длины отрезков. В результате увеличения рабочего хода губок зажима трубы в станках с фронтальной загрузкой происходит с большими затратами времени, чем в станках с осевой загрузкой; эти потери возрастают пропорционально увеличению диаметра обрабатываемых труб. Применение станков с фронтальной транспортировкой эффективно при разделении труб на длинные отрезки. Для наиболее полного использования преимущества фронтальной транспортировки, в станке предусмотрена загрузка трубы в зажимное устройство и выдача отрезанных частей с передней стороны станка. При резании длинных труб (< 50 м) такие станки устанавливают в линию с возможностью осевого перемещения. Точность позиционирования станков составляет +0,5 мм. Загрузку в зажимные устройства, зажатие, резание трубы, отжатие и выдачу резаных частей на всех станках линии осуществляют одновременно. Высокую производительность обеспечивает резание длинных труб непосредственно в потоке в процессе их транспортировки. Транспортировку разрезаемых труб осуществляют в зажимных устройствах вращающегося барабана. Шаговым транспортирующим устройством трубу укладывают в зажимное устройство, в котором она автоматически закрепляется. В результате эксцентричного вращения трубы относительно дисковой пилы полное разрезание трубы происходит за половину оборота барабана. Затем зажимные устройства автоматически открываются и трубы выкладываются на отводящее транспортирующее устройство. Непрерывное резание труб в процессе их транспортировки обеспечивает: высокую производительность за счет одновременной обработки нескольких труб и исключения вспомогательного времени из общего технологического цикла; качественное состояние

торцовых поверхностей отрезков; плавность и устойчивость процесса; высокую стойкость дисковых пил вследствие стабильности нагрузки в процессе резания; благоприятные условия транспортировки труб с сохранением исходного направления движения; простоту автоматизации процесса. Для повышения качества реза и стойкости инструмента трубу зажимают в двух сторон дисковой пилы так, что осевой зазор между парами губок лишь немного больше ширины пропила, в результате чего обе торцовые поверхности разрезанных труб зачищаются от заусенцев. Зажимное устройство должно обеспечивать надежное крепление труб и исключать возможность смятия тонкостенных труб. Обычно трубы зажимают гидравлически с помощью подвижных и неподвижных губок. Форма губок зависит от формы профиля трубы или пакета труб. Для круглых труб чаще всего используют призматические губки. Резание труб в пакете позволяет повысить производительность, при этом особенно важно обеспечить надежный зажим всех труб. При косоугольном разрезании труб зажимное устройство закрепляют на поворотном столе, устанавливая его параллельно оси трубы. Для обеспечения надежности зажима труб с повышенной кривизной оснащают круглопильные станки зажимными устройствами, в которых с помощью плавающих губок зажим осуществляют по четырем точкам в двух взаимно перпендикулярных плоскостях.

На рисунке 2 представлен фрезерно–отрезной полуавтомат модели 8Б67, предназначен для резки под прямым углом черных металлов круглого, квадратного, двутаврового, швеллерного, угловогового и других профилей сегментными пильными дисками.

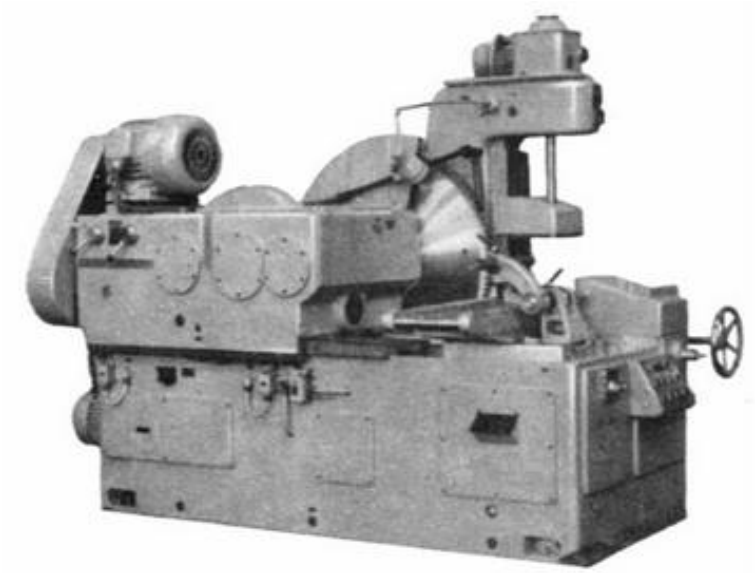

Рисунок 2 – Фрезерно–отрезной полуавтомат модель 8Б67

Прокат различного профиля небольшого сечения может разрезаться пакетами.

Повышенные жесткость, мощность станка и высокие скорость пильного диска, а также гидравлический зажим разрезаемой заготовки позволяют производить резку с наименьшей затратой машинного времени.

Для сокращения вспомогательного времени, затрачиваемого на управление станком, пуск и останов шпинделя, включение и выключение электродвигателя гидронасоса, команда на зажим заготовки и на рабочий ход бабки пильного диска осуществляются от пульта кнопочного управления. По окончании резки заготовки происходят автоматический возврат пильного диска в исходное положение, разжим заготовки и ее подъем роликом механизма продвижения материала.

Транспортирование стружки из зоны резания автоматическое. Смазка направляющих станины механическая от отдельной смазочной коробки. Охлаждающая жидкость подается насосом, установленным на специальной коробке. В таблице 2 указаны технические характеристики станка 8Б67.

Таблица 2 – Технические характеристики

Диаметр пильного диска (ГОСТ 4047–52), мм	1010
Наибольший размер профиль поперечного сечения разрезаемой заготовки:	
круглого (диаметр), мм	350
квадратного, мм	300х300
швеллерного (номер профиля)	40
двутаврового (номер профиля)	60
Наибольшая длина заготовки, отрезаемой по упору	600
Наибольшая длина хода бабки пильного диска, мм	400
Диаметр шпинделя под круглую пилу, мм	120
Механика полуавтомата	2.2;3.3;5.2;
Числа оборотов шпинделя в минуту	7.8;13.5;20.3
Подача бабки пильного диска (бесступенчатое регулирование), мм/мин	12-450
Скорость быстрого подвода бабки, мм/мин	2750
Скорость обратного хода бабки, мм/мин	3000
Привод, габарит н вес полуавтомата	
Электродвигатели:	
привода главного движения: мощность, квт	10
число оборотов в минуту	970
привода гидронасоса; мощность, квт	3
число оборотов в минуту	910
привода редуктора выгрузки стружки: мощность, кВт	0.4
число оборотов в минуту	1400

1.1.4 Ленточное резание труб

Ленточно–отрезные станки при сравнительно небольших габаритах позволяют разрезать трубы большого диаметра. Малая ширина пропила при разрезании пильными лентами обеспечивает наименьшие потери металла. Этим обусловлена высокая эффективность применения ленточно–отрезных станков при разделении труб на короткие отрезки (кольца, втулки и т.п.),

особенно из дорогостоящих материалов. В качестве режущего инструмента применяют бесконечную ленту, на кромке которой выполнены режущие зубья. По направлению главного движения пильной ленты различают горизонтальные и вертикальные станки. Для разрезания труб преимущественно используют горизонтальные станки. Пильную ленту устанавливают на ведущем и направляющем дисках. Ведущий диск предназначен для сообщения пильной ленте главного движения и вращения от электродвигателя через клиноременный вариатор и червячный редуктор. Натяжение пильной ленты осуществляют перемещением направляющего диска. На шлицевых валиках, ролики направляют движение пильной ленты. Их настраивают в зависимости от сечения разрезаемых труб.

На рисунке 3 представлен типовой ленточно-отрезной станок.

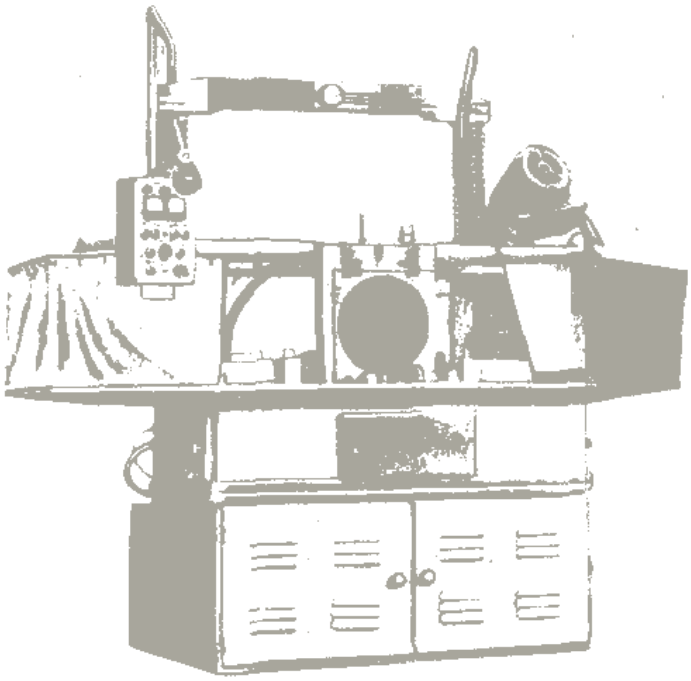

Рисунок 3 – Ленточно–отрезной станок

Необходимая длина отрезаемой части трубы определяется положением регулируемого упора. Зажим труб осуществляют перемещением подвижной

губки при помощи маховика через винтовую пару. При резании труб под углом к оси зажимные губки устанавливают по лимбу на необходимый угол и закрепляют от поворота фиксатором. С помощью гидроцилиндра пильную раму перемещают по направляющим в вертикальном направлении со скоростью подачи. Для автоматического регулирования величины подачи в зависимости от усилия на пильной ленте служит регулятор, установленный на одном из направляющих роликов. Величину хода пильной рамы настраивают с помощью конечных выключателей. Непосредственно перед соприкосновением пильной ленты с трубой ускоренное перемещение пильной рамы изменяется на рабочую подачу. После окончания резания включается ускоренный отвод пильной рамы в исходное верхнее положение и подается команда на отключение станка. Зубья из быстрорежущей стали, как правило, значительно дороже, но по эксплуатационным характеристикам они превосходят цельнометаллические ленты в несколько раз. При разрезании труб из особо прочных материалов в некоторых случаях применяют пильные ленты, оснащенные твердосплавными зубьями. Ширина пильных лент колеблется от 6 до 25 мм, а толщина – от 0,5 до 1,4 мм. Для разрезания тонкостенных труб и труб из прочных материалов применяют пильные ленты с мелким шагом зубьев, а для разрезания толстостенных труб и труб из мягких материалов – ленты с крупным шагом зубьев. Трубы из стали разрезают пильными лентами с шагом зубьев от 1,4 до 6,35 мм. При необходимости получения поверхности хорошего качества используют мелкозубые пильные ленты с шагом до 0,8 мм. Наряду с нормальным шагом применяют пильные ленты с переменным шагом и пильные ленты с прогрессивными зубьями, образующими группы с постепенно увеличивающимся шагом. Такие ленты обладают лучшим направлением и уменьшают силу резания. С этой же целью применяют ленты с переменным передним углом зубьев.

1.1.5 Резание труб заостренными дисками-роликами

Для резания труб гладкие заостренные диски устанавливают с возможностью свободного вращения и сообщают им движение поперечной обкатки по поверхности трубы с подачей к ее оси. Различают две принципиальные схемы сообщения дискам движения обкатки – вращают трубу или вращают диски вокруг неподвижной трубы. В станках, работающих по первой схеме, труба получает вращение от двух приводных цилиндрических роликов, к которым она прижата режущим диском. Такие станки позволяют осуществлять фронтальную транспортировку трубы в зону обработки с минимальными затратами времени, вследствие чего они наиболее эффективны при разрезании труб на мерные или кратные длины. Необходимость вращения трубы затрудняет обработку длинных и тяжелых труб, а также труб с повышенной кривизной. В станках, работающих по второй схеме, режущие диски установлены в соосной с трубой вращающейся планшайбе. С целью повышения производительности и равномерного распределения нагрузки в планшайбу симметрично относительно ее оси устанавливают несколько режущих дисков. Станки [17] конструкции ЭЗТМ (Электростальскийо завод тяжелого машиностроения) устанавливают в линии со станами ХПТ (холодная прокатка труб) для разрезания выходящей из стана трубы. Станки конструкции УЗТМ (Уральский завод тяжелого машиностроения) успешно используют для резания труб в поточных линиях отделки ТПУ (Трубопрокатная установка)- 30-102 со станом непрерывной прокатки, а также отдельностоящими установками для резания труб на баллонные заготовки. На рисунке 4.изображен станок модели 2К269, который предназначен для автоматической резки непрерывно движущейся трубы на части мерной длины.

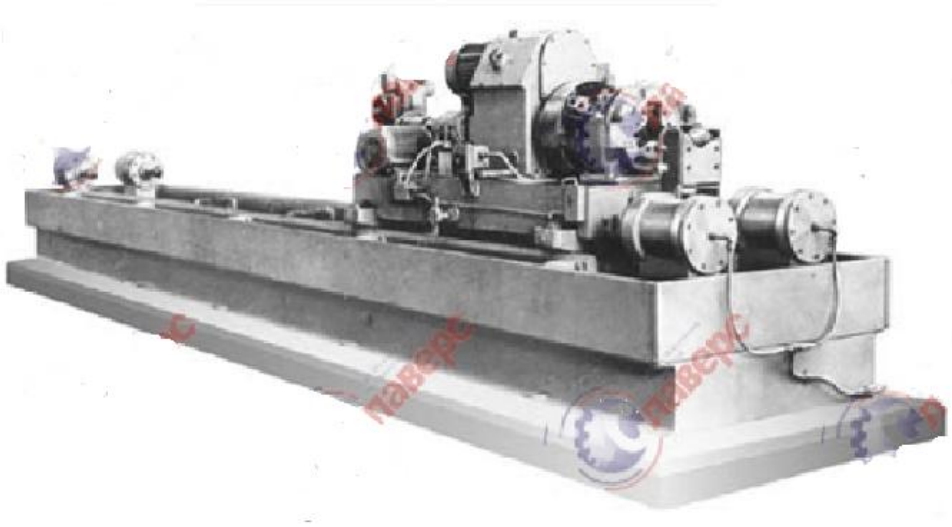

Рисунок 4 – Станок модели 2К269

По направляющим станины с помощью реечного привода на роликах перемещается каретка. На каретках смонтированы отрезное устройство, механизм зажима и отмер заданной длины труб.

Отрезное устройство представляет собой бабку с вращающимся пустотелым шпинделем и патроном, на ползунах которого смонтированы отрезные ролики.

Вращение шпинделя осуществляется электродвигателем переменного тока. Механизм отмера представляет собой мерный диск с команда – аппаратом. Зажим изделия гидромеханический. Применение электромеханического привода каретки взамен гидравлического позволило увеличить ее скорость, а следовательно и производительность станка.

Технические характеристики станка 2К269 представлены в таблице 3.

Таблица – 3 Технические характеристики станка 2К269

Характеристика обрабатываемого изделия, мм: Диаметр отрезаемых труб Толщина стенки	 20–76 0,8–3,0
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	43,5
Габарит станка без рольганга и колонки (длина х ширина х высота)	9000х1450х1885
Вес станка	13600кг

1.1.6 Резание труб на ножовочных станках

Ножовочный станок представлен на рисунке 5, который предназначен для холодной отрезки металла различного профиля ножовочными полотнами.

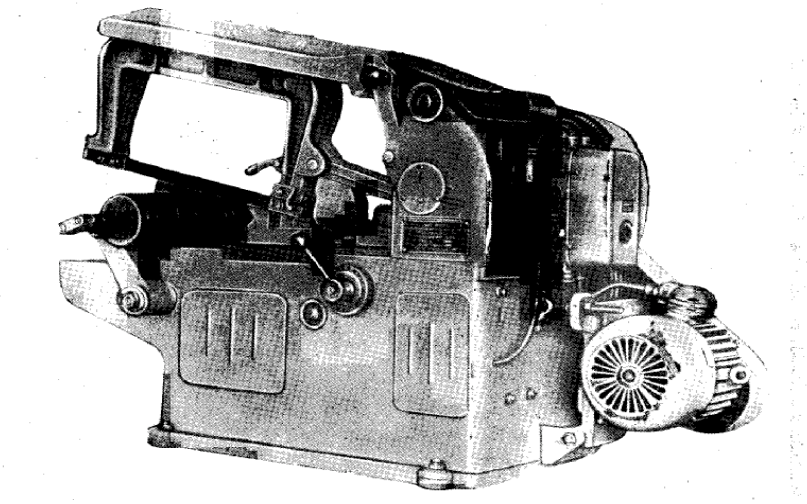

Рисунок 5 – Ножовочный станок

Металл зажимается в тисках с У–образными или плоскими губками. Тиски с плоскими губками могут поворачиваться для резания под углами 15, 25, 35 и 45°.

Пильная рама приводится в движение от отдельного электродвигателя через кривошипный механизм. Подъем и опускание пильной рамы, а также рабочая подача при резании осуществляются от гидропривода. По окончании резания пильная рама автоматически подается в верхнее положение. К месту резки от электронасоса подается охлаждающая жидкость.

Технические характеристики ножовочного станка даны в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики станка

Наибольшие размеры профиля поперечного сечения разрезаемой заготовки:	
при отрезке к оси заготовки под углом 90°:	250
круглого (диаметр), мм	250
квадратного (сторона), мм	24
двутаврового (номер профиля)	
при отрезке к оси заготовки под углоы 45°:	
круглого (диаметр), мм	100
квадратного (сторона), мм	100
двутаврового (номер профиля)	10
Наибольшая ширина пропила, мм	3,8
Наибольшая длина отрезаемого материала по упору, мм	350
Межцентровое расстояние ножовочного полотна, мм	450
Длина хода пильной рамы, мм	140;180
Механика станка	85-110
Числа двойных ходов рамы в минуту	70–200
Усилие подачи (регулируется гидравликой), кгс	
Привод, габарит и вес станка	
Электродвигатель привода главного движения:	
число оборотов в минуту	1420
мощность, квт	1,5
Электродвигатель привода насоса охлаждения:	
мощность, квт	0,125
число оборотов в минуту	2850
Габарит станка (длина х ширина х высота), мм	1470х690х885
Вес станка, кг	650

1.1.7 Резание труб заостренными дисковыми пилами на анодно-механическом станке

Станок модели 4А820 представлен на рисунке 6, который предназначен для поперечного разрезания проката диаметром до 100 мм при обработке с вращением заготовки в патроне и для разрезания проката перпендикулярно и под углом к оси заготовки при зажиме ее в тисках.

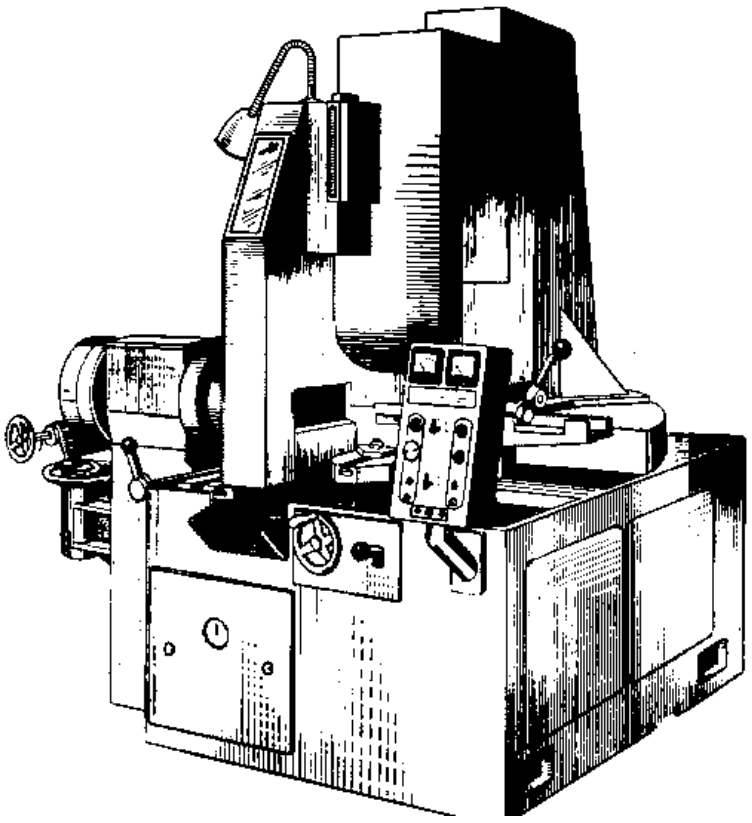

Рисунок 6 – Станок модели 4А820

Станок входит в новую унифицированную гамму анодно-механических отрезных станков. В качестве источника питания применяется кремниевый выпрямитель модели ВАС–600/300.

На базе этого станка предусмотрены четыре его основные модификации: станок для поперечного разрезания коротких заготовок без поддерживающих стоек, станок для прорезания узких пазов щелях и трубах,

станок для поперечного разрезания труб с их вращением, переносной станок для отрезания литников от заготовки высоколегированных сталей и сплавов.

Технические характеристики станка 4А820 указаны в таблице 5. Все станки могут быть использованы в заготовительных цехах машиностроительных заводов.

Таблица 5 – Технические характеристики станка 4А820

Размеры отрезаемой части заготовки, мм: наибольший диаметр длина	 100 100–4000
Наименьшая длина остатка заготовки, мм: без разворота инструмента с разворотом инструмента на максимальный угол	 200 500
Наибольшая длина устанавливаемой заготовки, мм: без вращения с вращением	 8000 3000
Наибольшие размеры электрода-инструмента (диаметрхтолщина)	 650х(1–2)
Объемы рабочей жидкости, л	100
Наибольший рабочий ток, а	630
Рабочее напряжение при номинальном токе, в	18–30
Габарит станка (длина х ширина х высота), мм	2070х1510х2140
Вес станка со всеми агрегатами, кг	4500

1.2 Расчет режимов резания абразивно–отрезными кругами

Резание труб с помощью абразивно–отрезных кругов основано на принципиальной схеме, изображенной на рисунке 7. Вращательное движение вокруг оси х направленная перпендикулярно плоскости круга – является главным движением резания и количественно характеризуется скоростью

резания $V_К$, которую имеют лезвия на режущей поверхности отрезного круга.

При резание труб силу резания можно разложить на две составляющие – тангенциальную P_Z и радиальную P_Y. Эти составляющие могут быть замерены с помощью предназначенных для этой цели динамометров, чаще всего электротензометрических.

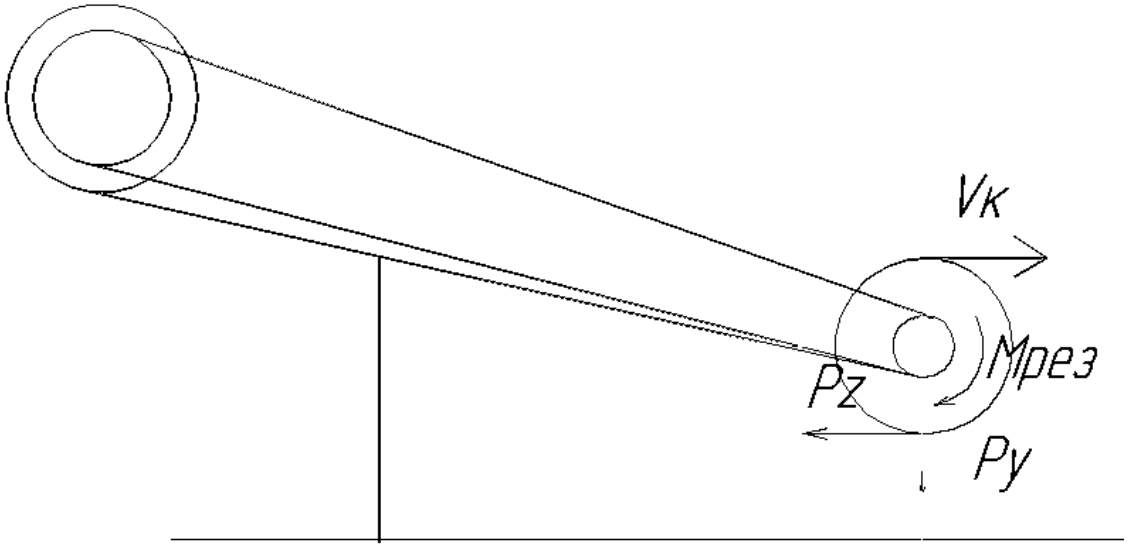

Рисунок 7 – Схема резания абразивно–отрезным кругом

Так как составляющая P_Z действует в направление главного движения резания, то именно она определяет значение эффективной мощности:

$$N_e = P_Z \times V_К \quad (1.1)$$

откуда

$$P_Z = N_e / V_К$$

для абразивно-отрезных кругов эффективная мощность резания определяется по формуле (1.2) в соответствии с [1]

$$N_e = C_N \times V_з^r \times s_p^y \times d_з^q \times b^z \quad (1.2)$$

где C_N – коэффициент резания;

$V_з$ – линейная скорость вращения заготовки вокруг круга, равная по формуле (1.3)

$$V_з = \pi \times d_з \times n_К / 60000 \quad (1.3)$$

S_p – радиальная подача, мм/об;

$d_з$ – максимальный диаметр разрезаемой трубы, мм;

b – ширина круга, мм

n_k – частота вращения круга, определяемая по формуле (1.4)

$$n_k = V_k \times 60000/\pi \times D_k \quad (1.4)$$

где $V_К$ =50м/с – окружная скорость, скорость резания

$D_К$ =400 – диаметр абразивно–отрезного круга примененного на установке

Получаем

$$n_k = 50 \times 60000/3.14 \times 400 = 2388 \text{ об/сек}$$

Подставив значения соответствующих коэффициентов и параметров резания, из таблицы 55 [1] получим

$$N_e = 0.14 \times 18.75^{0.8} \times 0.05^{0.55} \times 150^{0.2} \times 4^{1.0} = 3.598 \text{кВт}$$

Тогда

$$P_z = (3.598/50) \times 1000 = 71.96 \text{Н}$$

При отрезке заготовок на отрезных станках радиальная составляющая P_Y силы резания всегда больше тангенциальной составляющей P_Z. Отношение $f = P_Z / P_Y$ называется коэффициентом абразивного резания. Для различных обрабатываемых материалов коэффициент абразивного резания имеет различные значения, таким образом, для водо-газопроводной трубы в соответствии [18] получаем $f = 0.36$ и в соответствии [19] получаем $P_Y = 199.88\text{Н}$

Режимы резания подача и скорость резания устанавливаются в зависимости от примененного абразивно-отрезного круга. Для данного случая применила по [20] круг $41-400\times4\times40$ 80м/сек 14А80Н 41BFM. Данный стандарт [20] предусматривает скорость резания 80м/сек и подачу 200–300мм/мин.

2 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Устройство и работа установки резки труб и его составных частей

Установка предназначена для резки труб диаметром минимум от 20мм до 150мм максимум, со скоростью резания 50м/с с поперечной подачей S=150мм/мин. Использование данной установки не ограничивается использованием её для резки труб так же возможно применение её для разрезки прутов диаметром до 50мм. Установка может работать в двух режимах полный цикл и аварийный. При полном цикле после установки трубы на конвейер и нажатия кнопки пуск происходит подача заготовки в зону резания закрытое ограждением. Дойдя до упора, происходит зажим трубы, при помощи стола закрепленного на абарзивно–отрезном станке, привод стола производится при помощи гидравлики. После зажима трубы включается подача на рабочем ходе вращающегося абразивно-отрезного круга. После отрезки труб заданной длины производится отвод шпинделя с одновременным разжимом полученной заготовки. В этот момент происходит поворот механической части упора и включается привод подачи, проталкивающий полученную заготовку до концевого включателя сбрасывателя который производит сброс заготовки на пол. После сброса заготовки, упор возвращается в исходное положение. Таким образом, происходит один цикл резки трубы определенной длины до двух метров максимум.

2.1.1 Конвейер

Для подачи заготовок в зону резания абразивно–отрезной станок снабжен приводным роликовым конвейером 15.03.05.2018.156.02.00.00. Роликовый конвейер для резки труб представлен на рисунке 8.

На роликовый конвейер с помощью кран балки укладывается труба длиной не более 12м.

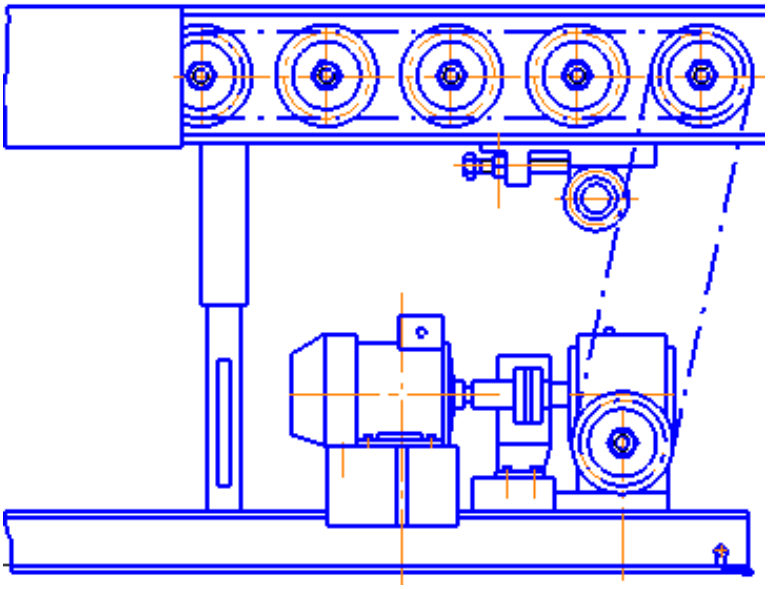

Рисунок 8 – Конвейер роликовый

Конвейер представляет собой сварную раму с установленной на ней приводными роликами. Конвейер снабжен двигателем мощностью 1.7 кВт, окружная скорость вращения ролика 0.34 м/с .

Вращение от двигателя роликам передается при помощи цепной передачи. Конвейер стойками крепится к фундаменту.

Конвейер подачи трубы в зону резания.

Примененный конвейер на установке абразивной резки труб имеет следующие технические характеристики: максимальный диаметр ролика в мм – 95; окружная скорость вращения ролика в м/с – 0.34, мощность двигателя – 1.7 кВт АИРС80 В4(Электродвигатель асинхронный трехфазный АИРС80 повышенным скольжением предназначен для привода различных механизмов во всех отраслях промышленности), n = 1500об/мин; $n_{точное}$ = 1360 об/мин; P = 1.7кВт[8].

Установлен редуктор червячный одноступенчатый 2ЧМ-80 [8]. Редуктор червячный одноступенчатый предназначен для использования в

приводах различных узлов и механизмов. Отличается повышенной нагрузочной способностью и ресурсом. Технические характеристики редуктора указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики редуктора 2ЧМ-80

Мощность на вх. валу при 1500 об/мин, кВт	1.9
Ном. крутящий момент на вых. валу при ПВ=100%, Н*м	210
КПД, %	76
Межосевое расстояние, мм	80
Масса, кг	18.6
Параметры быстроходного конического вала (1:10) (DxL)	25x42

2.1.2 Ограждение

Ограждение предназначено для защиты рабочего от искр и осколков отрезного круга. Зона отрезного круга закрывается кожухом. Для удержания в верхнем положение крышки имеется пружинное устройство. Крышка абразивно-отрезного круга закрыта на специальный замок, обеспечивающий не возможность самопроизвольного открытия. Так же крышка закрывает зону ременной передачи. Крышка и корпус имеют блокировку электрической цепи, которая исключает возможность включения главного привода при открывание. Под панелью, в стенке имеется окно, для наблюдения за зоной резания. Зона резания вентилируется путем подсоединения к задней стенке кожуха вытяжной вентиляции.

2.1.3 Шпиндельная головка

Подмоторная плита с электродвигателем расположена на корпусе, который может поворачиваться вокруг оси. Поворот корпуса осуществляется цилиндром подачи, который с помощью вилки крепится на корпусе.

Натяжение ременной передачи регулируется винтом. К кронштейну крепится тросик механизма компенсации износа абразивно-отрезного круга.

2.1.4 Механизм компенсации износа абразивно–отрезного круга

Механизм компенсации износа круга представлен на рисунке 9, который предназначен для контроля правильности работы автоматического цикла, т.е. должен сохранять постоянным величину рабочего хода шпиндельной головки и автоматической настройки отвода планок зажима заготовки на 10–12мм. Это достигается корректировкой положения головки относительно разрезаемой заготовки на величину износа абразивного круга.

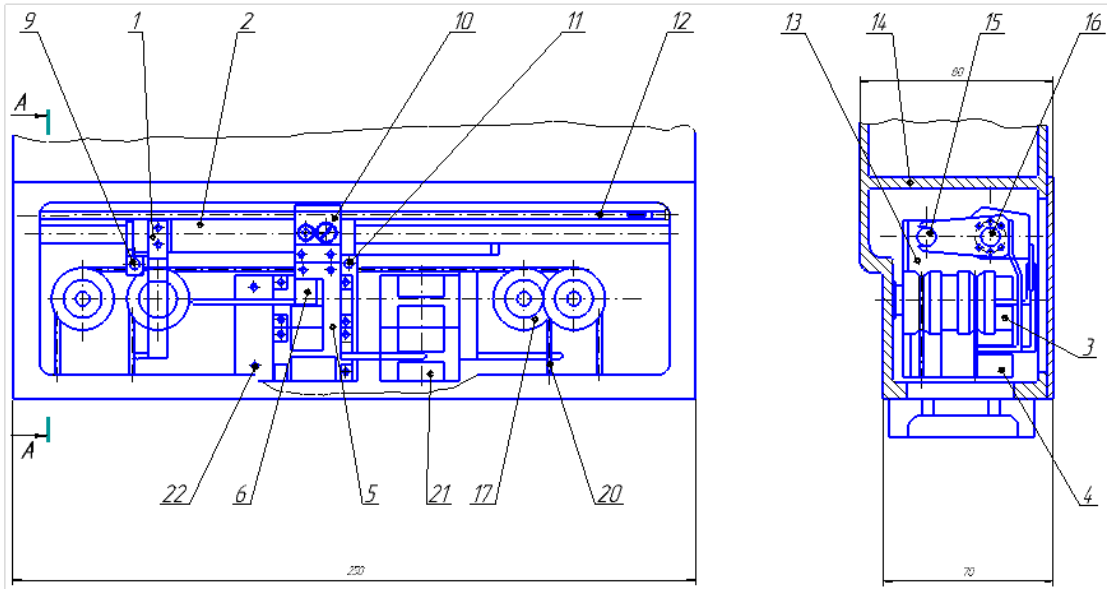

Рисунок 9 – Механизм компенсации износа круга

Механизм установлен на станине и состоит из литого корпуса 1, в котором установлены две направляющие скалки 2 и 3. По скалке 2 перемещается каретка 4 с конечным выключателем 5. Каретка 4 тросом 7, через блоки 8 связана с прихватами стола. Перемещение каретки 4 соответствует перемещению прихватов стола при зажиме заготовки. По скалке 3 перемещается каретка 9 связанная тросом 10 со шпиндельной

головкой. На каретке 9 расположены лепесток 11 и ползушка 12 с лепестками 13 и 14.

Механизм компенсации износа круга работает следующим образом :

При зажиме заготовки, лежащей на столе абразивно–отрезного станка, прихватами переместится связанная с ними каретка 4 с конечным выключателем 5 и займет положение, размеру заготовки плюс зазор, необходимый для ее перемещения после разрезки между кромкой отведенного круга и заготовкой.

Шпиндельная головка находится в крайнем верхнем положении. При подаче шпиндельной головки к заготовке тросик перемещает каретку 9 с ползушкой 12 и лепестками 13, 14 и 11. Как только ползушка 12 коснется упора 16 каретка 9 (за счет износа круга в процессе резания) начнет проскальзывать относительно ползушки до тех пор, пока кромка круга не дойдет до датчика реверса, дающего команду на отвод головки. При отводе шпиндельной головки противовес через тросик перемещает каретку 9 в противоположную сторону до срабатывания конечного выключателя, который дает команду на останов шпиндельной головки. Таким образом, проскальзывание ползушки 12 относительно каретки 9, обеспечивает постоянный зазор между заготовкой и кромкой абразивного круга. После отвода шпиндельной головки дается команда на разжим заготовки. Разжим идет до срабатывания конечного выключателя 5.

При работе установки ползушка 12 проскальзывает относительно каретки 9 до тех пор, пока лепесток 11, установленный на этой каретке, не замкнет конечный выключатель. В этом случае получим команду «круг изношен» и шпиндельная головка вернется в исходное положение, а вместе с ней каретка 9 и ползушка 12, пойдет до упора 17.

2.1.5 Стол

Стол предназначен для закрепления заготовки в процессе резания. На корпус установлены опорные призмы и. Зажим заготовки в призмах осуществляемых гидроцилиндром через рычаг и штанги прихватами.

2.1.6 Упор

Упор предназначен для отрезки заготовки мерной длины. Представляет собой сварной корпус, в котором на радиально упорных подшипниках, установлена ось рейка. Вдоль этой оси может перемещаться корпус, в котором расположен вал с упор. Настройка длины отрезаемой заготовки производится по шкале. Перемещение корпуса осуществляется вращением маховика. Для фиксации корпуса необходимо повернуть рукоятку по часовой стрелке. В зависимости от диаметра, разрезаемой на станке заготовки необходимо регулировать ход упора. Регулировка хода осуществляется гайками хода цилиндра.

Упор работает следующим образом:

Заготовка торцом упирается в упор и передвигает его вместе с валом вправо. При этом лепесток включает переключатель, который дает команду на зажим заготовки на столе и отвод упора. Поворот упора обеспечивается гидроцилиндром.

2.1.7 Сбрасыватель

Предназначен для сброса заготовок длиной более 500мм перемещаемых по лотку упора из зоны резания, осуществляет штучный сброс заготовок.

Сбрасыватель представляет собой сварную раму, на которой

смонтирован поворотный лоток и штанга с линейкой. По штанге перемещается при настройке конечный выключатель, который подает команду на поворот лотка и сброс заготовки. Поворот лотка осуществляется гидроцилиндром.

Работа осуществляется следующим образом:

Отрезанная заготовка остатком разрезаемого материала перемещается по лотку упора на лоток сбрасывателя до конечного выключателя. При нажатии заготовкой на лепесток выключателя, последний дает команду на включение гидроцилиндра. Лоток опускается и заготовка сбрасывается. Нижнее положение лотка контролируется конечным выключателем, который дает команду на возврат лотка в исходное положение. После подачи следующей заготовки цикл работы повторяется.

2.2 Выбор электродвигателей главного движения и привода подачи заготовки

1) Выбор электродвигателя главного движения резания

Зная частоту вращения круга n=2388об/мин, необходимая для обеспечения абразивного круга скоростью резания равной 50м/сек, полезную мощность резания $N_e = 3.598$кВт, предварительно принимаю двигатель мощностью превышающей расчетную, и равную 3.8 кВт. По [3] можно подобрать электродвигатель.

Для окончательного выбора двигателя необходимо, чтобы момент создаваемый двигателем превышал момент сил резания. Момент создаваемый двигателем рассчитывается по формуле (2.1)

$$M_{\text{двиг}} = \frac{P}{\omega} \qquad (2.1)$$

где М – момент создаваемый двигателем

Р – принятая мощность двигателя

ω –угловая скорость круга, рад/сек

Угловую скорость круга рассчитываем по формуле (2.2)

$$\omega = 2\pi \times n / 60 \qquad (2.2)$$

где n – реальная частота круга

n = 2388–3821об/мин для круга на бакелитовой основе и максимальной скоростью 80м/с принимаем n=2388об/мин.

Тогда

$$\omega = 6{,}28 \times 2388/60 = 249{,}94 \text{рад/с}$$

В формулу (2.2) подставляем значения и получаем момент создаваемый двигателем

$$M_{двиг}=3800/249{,}94 \text{рад/с}=15.2 \text{ Н} \times \text{м}$$

Момент силы резания рассчитывается по формуле (2.3)

$$M_{рез} = \frac{P_{рез} \times D}{2 \times V_К} \qquad (2.3)$$

где $P_{рез}$ – мощность резания ($P_{рез}$=3598 Вт)

D – диаметр абразивно – отрезного круга

D=0.4м

$V_{круга}$ – окружная скорость круга

$V_{круга}$=50м/с

Подставляем в формулу (2.3)

$$M_{рез} = 3598 \times 0{,}4/2 \times 50 = 14{,}392 \text{Нм}$$

Таким образом:

– принятая мощность двигателя меньше мощности резания;

– момент создаваемый двигателем больше чем момент силы резания.

Зная максимальный момент, потребную мощность резания и частоту вращения шпинделя выбрала двигатель АИР100L2 со следующими параметрами:

$n = 3000об/мин$

$n_{точное} = 2850об/мин$

$P = 5.5кВт$

$M = 17.51Нм$

Для данного двигателя произведем расчет на соответствие полученным данным по формуле (2.1)

$$M_{двиг} = \frac{P}{\omega}$$

где $M_{двиг}$ – момент создаваемый двигателем

P – мощность двигателя

ω – угловая скорость круга, рад/сек определим по формуле (2.2)

$$\omega = 6,28 \times 2850/60 = 298.3рад/с$$

где n = 2850об/мин.

Подставляем в формулу (2.1) данные

$$M_{двиг}=5500/298.3рад/с=18.44Н \times м$$

Подставляем в формулу (2.3) данные

$$M_{рез} = \frac{3598 \times 400}{2 \times 59,66} = 12,06 Нм$$

где из формулы (2.3)

$$V_к = \frac{\pi \times D \times n}{60000} = 59.66 м/с$$

Расчет показывает, что входит в интервал возможности использования круга на бакелитовой основе 50–80 м/с следовательно примем частоту вращения

n = 2850об/мин;

$M_{рез}$= 12.6Нм

$P_{рез}$ = 3598 Вт;

D = 400мм;

$V_{круга}$ = 59.66м/с;

$M_{рез}$ = 12.06Нм.

Как видно из расчета момент создаваемый силой резания не превышает выходной момент создаваемый двигателем.

Таким образом, выбранный двигатель АИР100L2 с коэффициентом передачи частоты вращения от приводного шкива к отрезному кругу равным единице удовлетворяет требованиям.

2) Выбор двигателя подачи осуществим из требуемых показателей указанных в таблице 7 для подобранного конвейера.

Таблица 7 – Показатели конвейера

Диаметр ролика в мм	95
Окружная скорость вращения ролика в м/с	0,34
Мощность электродвигателя в кВт	1.7

Зная окружную скорость вращения ролика максимальный диаметр ролика можно рассчитать угловую скорость и, следовательно, частоту

вращения ролика в соответствии с [3].

Окружная скорость вращения ролика рассчитывается по формуле (2.4)

$$V_{рол} = \frac{\pi \times D \times n}{60000} \quad (2.4)$$

где $V_{рол}$ – окружная скорость вращения ролика, м/с;

D – диаметр ролика, мм;

n – частота вращения ролика

Из данного выражения (2.4) получим частоту вращения ролика

$$n = 60000 \times V_{рол} / \pi \times D$$

Подставим показатели конвейера

$$n = 60000 \times 0.35 / 3.14 \times 95 = 68.38 \text{ об/мин} = 68 \text{ об/мин}$$

Зная мощность двигателя подобрала двигатель АИРС80 В4 с следующими данными, как $n = 1500 об/мин; n_{точное} = 1360 об/мин$ $P = 1.7 кВт$

Для передачи вращения ролику необходимо установить редуктор червячный одноступенчатый 2ЧМ–80.Редуктор червячный одноступенчатый предназначен для использования в приводах различных узлов и механизмов. Отличается повышенной нагрузочной способностью и ресурсом. Передаточный коэффициент для данного редуктора составляет 20. Основные данные редуктора червячного одноступенчатого 2ЧМ-80 представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические данные редуктора

Мощность на вх. валу при 1500 об/мин, кВт	1.9

Окончание таблице

8Ном. крутящий момент на вых. валу при ПВ=100%, Н×м	210
Межосевое расстояние, мм	80
Масса, кг	18.6

Зная параметры зубчатого колеса изображенного на рисунке 10 можно подобрать произвести подбор необходимую цепь для передачи вращения всем ролика конвейера.

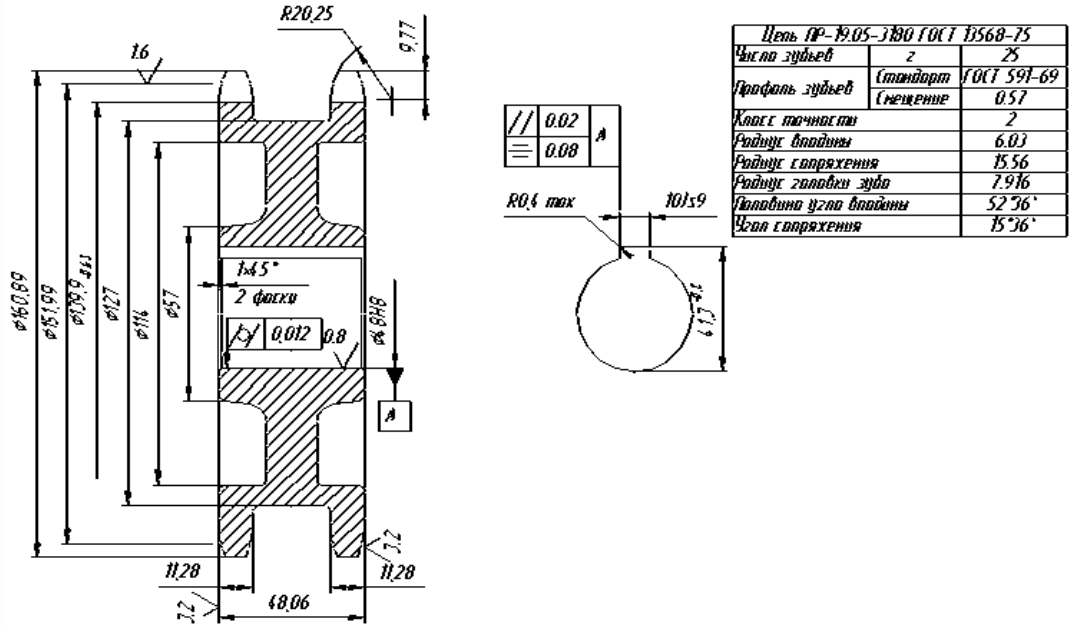

Рисунок 10 – Звездочка двухрядная от привода конвейера

Зная диаметр делительной окружности $D_д$=151.99мм по таблице 11 стр. 699 [4], из формулы (2.5), найдем шаг приводной цепи

$$D_д = \frac{t}{\sin\frac{180^0}{z}} \qquad (2.5)$$

где $D_д$ – диаметр делительной окружности,

t – шаг приводной цепи,

z – число зубьев зубчатого колеса, отсюда следует

Тогда

$$t = D_д \times \sin \frac{180^0}{z}$$

Подставим значения в выражение

$$t = 151.99 \times \sin \frac{180^0}{25} = 19.05$$

Примем цепь по [21]

ПР–19.05–3180 с шагом $t = 19.05$ и разрушающей нагрузкой не менее 3180кН.

2.3 Расчет клиноременной передачи

При расчете приняла двигатель АИР100L2 с частотой вращения

$n = 3000 об/мин$

$n_{точное} = 2850 об/мин$

$P = 5.5 кВт$

$M = 17.51 Нм$

Для передачи вращательного движению шпинделю отрезного станка использовала клиноременную передачу. Для вращения отрезного круга с окружной скоростью не более 80 м/сек выберем два шкива с передаточным отношением диаметров $D_1/D_2 = 1$ и при $D_1 = 125$мм.

Бесконечные клиновидные резинотканевые приводные ремни изготавливают кордотканевые и кордошнуровые. При примененном шкиве диаметром 125мм применила кордошнуровой ремень. В зависимости от применяемых материалов и технологии изготовления ремни выпускают классов 0; 1; 2; 3; 4 по.[22]

Бесконечные резинотканевые клиновые приводные ремни нормальных сечений предназначены для приводов станков, промышленных установок и сельскохозяйственных машин, работающих при температуре окружающего воздуха: От минус 60 до плюс 40 градусов Цельсия – для холодного и очень холодного климата.

После достижения нормативной наработки при стендовых испытаниях на ремнях не должно быть признаков предельного расслоения более чем на 1/3длины, поперечных трещин глубиной до несущего слоя со сколами резины слоя сжатия. Большее основание сечения ремня должно быть прямолинейным или вогнутым. Выпуклость или вогнутость для ремней сечений Z(0), A, B(Б), C(В) должна быть не более 1.0 мм, для ремней сечений D(Г), E(Д), E0(E), 40 на 20 – не более 2.0 мм

Ремни всех сечений с расчетной длиной свыше 1.6 м допускается изготавливать с кордотканью в несущем слое.

За расчетную ширину ремня W_p принимают ширину его поперечного сечения (находящегося под натяжением) на уровне нейтральной линии, не изменяющейся при изгибе ремня.

Расчетные длины ремней, измеренные под натяжением, и разность между расчетной и внутренней длинами ремня ΔL должны соответствовать [23].

ГОСТ 1284.3–96 распространяется на бесконечные резинотканевые приводные клиновые ремни нормальных сечений по ГОСТ1284.1 и ГОСТ1284.2.

ГОСТ 1284.3–96 соответствует стандарту ИСО 5292–80 в части расчета номинальной мощности. Сечения ремня приняла А в соответствии с рисунком 11.

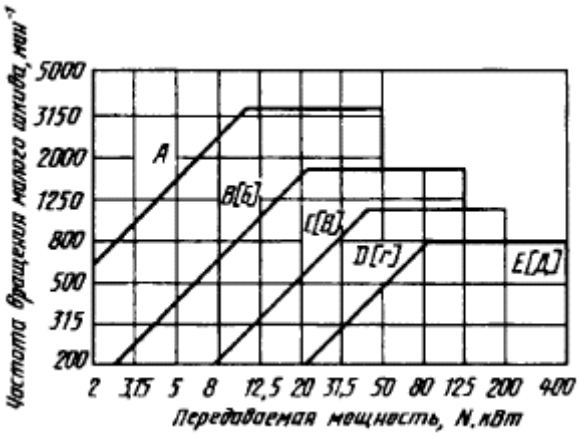

Рисунок 11 – График для определения сечения ремня.

Расчетную передаваемую мощность Р вычисляют по формуле (2.6) из [4]

$$P = P_{ном} \times C_р, \qquad (2.6)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность потребляемая приводом, кВт;

$C_р$ – коэффициент динамичности нагрузки и режима работы.

Номинальной считают нагрузку, вероятность распределения которой на стационарных режимах не превышает 80%.

Коэффициент динамичности нагрузки и режима $C_р$ определяют по таблице 33 и 34 стр.726 [4].

$C_р$ =1.0, так как данный станок отнес к легкой группе, станки с непрерывным процессом резания: токарные, сверлильные, шлифовальные и т.д.

Необходимо учесть при расчете клиноременной передачи, что максимальная скорость ремня не более 30м/с.

Скорость ремня вычисляется по формуле (2.7)

$$V = \frac{\pi \times d \times n}{60000} \qquad (2.7)$$

где d – диаметр шкива, мм;

n – частота вращения шкива, об/мин

Диаметр шкива выбрала в соответствии с требованиями [24]

Подставляем значения в формулу (2.7)

$$V = \frac{3.14 \times 125 \times 2850}{60000} = 18.64 м/с$$

Полученное значение V не превышает предельного значения для резинотканевых ремней.

Угол обхвата ремнем шкива вычисляют по формуле (2.8)

$$\alpha = 180 - 57\frac{d_2 - d_1}{a} при \alpha \succ 110^0 \qquad (2.8)$$

где a – межцентровое расстояние определяется конструктивными особенностями привода

d_1 – диаметр приводного шкива

d_2 – диаметр ведомого шкива

a = 900мм

$$\alpha = 180^0$$

В зависимости от выбранного межцентрового расстояния расчетную длину ремня вычисляем по формуле (2.9)

$$L_P = 2a + \frac{\pi}{2} \times (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4a} \qquad (2.9)$$

Подставили значения получаем длину ремня

$$L_P = 2192.5\text{мм}$$

Вычисленную расчетную длину округляют до стандартной ближайшей расчетной длины ремня в соответствии с [23]. Приняла длину ремня равную $L_P = 2240\text{мм}$

Межцентровое номинальное расстояние $a_{ном}$ в мм вычисляем по формуле (2.10)

$$a_{ном} = 0.25 \times [(L_P - \omega) + \sqrt{(L_P - \omega)^2 - 8q}] \qquad (2.10)$$

где

$$\omega = \pi \times \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$q = (\frac{d_2 - d_1}{2})^2$$

$$a_{ном} = 924\text{мм}$$

Необходимое число ремней в приводе К находят по формуле (2.11)

$$K = \frac{P_{ном} \times C_P}{P_O \times C_\alpha \times C_L \times C_k} \qquad (2.11)$$

где P_0 – номинальная мощность, кВт, передаваемая одним ремнем определенного сечения и длине при угле обхвата $\alpha = 180^0$ и спокойном режиме работы

P_0 =2,97 табл. 39 [4];

C_α – коэффициент угла обхвата табл.44 [4], C_α =1;

C_L –коэффициент, учитывающий длину ремня табл. 45 [4], C_L =1.07;

C_K –коэффициент, учитывающий число ремней в передаче табл. 46 [4]

$C_К$=0.83

В формулу (2.11) подставляем значения

$$K = \frac{5.5 \times 1.0}{2.97 \times 1.0 \times 1.07 \times 0.82} = 2.11$$

Принятое число ремней 2 совпало с расчетными данными $K = 2.11$. Таким образом для передачи мощности на абразивно–отрезной круг необходимо применить 2 кордошнуровых ремня длинной 2240мм и межосевым значением для шкивов 924мм.

Предварительное натяжение ветви одного ремня F_0 (в Н) для передач с закрепленными центрами вычисляют по формуле (2.12)

$$F_0 = 500 \times \frac{(2.5 - C_\alpha) \times P_{ном} \times C_р}{C_\alpha \times V \times K} + m_п \times V^2 \qquad (2.12)$$

где $m_п$ – погонная масса ремня по [23], кг/м

Подставляем значения в формулу (2.12)

$$F_0 = 500 \times \frac{(2.5 - 1) \times 5.5 \times 1}{1 \times 18.64 \times 2} + 0.2 \times 18.64^2 = 180.64Н$$

для данных ремней обеспечить натяжение ремней с усилием 180.64Н

2.4 Расчет усилия зажима стола

Расчет усилия зажима необходимого для надежного крепления трубы в столе ведем по [5] и расчетной схеме на рисунке 12.

По известным данным P_Z=71.96Н P_Y=199.88Н и моментом резания $M_{рез}$=14.392 Нм. Для данной расчетной схемы формула (2.13) для расчета достаточного усилия зажима будет уравнение (1) из приложение 4 [5].

$$Q = \frac{2 \times K \times M_{рез}}{D \times (f_{з.м.} + 2f_{оп} / \sin \frac{\alpha}{2})} \qquad (2.13)$$

где Q – усилие зажима

K – коэффициент запаса

$M_{рез}$ – крутящий момент от сил резания

D – максимальный диаметр разрезаемой трубы

$f_{оп}, f_{з.м.}$ – коэффициенты трения на контактных поверхностях зажимных элементов и на опорных поверхностях базирующих элементов

α – угол призматической поверхности, $\alpha = 120^0$

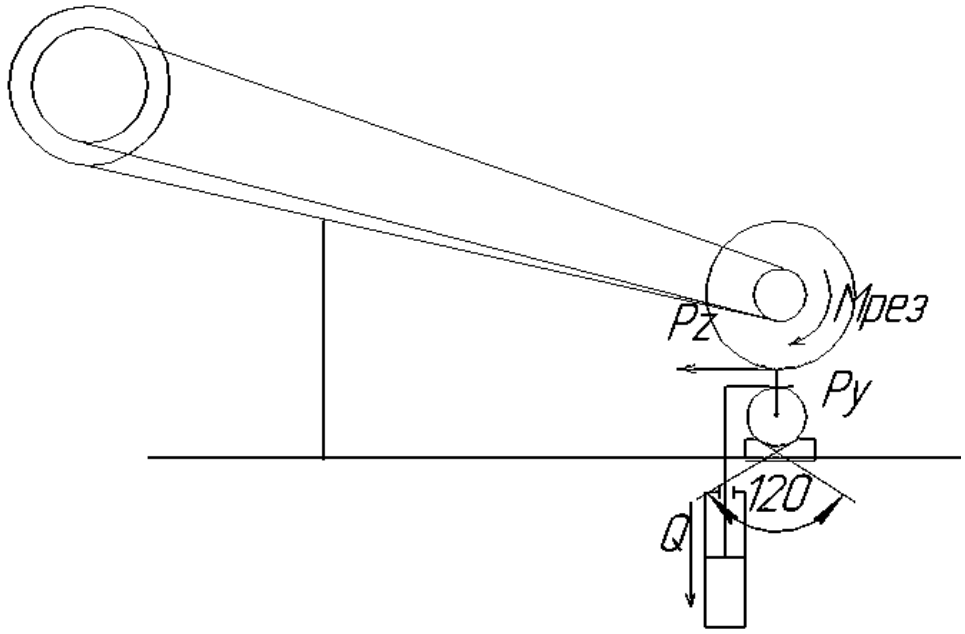

Рисунок 12 – Расчетная схема усилия зажима стола

Расчет коэффициента запаса вычисляем по формуле (2.4)

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6 \quad (2.14)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, для всех случаев $K_0 = 1.5$

K_1 –коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из-за случайных неровностей

K_2 –коэффициент, учитывающий увеличение силы резания вследствие затупления режущего инструмента

K_3 –коэффициент, учитывающий увеличение силы резания в зависимости от характера резания прерывисто или нет

K_4 –характеризует постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом

K_5 – характеризует эргономику зажимного механизма

K_6 –учитывает наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную

Коэффициенты запаса, K_i определяется по таблицам приложений 2 и 3 [5] для конкретных условий обработки: при черновой обработке, $K_1 = 1.2$; при методе обработки абразивная отрезка, $K_2 = 1.15$; если резание не является прерывистым, $K_3 = 1.0$; при использование зажимного механизма с гидроприводом двустороннего действия $K_4 = 1.0$; для механизированных зажимов $K_5 = 1.0$; при установке на опорные пластины точки контакта расположены неопределенно $K_6 = 1.0$.

Подставляем значения в формулу (2.14)

$$K = 1.5 \times 1.2 \times 1.15 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 = 3.105$$

Тогда можем рассчитать формулу (2.13) усилия зажима

$$Q = \frac{2 \times 2.07 \times 14.392 Н \times м}{0.15 \times (0.15 + 2 \times 0.15 / \sin \frac{120}{2})} = 851 Н$$

Усилие, необходимое для зажима трубы с максимальным диаметром 150мм, $Q = 851 Н$

3 РАЗРАБОТКА СХЕМ УПРАВЛЕНИЯ

3.1 Гидравлическая схема управления

При нажатие кнопки пуск приводится в движение гидростанция Г48–1:10–1,1 (2,5) которая начинает закачивать масло в полость зажимного механизма, масло при срабатывание концевика установленного на упоре, после этого при достижение давления в гидроцилиндре стола реле давления установленное на этой же линии даст сигнал на отключение линии зажима и включении линии подачи, переключая соответственно два переключателя потока РХ10 75 1 00 220/50 УХЛ [25] в крайние положения. По достижении концевого выключателя SQ3 произойдет реверс движения подачи из–за переключения потока катушкой L2 переключателя РХ10 44 1 00 220/50 УХЛ. О возврате в исходное положение просигнализирует концевой выключатель SQ4, таким образом, на физическом уровне произошла разрезка трубы. Сигнал с SQ4 приходит на катушку L3 разъединяющая поток привода шпиндельной бабки и катушку L5 соединяющая поток зажимного механизма–стол на отжим заготовки. Далее полученный сигнал с реле давления SQ5 дает сигнал о разжиме заготовки и отключение потока линии зажимного механизма, включается катушка гидропереключателя L10 осуществление рабочего хода сбрасывание заготовки. Сбрасывание происходит при наличие сигнала на нажимном концевом переключателе SQ7. После сброса заготовки до концевика SQ8 включается реверс катушкой L9 до срабатывания концевика SQ9, наличие сигнала на котором говорит о возврате узла сбрасывания готовой детали в исходное положение и разъединение линии сбрасывания путем включения катушки L10. Далее поток поступает в полость цилиндра упора, который производит движения аналогичные движениям сбрасывателя.

3.1.1 Разработка гидросхемы

Гидропривод предназначен для получения требуемых по циклу движений рабочих органов станка.

Гидропривод станка смонтирован на базе нормализованной и унифицированной станции Г48–1:10–1,1 (2,5) серийно изготавливаемой Гомельским заводом «Гидропривод». Стация представляет собой гидроагрегат, состоящий из гидробака, насосной установки, и гидрошкафа. Гидрошкаф имеет вертикальный щит, на котором установлены гидроаппараты приточного исполнения на промежуточных плитках и электронишу для размещения клемных колодок. Насосная установка выполнена в виде автономного узла с погруженным под уровень масла насосом, что предохраняет гидросистему от подсоса воздуха. Вывод трубы нагнетания насоса расположен на установочной плите, благодаря чему упрощается демонтаж насосной установки для смены насоса. Гидробак разделен поперечной перегородкой на два отсека. В главном отсеке, являющимся отстойником сливаемого масла, расположены масло указатель, приемный фильтр для заливки масла, магнитные патроны для предварительной фильтрации масла от металлических частиц и труба для слива масла из гидросистемы. Во втором отсеке гидробака, сообщающимся со первым отсеком через окно в перегородке, установлены насосная установка в воздушный фильтр.

Гидробак снабжен люками для чистки и пробкой для слива масла. Установка позволяет использовать воздушный теплообменник с масляными радиаторами.

Гидроагрегат расположен рядом со станком. Подвод масла к гидроцилиндрам, осуществляется по трубопроводам, идущим от боковой стенки гидроагрегата. Вся гидроаппаратура закреплена на вертикальном щите установленном на станке. В гидросистеме станка в качестве рабочей

жидкости применяется масло «Турбинное» марки Т22 [26] свободное от воды, водорастворимых кислот и щелочей и очищенное от посторонних частиц размером более 25мкм.

При разработке гидросхемы приняла потребное рабочее давление для привода рабочих органов станка в соответствии с [27] равным 2.5 МПа. На рабочий ход станка устанавливаю гидроцилиндр двустороннего действия ЦРГ $40\times20\times150$ выполненный по ТУ2–053–1625–82Е. Данный гидроцилиндр в соответствии с расчетной схемой изображенной на рисунке 13, должен преодолевать силу тяжести электродвигателя АИР100L2 массой $m=49кг$.

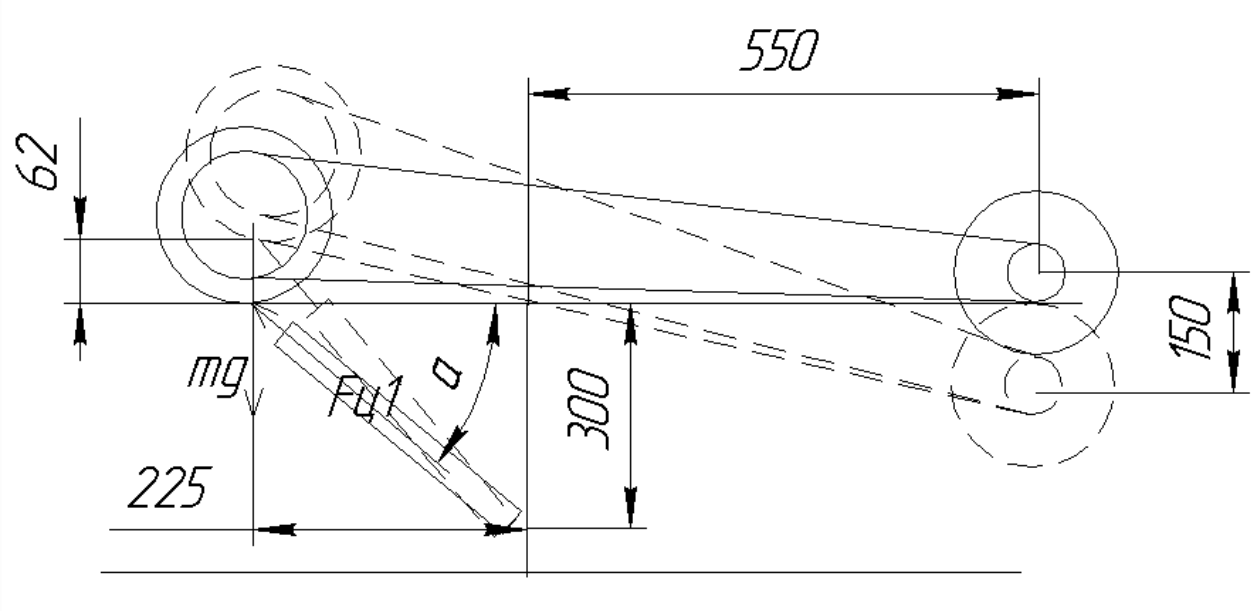

Рисунок 12 – Расчетная схема силы на штоке цилиндра ГЦ 1

Сила развиваемая гидроцилиндром вычисляется по формуле (3.1)

$$F_{Ц1} = m \times g \times \cos\alpha \qquad (3.1)$$

где m – масса двигателя

α – угол между соответствующими силами

Подставляем значения в формулу (3.1)

$$F_{Ц1} = 49 \times 10 \times \cos(\text{arctg}\frac{300}{225}) = 294\text{Н}$$

таким образом для привода подачи шпиндельной бабки станка достаточно развить на штоке гидроцилиндра ГЦ1 усилие в $294\,\text{Н}$.

Для расчета фактического усилия на штоке гидроцилиндра ГЦ1 при выталкивание воспользуемся формулой (3.2) из табл.3 [6]

$$F_{Ц1} = 100 \times (f_1 \times P_{ц.р.} - f_2 \times P_{сл}) \times \eta_{ц.мех.} \qquad (3.2)$$

где f_1 – эффективная площадь поршня при выталкивание вычисляется по формуле (3.3), см^2

$$f_1 = \frac{\pi \times D^2}{4} \qquad (3.3)$$

где D – диаметр поршня

Таким образом

$$f_1 = 12.56\text{см}^2$$

$P_{ц.р.}$ – рабочее давление в напорной полости, МПа

Тогда по формуле (3.4)

$$P_{ц.р.} = 0.9 \times P_{ном} \qquad (3.4)$$

то

$$P_{ц.р.} = 0.9 \cdot 2.5 = 2.25 \text{ МПа}$$

f_2 – эффективная площадь поршня при втягивание, вычисляем по

формуле (3.5), $см^2$

$$f_2 = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \qquad (3.5)$$

где d – диаметр штока

Подставляем значения в формулу (3.5)

$$f_2 = \frac{\pi}{4} \times (4^2 - 2^2) = 3.14см^2$$

$P_{сл}$ – рабочее давление в сливной полости, 0.5 МПа

$\eta_{ц.мех} = 0.96$ – механическое кпд

Таким образом, при полученных значениях подставляем в формулу (3.2)

$$F_{Ц1} = 100(12.5 \cdot 2.25 - 3.14 \cdot 0.5) \cdot 0.96 = 2549.28Н,$$

то есть примененный гидроцилиндр ЦРГ $40 \times 20 \times 150$ выполненный по ТУ2–053–1625–82Е применим на приводе подачи, так как реальное усилие создаваемое гидроцилиндром превышает расчетное 294Н. Произведем расчет усилия гидроцилиндра при втягивание таблица 3 [6] не обязательно, так как данный цилиндр работает под нагрузкой только на выталкивание. Расчет усилия гидроцилиндра при втягивание вычисляем по формуле (3.4)

$$F_2 = 100(f_2 \times P_{ц.р.} - f_1 \times P_{сл}) \times \eta_{ц.мех.} \qquad (3.4)$$

Подставляем в формулу (3.4)

$$F_2 = 100 \times (3.14 \times 2.25 - 12.56 \times 0.5) \times 0.96 = 78.5Н$$

Так же необходимо определить соответствие рабочего хода гидроцилиндра ТУ2-053-1625-82Е. Для этого по расчетной схеме, изображенной на рисунке 13 необходимо чтобы выполнялось условие: максимальный ход гидроцилиндра должен превышать ход цилиндра необходимого для перемещения шпиндельной бабки на 150мм.

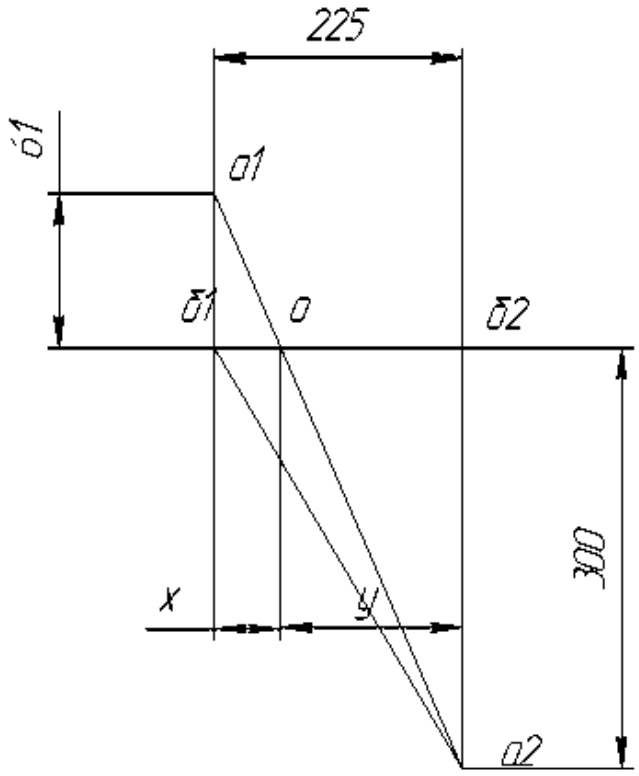

Рисунок 13 – Расчетная схема хода штока цилиндра подачи ГЦ1

Из расчетной схемы видим, что получены два подобных треугольника с острым углом, следовательно можно составить уравнения для расчета длины отрезка а1а2 и определить ход штока на перемещение стороны маятника относительно оси вращения б2, на длину 61мм. Необходимо найти сторону оа2, для этого составим соотношение исходя из свойств подобия треугольников

$$\frac{61}{300} = \frac{x}{y} \Rightarrow x = 0{,}2y$$

$$б1б2 = x + y \Rightarrow 1.2y = 225$$
$$y = 187.5$$
$$x = 225 - 187.5$$
$$x = 37.5$$

зная x и y можно найти a1o и a2o из теоремы Пифагора a1o=71.6мм и a2o=353.7мм, тогда a1a2=a1o+a2o, a1a2=425.4мм. По данным таблицы 3.2 [7] выбрала гидроцилиндр с ходом штока 100мм таблица3.3 [6], те необходимо применить ЦРГ $40 \times 20 \times 100$.

На привод зажимного механизма установила такой же гидроцилиндр ЦРГ $40 \times 20 \times 150$, так как расчетное усилие зажима $Q = 851Н$ намного меньше усилия развиваемое гидроцилиндром на выталкивание $F_{Ц1} = 2549.28Н$.

На другие устройства, приводимые в движение от гидроцилиндров: сбрасыватель и упор необходимо производить отдельно, и их параметры в основном будут зависеть от хода штока гидроцилиндра, назначенные конструктивно.

Сбрасыватель по конструкции имеет ход штока $l = 100мм$, нагрузки которые необходимо преодолеть незначительно и равны массе отрезанной трубы максимальной длины 2м и массы опорной пластины узла $m = 1кг$.

Масса трубы можно вычислить по формуле (3.5)

$$m = m_{метр} \times l \qquad (3.5)$$

где $m_{метр}$ – масса одного метра водогазопроводной трубы по [19],

$m_{Метр} = 9.03кг$

l – максимальная длина разрезаемая на станке, $l = 2м$

Тогда

$$m = 18.06кг$$

для сбрасывателя применяю гидроцилиндр ЦРГ $25\times12\times100$. Данный гидроцилиндр должен преодолеть усилие в 180,6Н на выталкивание и по формуле (3.4)

$$F_{ЦЗ} = 100 \times (4.906 \times 2.25 - 3.78 \times 0.5) \times 0.96 \ = 878.4\text{Н}$$

данный гидроцилиндр подходит для заданных начальных конструктивно назначенных условий-ГЦ3: ЦРГ $25\times12\times100$.

Для упора усилие которое необходимо преодолеть гидроцилиндром ГЦ4 не превышает 800Н. Устанавливаемый гидроцилиндр необходим для передачи на кулачок зубчатой пары.

То есть из серии ЦРГ применим так же гидроцилиндр ЦРГ $25\times12\times100$.

3.1.2 Выбор элементов гидросхемы

Направляющая гидроаппаратура предназначена для изменения направления потока жидкости путем полного открытия или полного закрытия проходных сечений отверстий. К ней относятся гидрораспределители, обратные клапаны, гидрозамки, гидроклапаны последовательности, блоки сервоуправления.

Предохранительные, переливные, подпиточные тормозные и редукционные клапаны, дроссели и регуляторы потока жидкости относятся к регулирующей аппаратуре. Они применяются для регулирования давления и потока рабочей жидкости путем изменения площади проходного сечения отверстия.

Основными параметрами направляющей и регулирующей гидроаппаратуры являются номинальное давление, условный проход и номинальный поток.

При проектировании гидроприводов данная гидроаппаратура обычно не рассчитывается, а выбирается по основным параметрам при соблюдении следующих условий

$$P_{ном} \geq P_{ном.р}$$
$$Q_{ном} \geq Q_{ном.р}$$

Т.е. на входе от гидростанции в систему применим дроссель МПГ55–12 с регулируемым расходом Q=0.47л/мин и давлением рабочий среды до 6.3 МПа

Для плавного подвода установим такой же дроссель на выходе из ГЦ1 с Q=0.125л/мин. Для выполнения гидросистемой требуемых по циклу движений рабочих органов станка необходимо в линиях напора-слива установить переключатели потока: РХ10 44 1 00 220/50 УХЛ [25]из рисунка 4.5 стр.88 [7] диаметр условного прохода 10мм; расход масла: номинальный 16л/мин, максимальный 10-30л/мин; 1-исполнение по типу управления, электрическое; 44-тип исполнения по таблице 4.3 [7] 00–без регулирования времени переключения; 220/50-напряжение,В/частота; УХЛ – климатическое исполнение, для прерывания потоков масла в линиях управления необходимо применить РХ10 75 1 00 220/50 УХЛ [25]. Для правильной работы упора, зажимного механизма схемой предусмотрено наличие реле давления: ПГ62–11 контролируемое давление 0.6–6.3МПа; нечувствительность (при работе с резиновым уплотнением на золотнике), 0.5МПА.

Применены гидрозамки Г51–31с номинальным расходом масла 16л/мин для предотвращения обратного хода гидроцилиндров, перепад давления при номинальном потоке, не более 0.25МПа.

Для подачи штока со скоростью V=0.2м/мин необходима подача масла со скоростью Q=0,125л/мин в поршневую полость гидроцилиндра, а для быстрого отвода отрезного круга со скоростью 0.6м/мин для плавной работы всей системы необходима подача масла со скоростью Q=0.375л/мин. Т.е. на

входе от гидростанции в систему применим дроссель МПГ55–12 с регулируемым расходом Q=0.375л/мин и давлением рабочий среды до 6.3 МПа

Для отрезного круга со скоростью резания 59.66м/с применительно подачу принять равной 300мм/мин, но так как конструктивно данный параметр уменьшен то дополнительных устройств защиты в схеме не предусматриваются.

3.2 Разработка электрической схемы управления

Электросхема спроектирована и рассчитана для обеспечения правильности работы всех узлов станка совместно с элементами гидропривода. Для безопасной работы станка предусмотрена работа установки в автоматическом режиме и ручном с обеспечением основных движений зажим, отрезка, разжим заготовки и отвод шпинделя отрезного круга. Так же схемой предусмотрены защита и блокировки обеспечивающие безопасность работающего персонала от электротравматизма и самой установки от перегрузок. Для обеспечения безопасности персонала электросхема обеспечивает нулевую защиту, исключающую самопроизвольное включение электропривода при восстановлении внезапно исчезнувшего напряжения. Для защиты установки: электродвигатели от токов короткого замыкания осуществляется автоматическими выключателями, защита от перегрузки–тепловыми реле. Защита цепей управления осуществляется предохранителем.

Кроме блокировок описанных выше, пуск двигателя будет не возможен без замыкания кнопочного концевого включателя установленного на защитном ограждении, т.е. пуск двигателей будет не возможен при открытом ограждение абразивного круга.

Электрическое сопротивление, измеренное между винтом заземления и любой токопроводящей частью станка, могущей оказаться под напряжением 36В и выше, не должно превышать 0.1 Ома.

С целью обеспечения надежного заземления все части станка соединены электрически с винтами заземления. Контур заземления участка должен быть подключен к станку, гидроагрегату и электошкафу.

3.2.1 Описание работы электросхемы

После закрытия ограждения круга загорается кнопка HL1 «Сеть», далее нажав кнопку Кн 1 подключаем вентиляцию и двигатель привода главного движения. Подключаем отдельно двигатели гидростанции установки Кн 2 и двигатель подачи заготовки в зону резания после установки трубы на цепной роликовый конвейер. По достижении заготовки концевика SQ12 отключается двигатель подачи и происходит зажим заготовки далее по циклу работает гидропривод осуществляя подвод, отвод шпиндельной бабки при срабатывание соответственно концевых включателей SQ3 и SQ4 настроенных на величину реза. Затем работу органов станка приводится в движение от гидропривода, где электрическая схема производит контроль крайних положений гидроцилиндров и контроль за выполнением циклов в заданном порядке.

3.2.2 Выбор элементов электрической схемы управления

Выбор элементов электрической схемы управления ведем в соответствии с [8]. Электрическими аппаратами называются электрические приборы, предназначенные для изменения, регулирования, сигнализации и контроля параметров объектов (двигатели, механизмы и т.п.) и цепей.

Для двигателя привода главного движения мощностью 5.5 кВт

необходимо применить следующие дополнительные пускорегулирующие аппаратуры: аппарат защиты должен иметь ток расцепителя автомата 16А в соответствии с [8] расчетами, приведенными ниже, подобрала автомат ВА51Г25–32 00 100 20 00 ОМЗ 380В 50Гц 16А и 14 кратной перегрузкой номинального тока. Автоматы применяются для защиты двигателей, так как имеют расцепители максимального тока и тепловые расцепители, по принципу работы соответствующие максимальным и тепловым реле. В схеме защиты автоматы обычно устанавливаются перед пускателем, где автомат QF служит для включения и отключения проводов и аппаратов, расположенных за ним по ходу электроэнергии в направлении двигателя, для защиты этих проводов и аппаратов от тока короткого замыкания и двигателя от тока короткого замыкания и перегрузки. Как и применено на совмещенной схеме управления установки.

Номинальный ток двигателя определяется по формуле (3.6)

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{P_{\text{дв.ном}}}{\eta \cdot U_{\text{дв.ном}}} \qquad (3.6)$$

где $P_{\text{дв.ном}}$ – номинальная мощность двигателя, Вт

η – к.п.д. электродвигателя

$U_{\text{дв.ном}}$ – номинальное напряжение питания двигателя, В

Подставляем в формулу (3.6)

$$I_{\text{дв.ном}} = \frac{5500}{0.94 \cdot 380} = 15.4\text{A}$$

Автоматические выключатели (автоматы)

Ток короткого замыкания равен по формуле (3.8)

$$I_{кз} = \frac{U_{дв.ном}}{R_я} \qquad (3.8)$$

где $U_{дв.ном}$ – номинальное напряжение питания двигателя,

$R_я$ – активное сопротивление обмотки якоря

Активное сопротивление обмотки якоря определяется по формуле (3.7)

$$R_я = \frac{U_{дв.ном} - \frac{M_{дв.ном}}{I_{дв.ном}}\left(\frac{n_{ном} \cdot 2 \cdot \pi}{60}\right)}{2 \cdot I_{дв.ном}} \qquad (3.7)$$

тогда

$$R_я = \frac{380 - \frac{18.44}{15.4}\left(\frac{3000 \cdot 2 \cdot 3{,}1415}{60}\right)}{2 \cdot 15.4} = 0{,}13 \text{ Ом.}$$

Таким образом

$$I_{кз} = \frac{380}{0.13} = 2914\text{A}$$

Так же в схеме для подобранного двигателя применила реле электротепловое РТИ–1316 по ТУ АГИЕ644336028, с током нагревательного элемента 16А. Аппараты защиты должен сработать при токе не превышающем номинальный ток на 20%, то есть подобранные устройства отвечают данному условию. В соответствии со справочными данными приняла пускатель КМ5 КМИ 1120 на номинальный ток двигателя до 20А.

Для двигателя подачи АИРС 80 В4 мощностью 1.7кВт с номинальным током $I_{дв.ном} = 6.05\text{A}$ аналогично приведенному выше примеру принято пускорегулирующее оборудование:

– автомат защиты ВА51Г25-32 00 100 20 00 ОМЗ 380В 50Гц 6.3А

– контактор КМ2 КМИ1090

– реле электротепловое РТИ-1312

Для двигателя насосной установки и приводного двигателя вентилятора вентиляционного пылеулавливающего агрегата ЗИЛ–900 АИР71 В2, следующие:

– автомат защиты ВА51Г25-32 00 100 20 00 ОМЗ 380В 50Гц 6.3А

– контактор КМ2 КМИ1090

– реле электротепловое РТИ-1312

4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЙТЕЛЬНОСТИ

4.1 Оценка опасных и вредных факторов на участке резки труб

При проектирование станков необходимо соблюдать все общие правила техники безопасности при работе на металлорежущих станках, изложенные в ГОСТ 12.2.009–80: «ССБТ. Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности». ГОСТ требует, чтобы передачи (ременные, цепные, зубчатые и др.), расположенные вне корпуса станка, были ограждены сплошными, с жалюзи или сетчатыми укрытиями в зависимости от необходимости наблюдения за ограждаемым механизмом. Предусматривается окраска в сигнальные цвета подвижных сборочных единиц и ограждающих устройств. В целях удобства и безопасности труда предъявляется ряд требований к органам управления станками, например снабжение органов управления надежными фиксаторами, исключающими самопроизвольное их перемещение и случайное включение; оснащение их соответствующими блокировками, исключающими возможность несовместимых движений сборочных единиц; обеспечение усилий на рукоятки и рычаги органов управления, не превышающих 40 Н (4 кгс) при постоянном ручном управлении, а для включаемых не более 25 раз в смену не более 80 Н (8 кгс); снабжение органов управления поясняющими надписями и символами и другие важные требования.

ГОСТ 12.2.009–80 предусматривает требования к устройствам для установки, закрепления деталей и инструмента на станках. В частности, вращающиеся устройства (патроны, поводки, планшайбы и др.) должны иметь гладкие наружные поверхности, а при наличии выступающих частей или углублений они должны иметь ограждения.

Предъявляется требование к электрическим, гидравлическим и пневматическим зажимам в отношении обеспечения безопасности в случае

неожиданного прекращения подачи электроэнергии, падения давления масла или воздуха в гидравлических или пневматических приводах. Содержится также важное требование об оснащении некоторых станков индивидуальным подъемным устройством для установки заготовок массой более 8кг, инструментов и приспособлений массой более 20кг.

ГОСТ 12.2.009–80 предусматривает требования к оснащению станков устройствами для отсоса из зоны обработки загрязненного воздуха (пыль, мелкая стружка, вредные для здоровья аэрозоли), включая пылестружкоприемники и отсасывающие агрегаты. ГОСТ приводит требования к ограничению шума и вибрации станков, рациональному устройству местного освещения, решению задач электробезопасности.

Так же, при организации работы на отрезных станках, особенно на маятниковых пилах, в процессе работы необходимо предусматривать ряд мероприятий по безопасности труда и строго выполнять требования ГОСТ 12.3.028–82 «ССБТ. Процессы обработки абразивным и эльборовым инструментом. Требования безопасности».

Следует иметь в виду, что абразивный и эльборовый инструмент, вращающийся с большой рабочей окружной скоростью (до 120 м/с), представляет серьезную опасность травмирования рабочих. Он обладает большой чувствительностью к ударным нагрузкам и сотрясениям, на его прочность влияют воздействия температуры и влажности. В связи с этим необходимо предусмотрела ряд мер, в виде защитного кожуха и оградительного щита предупреждающих разрыв шлифовального круга во время работы, так как части разорвавшегося круга могут травмировать станочника и окружающих лиц. Следует помнить об опасности прикосновения к быстровращающемуся отрезному кругу, а также о значительном пылеобразовании в зоне резания при работе круга без СОЖ. В этом случае пыль абразива может привести к травмированию глаз.

К основным мероприятиям, обеспечивающим безопасность при работе

на спроектированной установки для резки труб, относятся:

– предварительный осмотр и соблюдение правил хранения абразивных и эльборовых кругов;

– испытание кругов на прочность;

– соблюдение требований и норм безопасности при установке и закреплении инструмента на шпинделе станка;

– безопасные приемы правки шлифовальных кругов;

– правильное устройство и использование средств обеспыливания;

– соблюдение станочниками инструкций по безопасной работе на станках

4.1.1 Осмотр кругов

В соответствии с ГОСТ 12.3.028–82 абразивный и эльборовый инструмент, получаемый заводом потребителем, должен быть подвергнут внешнему осмотру с целью своевременного обнаружения видимых дефектов круга (трещин, выбоин и т.п.). Кроме того, круги необходимо слегка простукивать деревянным молоточком массой 200–300 г по торцовой поверхности для обнаружения внутренних дефектов (трещин) по звуку. Перед простукиванием круг должен быть просушен, очищен от упаковочного материала и свободно надет на деревянный или металлический стержень. Осмотр и простукивание должны проводить опытные работники отдела технического контроля. Круги, на которых обнаружены видимые трещины или выбоины, а также круги, издающие при простукивании дребезжащий звук, недопустимо использовать в работе. Круги не должны иметь трещин. Повреждение кромок не допускается длиной и шириной более 3мм в количестве более двух – для кругов диаметрами до 400 мм.

4.1.2 Испытание кругов на механическую прочность

Цель испытаний – выявить возможные повреждения кругов во время их транспортировки, распаковки, укладки и т.д. Испытания должны проводиться предприятиями-потребителями инструмента независимо от наличия паспорта испытания, составленного заводом - изготовителем. Согласно ГОСТ 12.3.028–82 испытанию на механическую прочность подвергаются все круги, работающие со скоростями 40 м/с. Испытания должны проводиться на специальном стенде путем вращения кругов без нагрузки со скоростями, превышающими рабочие скорости на 30–50% в зависимости от вида инструмента, его наружного диаметра и рабочей скорости. Продолжительность испытания шлифовальных кругов должна быть 1,5–3 мин в зависимости от диаметра круга и рода связки (керамическая, органическая, металлическая). Стенды должны обеспечивать постепенное и бесступенчатое доведение скорости до испытательной. Круги испытывают при закрытой двери камеры стенда, которую оборудуют блокировкой, исключающей возможность открывания ее двери во время вращения шпинделя станка. К испытанию абразивного и эльборового инструмента допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинский осмотр, специальное обучение и инструктаж. Данные о результатах испытания регистрируются в специальной книге. На шлифовальных кругах (кроме кругов диаметром менее 250 мм и эльборовых) наносятся полосы: желтого цвета – на кругах с рабочей скоростью 60 м/с, красного — 80; зеленого – 100; зеленого и синего – 125 м/с.

4.1.3 Оградительные устройства и средства обеспыливания

Кроме устройств, общих для всех металлорежущих станков (ограждение приводных и передаточных механизмов, средств

электробезопасности, местного освещения и т.д.), на установке резки труб предусмотрено специальное устройство для обеспечения безопасности труда. К этим устройствам относятся: ограждение шлифовального круга, выполненное в зависимости от специфических особенностей станка и инструмента; ограждение стола станка, прозрачный экран для защиты глаз рабочего от ранений отлетающими частицами; устройства, отсасывающие абразивную и металлическую пыль при работе без СОЖ.

4.1.4 Ограждение круга

Конструкция ограждения шлифовального круга определяется формой и размерами круга и обрабатываемой детали, способом использования круга и конструкцией станка. Для маятникового станка, предназначенных для обработки наружных поверхностей деталей отрезным кругом, применил постоянный защитный кожух. Кожух охватывает круг со всех сторон, оставляя открытой только ту его часть, на которой протекает процесс обработки. Очевидно, что чем меньшая часть круга открыта во время работы, тем меньше опасность в случае его разрыва. Схема расположения и максимально допустимые углы открытия защитного кожуха, установленные ГОСТ 12.3.028–82, даны на рисунке 14.

Везде, где позволяют условия работы, следует стремиться к уменьшению угла раскрытия кожуха. Это особенно важно, так как по мере срабатывания круга угол его открытия фактически увеличивается и возможность вылета из кожуха осколков возрастает. В ряде случаев регулирование угла раскрытия кожуха легко осуществляется путем устройства на защитном кожухе передвижного козырька, который может закрепляться в различных положениях.

Конструкция кожуха предусматривает возможность легкой смены сработавшего круга. Это достигается тем, что одна из торцовых частей

кожуха сделана съемной. Во время работы круга съемная часть кожуха должна быть надежно закреплена на его корпусе, так как при разрыве возможно самое разнообразное направление полета осколков круга. Для предупреждения заматывания одежды рабочего и возможных ушибов его концом шпинделя с крепежной гайкой эти детали в процессе работы круга ограждены специальным колпачком, которым снабжена съемная часть

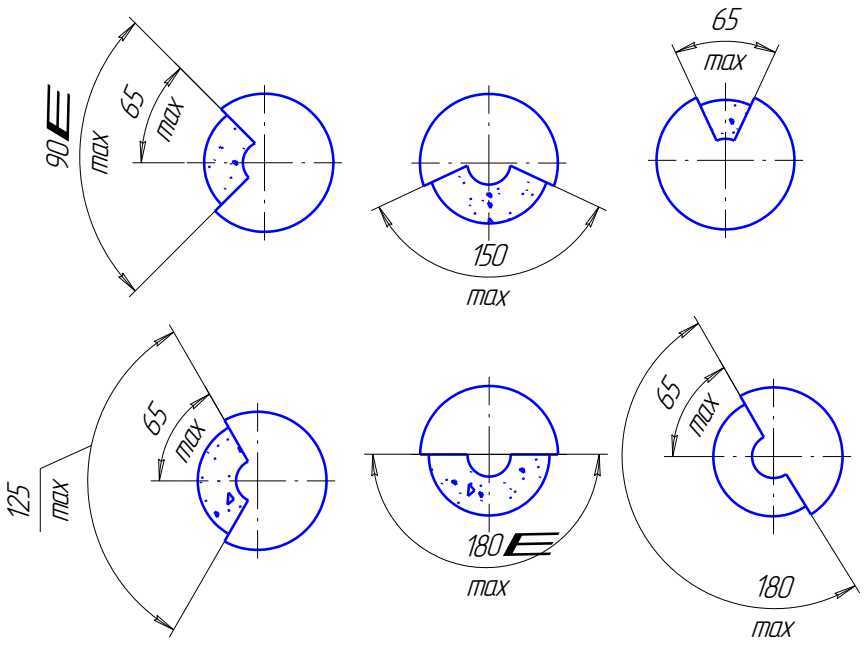

Рисунок 14 – Углы открытия защитного кожуха

защитного кожуха. Между кругом и стенками защитного кожуха были предусмотрены зазоры, исключающие соприкосновение вращающегося круга или закрепляющих его деталей с внутренними стенками кожуха. Чрезмерно большие зазоры увеличивают опасность вылета осколков круга в случае его разрыва и ухудшают условия отсоса абразивной пыли.

Защитный кожух был спроектирован в соответствии с ГОСТ 12.3.028–82 который, устанавливает минимальную толщину стенок защитного кожуха в зависимости от размеров круга и его рабочей скорости.

Указание мер безопасности при работе на установке резки труб:

1). Необходимо соблюдать все общие правила техники безопасности при работе на металлорежущих станках, изложенные в ГОСТ 12.2.009–80

2). Запрещается допускать рабочего к работе на установке не ознакомив предварительно с руководством по эксплуатации.

3). Перед первоначальным пуском проверить заземление установки

4). Перед началом работы на установке в обязательном порядке проверить исправность: дверок ограждения; зажим материала – рабочая подача.

5).Запрещается во время работы станка производить какие–либо регулировки.

6). Отрезные круги для работы со скоростью резания 50, 80 м/с (для неизношенного круга) перед установкой на станок испытать на разрыв при скорости при скорости резания 65, 104 м/с (ГОСТ12.2.001–74).

7). Работа отрезными кругами с трещинами или с выщербленными рабочими кромками не допускается.

8). Работа на установке с поврежденным стеклом окна ограждения или при отсутствии его запрещается.

9). Работа на станке разрешается только при подключении его к воздухоотсасывающей установке производительностью не менее 700 $м^3$/час. Включение установки должно производится одновременно с включением установки резки труб.

10). Смену отрезного круга производить только после полной остановки двигателя привода шпинделя.

11).Работы по профилактическому обслуживанию и ремонту установки производить только после его полной остановки и отключения от сети.

12). Необходимо после каждой смены производить очистку рабочей зоны и станины от шлама с использованием охлаждающей жидкости.

13). Электро– и гидрооборудование станка должно обслуживаться только специально обученными лицами.

14). После окончания работы установку необходимо отключить от электросети.

4.2 Проектирование и расчет системы вентиляции

Изучение статистических материалов о травматизме показывает, что одной из причин несчастных случаев, связанных с воздействием стружки и пыли на организм станочника, является незнание последствий этого воздействия, а в некоторых случаях пренебрежение опасностью, неоправданный риск работы без средств защиты. Это относится и к проектировщикам и создателям станков, которые иногда игнорируют установленные предельно допустимые нормы запыленности и требования безопасности, предусмотренные ГОСТ.

Одной из самых распространенных систем удаления пыли и стружки от режущих инструментов является пневматическая система. Основными элементами пневматической системы удаления пыли, и стружки от режущих инструментов являются: специальные пылестружкоприемники, транспортная сеть, стружкоотделитель, пылеотделитель (фильтр) и побудитель тяги воздуха.

На установке для автоматической резки труб установлен специальный обеспыливающий кожух. Такие кожухи устраиваются не только для защиты рабочего от пыли, но от травм, поэтому их называют защитно-обеспыливающими. Кожух охватывает круг со всех сторон, оставляя открытой только ту его часть, на которой протекает процесс обработки. Схемы расположения и допустимые углы открытия защитного кожуха, установленные ГОСТ 12.3.028–82 для маятниковой пил даны на рисунке 4.1 д.

Расход воздуха, отсасываемого от кожуха станка с сухими кругами, приняла равным большему из двух следующих значений[9], определяемых

по формулам (4.1) и (4.2)

$$L_1 = 3600 \times F \times v_0 \quad (4.1)$$

$$L_2 = D \times k_L \quad (4.2)$$

где F – площадь живого сечения рабочего отверстия кожуха, $м^2$;

v_0 – скорость в воздухоприемном отверстие кожуха, $м/с$;

при направлении пылевого факела непосредственно вдоль отверстия кожуха

$$v_0 = (0.3 \div 0.4)v_K$$

здесь v_K – максимальная окружная скорость вращения круга, $м/с$

D – диаметр круга, мм;

k_L – удельная величина отсоса воздуха, $м^3/(ч \cdot мм)$, принимаемая для заточных и шлифовальных станков с абразивными кругами в зависимости от диаметра круга, а именно:

при $D\langle 250мм$ $k_L = 2$

при $D250...600мм$ $k_L = 1.8$

при $D\rangle 600мм$ $k_L = 1.6$

Подставляем в формулы (4.1) и (4.2)

$$L_1 = 3600 \times 0.4 \times 50 \times 0.01 = 720 \text{ (м/с)};$$

$$L_2 = 400 \times 1.8 = 720 \text{ (м/с)}$$

Для очистки аспирационного воздуха при обработке материалов на абразивных кругах ранее использовались следующие типы индивидуальных

пылеулавливающих агрегатов: пылесос В19–101, вентиляционный пылеулавливающий агрегат МИОТ–59М, пылесборник Н–801–57.

В настоящее время широко применяется пылеулавливающий агрегат ЗИЛ–900, имеющий две ступени: циклон и рукавный фильтр. Агрегат ЗИЛ–900 предназначен для одного станка с одним кругом диаметром 350мм и более или для станка с двумя кругами диаметром 250мм и менее. Производительность агрегата $900\,м^3/ч$,эффективность очистки от твердых частиц абразивной пыли 0.995.

Агрегат разработан ПО «Авто ЗИЛ» и выпускается серийно. Данный агрегат по своим техническим характеристикам удовлетворяет условию ограждения рабочего от вредного воздействия пыли образующейся в процессе резки. Упрощенная схема вентиляции абразино-отрезного станка изображена на рисунке 15

.

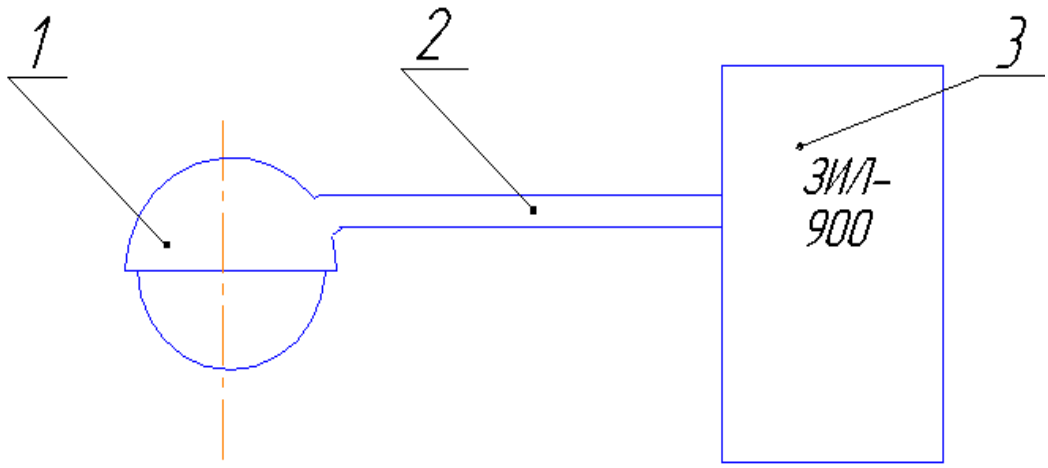

Рисунок 15 – Упрощенная схема вентиляции абразивно–отрезного станка

1 – защитно обеспыливающий кожух

2 – вентиляционный канал входным сечением $100см^2$

3 – вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ–900

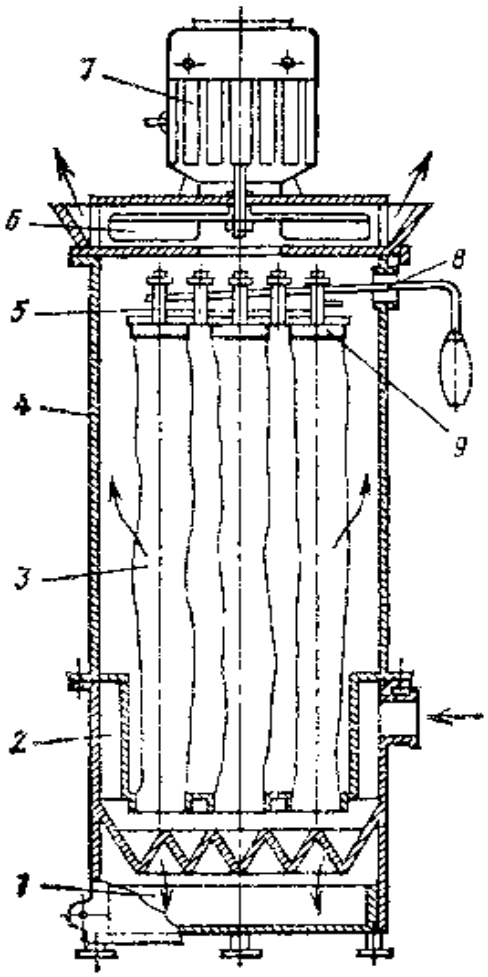

Рисунок 16 – Вентиляционный пылеулавливающий агрегат ЗИЛ–900

1 – пылесборник; 2 – циклон; 3 – рукав; 4 – корпус; 5 – механизм встряхивания рукавов; 6 – вентилятор; 7 – электродвигатель; 8 – рукоятка механизма встряхивания рукавов; 9 – крепление рукавов

4.3 Средства индивидуальной защиты

Так как технические решения в полной мере не могут оградить работающих на установке необходимо применять средства защиты. Средства защиты работающих в зависимости от характера их применения подразделяют на две категории:

– средства коллективной защиты;

– средства индивидуальной защиты.

Средства индивидуальной защиты в зависимости от назначения

подразделяют на классы:

1). Костюмы изолирующие

2). Средства защиты органов дыхания

3). Одежда специальная защитная

4). Средства защиты ног

5). Средства защиты рук

6). Средства защиты головы

7). Средства защиты лица.

8). Средства защиты глаз

9). Средства защиты органа слуха

10). Средства защиты от падения с высоты и другие предохранительные средства

11). Средства дерматологические защитные, очистители кожи, репаративные средства.

12). средства защиты комплексные.

Классификация средств индивидуальной защиты в зависимости от опасных и вредных производственных факторов производится–по ГОСТ 12.4.064, ГОСТ 12.4.034, ГОСТ 12.4.103, ГОСТ 12.4.023, ГОСТ 12.4.013 и ГОСТ 12.4.068.

4.3.2 Общие требования

1). Средства защиты работающих должны обеспечивать предотвращение или уменьшение действия опасных и вредных производственных факторов.

2). Средства защиты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов.

3). Средства защиты должны отвечать требованиям технической эстетики и эргономики.

4). Выбор конкретного типа средства защиты работающих должен осуществляться с учетом требований безопасности для данного процесса или вида работ.

5) .Средства индивидуальной защиты следует применять в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно–планировочными решениями и средствами коллективной защиты.

6). Средства индивидуальной защиты не должны изменять своих свойств при их стирке, химчистке и обеззараживании.

7). Средства индивидуальной защиты должны подвергаться оценке по защитным, физиолого-гигиеническим и эксплуатационным показателям.

8). Требования к маркировке средств индивидуальной защиты должны соответствовать ГОСТ 12.4.115 и стандартам на маркировку на конкретные виды средств индивидуальной защиты.

9). Средства индивидуальной защиты должны иметь инструкцию с указанием назначения и срока службы изделия, правил его эксплуатации и хранения.

Рабочие и служащие, работающие на установке для защиты от воздействия опасных и вредных производственных факторов должны быть обеспечены спецодеждой, спец обувью, защитными очками и наушниками в соответствии с действующими типовыми отраслевыми нормами, утвержденными в установленном порядке. Спецодежду работающих следует периодически сдавать в химчистку и хранить отдельно от верхней одежды. Чистка должна проводится по мере загрязнения, но не реже 2–х раз в месяц.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Современное машиностроение развивается в условиях жесткой конкуренции, и развитие его идет в направлениях: существенное повышение качества продукции; сокращение времени обработки на новых станках за счет технических усовершенствований; повышение интеллектуальной оснащенности машиностроительной отрасли. Каждые 10 лет развития науки и техники характеризуются усложнением технических объектов в 2–3 раза. Учитывая, что период освоения новых технологических процессов в промышленности составляет значительный период (5 и более лет) и эффективность процессов обработки растет также медленно, главным резервом повышения экономических показателей машиностроительного производства остается повышение степени непрерывности рабочего процесса. Эта задача в машиностроении решается главным образом путем автоматизации производственного процесса и совершенствованием управления производственным процессом.

Целью данного дипломного проекта является автоматизация и механизация участка резки труб. Для достижений целей социально-экономического развития производственных систем необходим комплекс мероприятий в каждом из направлений: совершенствование принципов организации и методов планирования производства; внедрение новых и совершенствование существующих технологических процессов; повышение уровня автоматизации проектирования и изготовления. В настоящее время отрезка трубы осуществляется путем ручной резки на абразивно–отрезном станке.

В результате модернизации уменьшится количество используемого производственного персонала, а также многократно сократится время изготовления одной трубы длиной 2м, что в свою очередь приведет к снижению себестоимости изготовления продукции. Экономическую часть

рассчитываем по [27].

5.1 Расчет затрат на проектирование и сборку установки для резки труб

Данный расчёт заключается в определении затрат времени на составление и проектирование конструкторской документации, сборки узлов и изделия в целом. Расчёт трудоёмкости конструкторской разработки проекта на основе полученных данных отдела 295 «Проектно–конструкторский отдел» ФГУП ПО «ЗМЗ» помещаются в таблицу 9.

Таблица 9 – Трудоёмкость конструкторской разработки установки резки труб

Вид работ	Стадия проектирования	Кол-во учетных единиц	Нормы времени, нормочас		Исполнитель
			На единицу	всего	
1)Техническое предложение	Разработка документации	1	120	120	И.К.–1
2)Чертежи общего вида и узлов установки	Разработка документации	1	35	35	И.К.–1
3)Чертеж схем управления	Разработка документации	2	22	44	И.К.–1
4)Прочие работы :	Разработка документации	3	0.8	2.4	И.К.–1
а)спецификация					
б)пояснительная записка		30	1.5	45	
в)конструкторский контроль		2	0.8	1.6	
итого				248	

Пояснение: И.К.–1 – инженер–конструктор 1 категории

Одним из важнейших предварительных показателей оценки технологичности конструкций является их общая трудоемкость, определяемая как сумма трудоемкости проектирования установки, сборки узлов и изделия в целом, включая испытания, или как сумма затрат по видам работ.

Общая трудоемкость вычисляется по формуле (5.1)

$$T_{общ} = T_{сл.сб} + T_{кпм} + T_{пр}, \quad (5.1)$$

где $T_{мех}$, $T_{сл.сб}$, $T_{кпм}$ и $T_{пр}$ – трудоемкость соответственно слесарно–сборочных, конструкторской подготовки проекта установки резки труб и пуско–наладочных работ.

На основе полученных данных завода: $T_{сл.сб}$=16 нормо–ч, $T_{кпм} = 248$ нормо–ч, $T_{пр}$=28 нормо–ч, тогда

$$T_{общ} = 16 + 248 + 28 = 292 \text{ нормо–часа}$$

5.1.1 Расчет затрат на основные материалы

В данный участок резки труб до модернизации имелась установка ручной резки труб, кран – балка, установка вентиляции воздуха ЗИЛ–900.

Для осуществления проекта необходимо приобрести дополнительное оборудование согласно таблице 10: конвейер; гидрооборудование, электрооборудование на модернизацию станка абразивной резки труб.

Таблица 10 – Расчет затрат на покупные детали и узлы установки

Наименование оборудования	Количество, шт.	Стоимость, руб.	
		Единицы	Общая
Конвейер	1	1528	1528
Редуктор 2ЧМ–80	1	7840	7840
Металлоконструкция узлов установки	1	512	512
Гидростанция Г48–1:10–1.1(2.5)	1	12844	12844
Переключатели потока:			
РХ10 44 1 00	4	538	2152
РХ10 75 1 00	4	488	1952
Реле давления ПГ 62–11	4	617	2468
Гидрозамки Г51–31	4	368	1472
Двигатели :			
АИР100L2	1	4788	4788
АИР71 В2	2	2080	4160
АИРС 80В4	1	2380	2380
Автомат токовой защиты 51ВА Г25	5	280	1400
промежуточное реле РП21–004–УХЛА	9	180	1620
Контактор КМИ 1090	4	600	2400
Реле электротепловое РТИ-1314	4	133	532
Микропереключатель:			
МП2206Л	3	600	1800
ВПК2111А УХЛ4	2	584	1168
Гидроцилиндры:			
ЦРГ $40\times20\times100$	2	1215	2430
ЦРГ $25\times12\times100$	2	844	1688
Предохранитель	1	25	25
Итого			55159

5.1.2 Расчет заработной платы основной, дополнительной с учетом ЕСН на проектирование и сборку установки резки труб

Основную заработную плату производственных рабочих, занятых на модернизации установки, определяют по суммарной трудоемкости спроектированной установки, выраженной в нормо–часах, на среднечасовую тарифную ставку рабочих, занятых на различных видах работ при сборке установке. Расчет средней зарплаты по часовым тарифным ставкам, согласно данным отдела 295 ФГУП ПО «ЗМЗ» и ООО «Златоустгазстрой» приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет средней зарплаты по часовым тарифным ставкам

Квалификация исполнителей	Разряд	Тарифная ставка, руб/час	Необходимое время нормо–час.	Средняя зарплата по тарифу
Инженер–конструктор	1категория	35	248	8680
Слесарь–ремотник	5	17.5	16	280
Электрик	5	17.8	28	498,4
				9458,4

Дополнительная заработная плата производственного персонала $С_{ДЗ}$, руб. вычисляется по формуле (5.2)

$$С_{ДЗ} = (К_{доп}+К_{пояс}) \times С_{ср} \quad (5.2)$$

где $К_{доп}$ = 0,2 – коэффициент, определяющий величину дополнительной зарплаты (премия)

$К_{пояс}$ = 0,15 – поясной коэффициент;

$C_{ср}$ – средняя заработная плата.

$$C_{дз} = (0,15+0,2) \times 9458 = 3103.3 \text{руб}$$

Единый социальный налог составляет 30% от общего фонда заработной платы и вычисляется по формуле (5.3)

$$E_{соц.н.} = 0.3 \times (C_{ср} + C_{дз}) \quad (5.3)$$

Оттуда

$$E_{соц.н.} = 0.3 \times (9458 + 3103.3) = 3587.9 \text{ руб.}$$

Тогда основная зарплата составит

$$C_{о} = E_{соц.н.} + C_{ср} + C_{дз} \quad (5.4)$$

$$C_{О} = 3587.9 + 9458 + 3103.3 = 16149.2 \text{ руб.}$$

5.1.3 Расчет накладных расходов на проектирование и сборку установки абразивной резки труб

Расчет накладных расходов на проектирование и сборку установки абразивной резки труб вычислим по формуле (5.6)

$$Н_{р} = к_{нр} \times C_{о} \quad (5.6)$$

где $к_{нр}$ – коэффициент учитывающий накладные расходы, $к_{нр}$=23%, тогда

$$Н_{р} = 0,23 \times 16149.2 = 3714.3 \text{руб}$$

5.1.4 Расчет транспортных затрат на проектирование и сборку установки абразивной резки труб

Расчет транспортных затрат на проектирование и сборку установки абразивной резки труб по данным предприятия принять 1% от основной заработной платы

$$Н_{тр} = 16149.2 \times 0.01 = 161.49 руб$$

5.1.5 Общие затраты на проектирование и сборку установки абразивной резки труб

Итоговые затраты на проектирование и сборку установки абразивной резки труб можно вычислить по формуле (5.7)

$$З = С_{пок} + С_{о} + Н_{р} + Н_{тр} \quad (5.7)$$

где $С_{пок}$ – стоимость покупных комплектующих изделий, руб.;

$С_{о}$ – заработная плата основных рабочих (с начислениями), руб.;

Нр – накладные расходы, руб.;

$Н_{тр}$ – транспортные расходы

Тогда

$$З = 55159 + 16149.2 + 3103.3 + 161.49 = 74572.99 руб$$

5.2 Расчет затрат для определения себестоимости единицы продукции, изготовляемой на базовом и проектируемом оборудование

Экономическую эффективность спроектированного агрегата (станка) при внедрении его в производство определяют путем сравнения себестоимости обработки изделия (детали, операции) на проектируемом и действующем оборудовании.

При определении себестоимости обработки детали на проектируемом оборудовании рассчитывают: заработную плату станочника (оператора); затраты на все виды энергии, необходимые для осуществления технологического процесса (электроэнергии, сжатого воздуха, гидросмеси); расходы по эксплуатации режущего инструмента; затраты, связанные с содержанием и эксплуатацией оборудования; амортизационные расходы.

5.2.1 Расчет зарплаты рабочего при работе на проектируемой установке и базовой модели

При расчете заработной платы следует учитывать также разряд выполняемой работы и разряд рабочего, как для базового, так и для проектного вариантов.

Основная заработная плата станочника вычисляется по формуле (5.8)

$$C_{зо} = T_{шт} \times C \times K \times K_1 \qquad (5.8)$$

где $T_{шт}$ – норма штучного времени на операцию;

С – часовая тарифная ставка соответствующего разряда работ;

К – коэффициент, учитывающий премии за выполнение и перевыполнение технически обоснованных норм, за перевыполнение производственных заданий и т.д. (1,10–1,20);

$К_1$ – коэффициент, учитывающий поясную надбавку, которая для условий Урала составляет 15% от прямой заработной платы. Основные данные для расчетов указаны в таблице 12.

Таблица 12 – Зарплата рабочего при резке трубы на проектируемой установке и базовой модели

Наименование операции	Норма времени на операцию, мин		Разряд рабочего		Часовая тарифная ставка	
	проект	Базовый вариант	проект	Базовый вариант	проект	Базовый вариант
разметка	0,08	0,9	3	3	32,25	32,25
отрезка	0,5	2,53	3	4	32,25	36,41

Итого:

1). Для проектной модели

$$С_{зо} = 0{,}58 \times 32{,}25 \times 1{,}20 \times 1{,}15 \times \frac{1}{60} = 0{,}43 руб/рез$$

2). Для базовой модели

$$С_{зо} = (0{,}9 \times 32{,}25 + 2{,}53 \times 36{,}41) \times 1{,}20 \times 1{,}15 \times \frac{1}{60} = 2{,}786 руб/рез$$

Величина заработной платы вспомогательных рабочих рассчитывается косвенным методом пропорционально заработной плате основных рабочих на основании формулы (5.9)

$$С_{ЗВ} = С_{ЗО} \times К_{ЗП} \qquad (5.9)$$

где $К_{ЗП}$ – коэффициент, учитывающий количество вспомогательных рабочих, равен – 0,15.

Тогда для 1).Базовой модели

$$С_{ЗВ} = 2,786 \times 0,15 = 0,418 руб.$$

2).Проектной модели

$$С_{ЗВ} = 0,430 \times 0,15 = 0,064 руб.$$

Заработная плата, приходящаяся на изделие, определяется по следующей формуле (5.10)

$$С_З = n \times (С_{ЗО} + С_{ЗВ}) \qquad (5.10)$$

где n – число рабочих потребных для выполнения заданной операции

Базовая модель

$$Сз = 3(2,786 + 0,418) = 9,612 руб./рез.$$

Проектная модель

$$Сз = 0,430 + 0,064 = 0,494 руб/рез$$

5.2.2 Расчет затрат по эксплуатации оборудования

Затраты на эксплуатацию оборудования складываются из затрат на его амортизацию и ремонт, электроэнергию, топливо и другие энергоносители, на смазочно-обтирочные материалы, т.е. по формуле (5.11)

$$C_O = \sum_{I=1}^{M} C_{ai} + C_{Pi} + C_{Эi} + C_{Bi} \qquad (5.11)$$

где C_{ai}– затраты на амортизацию оборудования, приходящиеся на изделие при выполнении i-ой операции;

C_{Pi}, $C_{Эi}$, C_{Bi} – затраты на ремонт оборудования, энергоносители, на смазочно-обтирочные материалы.

Затраты на амортизацию оборудования C_{ai}, приходящиеся на операцию по излагаемому методу расчета, включают лишь ту их часть, которая предназначена на реновацию (замену) оборудования. Величина их рассчитывается по формуле (5.12)

$$C_{ai} = \frac{\sum_{i=1}^{м} Ф_{П(Б)i} \times O_i \times З_i \times H_{ai}}{Q_{ГЗ} \times 100} \qquad (5.12)$$

где $Ф_{П(Б)i}$ – балансовая стоимость оборудования, руб

O_i – количество технологического оборудования, занятого при выполнении i-ой операции изготовления данных изделий, ед./опер;

$З_i$ – коэффициент занятости технологического оборудования выполнением i-ой операции изготовления данных изделий;

$Q_{ГЗ}$ – годовое количество изделий, шт.;

H_{ai} =12,5–норма амортизационных отчислений на замену оборудования в год,%

Годовая производственная программасоставляет

Qг.з. = 3857 рез./год.

Тогда величина затрат на амортизацию оборудования, приходящихся на изделие при выполнении операции резки

$$C_{ai} = \frac{1000 \times 1 \times 1{,}05 \times 12{,}5}{3857 \times 100} = 0{,}034 \text{руб}$$

$C_{ai} = 0{,}034 \text{руб}$ затраты на амортизацию базовой модели

$$C_{ai} = \frac{74572.99 \times 1 \times 1{,}05 \times 12{,}5}{3857 \times 100} = 2{,}538 \text{руб}$$

$C_{ai} = 2{,}538 \text{руб}$ – затраты на амортизацию проектной модели

Затраты на ремонт оборудования определяются формулой (5.13)

$$C_{P} = \sum_{I=1}^{M} \frac{R_i \times W_i \times K_{Эi} \times O_i \times З_i}{T_{РЦi} \times Q_{ГЗ}} \qquad (5.13)$$

где R_i – группа ремонтной сложности основной части оборудования i-ой операции;

W_i– средняя величина затрат на все виды ремонтов и осмотров основной части оборудования, приходящихся на единицу ремонтной сложности за один ремонтный цикл на i-ой операции, руб./ ед. рем. сложности;

$К_{Эi}$– коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части оборудования (Кэ> 1);

O_i– количество оборудования, занятого при выполнении i–ой операции, ед/опер;

$З_i$ – коэффициент занятости технологического оборудования выполнением i–ой операцией;

$T_{РЦi}$ – длительность ремонтного цикла оборудования i–операции, год/цикл;

$Q_{ГЗ}$ – годовое количество изделий, запускаемых в производство, шт.

Затраты на ремонт оборудования (C_P) рассчитываются по таблице 13 и 14.

Таблица 13 – Затраты на ремонт оборудования базовой модели

Наименование операции	Кол-во обор, ед.	Группа ремонтной сложности, ед. рем. сложности	Длительность ремонтного цикла, лет/ цикл	Затраты на все виды ремонта за ремонтный цикл, руб./ед. рем. сложности	Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части
Резка трубы	1	8	6,0	86	1,3

Для базовой модели

$$C_{р1} = (8 \times 86 \times 1,3 \times 1 \times 1,1) / (6,0 \times 1000) = 0,16 \text{руб/рез}$$

Таблица 14 – Затраты на ремонт оборудования проектной модели

Наименование операции	Кол-во обор, ед.	Группа ремонтной сложности, ед. рем. сложности	Длительность ремонтного цикла, лет/ цикл	Затраты на все виды ремонта за ремонтный цикл, руб./ед. рем. сложности	Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт энергетической части
Резка трубы	1	25	6,0	256	1,3

Для проектной модели:

$$C_{р1} = (25 \times 256 \times 1,3 \times 1 \times 1,1)/(6,0 \times 74572.99) = 0,02 \text{руб/рез}$$

Затраты на силовую электроэнергию, топливо рассчитываются путем умножения электроемкости, топливоёмкости, либо энергоемкости всей продукции за год на заводскую стоимость 1кВт·ч электроэнергии или единицы .

Затраты на силовую электроэнергию $C_Э$ вычисляем по формуле (5.14)

$$С_Э = Э_{Сi} \times Ц_Э \qquad (5.14)$$

где $Э_{Сi}$– расход электроэнергии силовой, кВт·ч./ опер на резку трубы абразивно - отрезным кругом;

$$Э_{сб} = N_e /(6 \cdot 10^{-5} \times S_{прод} \times S_{поп} \times S_{верт} \times \rho) \qquad (5.15)$$

$$Э_{сб} = 3кВт /(6 \cdot 10^{-5} \cdot 3{,}2 \cdot 1 \cdot 100 \cdot 7900) = 0{,}019$$

где ρ – плотность разрезаемого материала

$Ц_Э$ – стоимость 1 кВт·ч. электроэнергии, руб.

$$С_Э = 0{,}037 руб.$$

Затраты на силовую электроэнергию для проектируемой модели вычислим по формуле (5.16)

$$С_э = \frac{N \times К}{60 \times \eta} \times t_{маш} + С_{гидро} \qquad (5.16)$$

коэффициент использования мощности электродвигателей (примерно 0,8-0,9);

где N – основная плата за фактический расход электроэнергии (коп. за 1 кВт–ч);

$t_{мащ}$– машинное время на одну деталь (операцию), мин;

η – средний КПД электродвигателей (примерно 0,92–0,94).

$С_{гидро}$ – стоимость V гидросмеси применяемой на данном станке масло «Турбинное» марки Т22 ГОСТ32-74

$$С_э = \frac{(5{,}5 + 1{,}7 + 1{,}1 + 1{,}1 + 1{,}7)0{,}8 \times 1{,}96}{60 \cdot 0{,}94} \cdot 0.58 + 0.15 = 0.73 руб$$

Затраты на смазочно–обтирочные материалы охватывают не только затраты на смазочно–обтирочные материалы, но и затраты на охлаждающие жидкости, масла для гидроприводов, расход которых обусловлен эксплуатацией данного оборудования и оснастки. Величина $С_В$ в расчетах определяется по формуле (5.17)

$$С_в = \frac{\sum_{i=1}^{M} С_{Гi} \times О_i \times З_i}{Q_{гз}} \qquad (5.17)$$

где $С_{Гi}$ – годовые затраты на вспомогательные материалы по оборудованию, руб./ ед. обор.;

$О_i$ – количество оборудования, занятого при выполнении i–ой операции, ед.;

$З_i$ – коэффициент занятости оборудования выполнением i–ой операции;

$Q_{ГЗ}$ – годовое количество изделий, запускаемых в производство, шт.

Годовые затраты на вспомогательные материалы по оборудованию ($С_{Гi}$) берутся из таблицы 15.

Таблица 15 – Годовые затраты на вспомогательные материалы

Вид оборудования	Вспомогательные материалы по видам оборудования, руб.
Проектируемая модель	867

Получим затраты на вспомогательные материалы

$$С_в = \frac{867 \times 1 \times 1{,}1}{3857} = 0.24 \text{руб/рез}$$

Таким образом, затраты на эксплуатацию оборудования равны (5.18)

$$C_O = C_{ai} + C_{Pi} + C_{Эi} + C_{Bi} \quad (5.18)$$

Базовая

$$C_O = 0.034 + 0.16 + 0.037 + 0 = 0.231 \text{руб}$$

Проектная

$$C_O = 2.538 + 0.02 + 0.73 + 0.24 = 3.528 \text{ руб}$$

5.2.3 Расчет затрат по использованию производственных зданий

Затраты по использованию и содержанию производственных зданий и помещений охватывают их амортизацию, ремонт, отопление, освещение и уборку в расчете на площадь, которая занята рабочим при выполнении операции.

Величина затрат на производственные помещения C_K рассчитывается с помощью формулы (5.19)

$$C_K = \sum_{i=1}^{M} \frac{S_{Oi} \times З_{Si} \times C_{ГР}}{Q_{ГЗ}} \quad (5.19)$$

где So_i – площадь, потребная для выполнения i–й операции, $м^2$;

$Зs_i$– коэффициент занятости площади при выполнении i–й операции изготовления данного изделия;

Сгр – годовые расходы на содержание помещения, приходящиеся на $1м^2$ площади цеха, $\frac{\text{руб./год}}{м^2}$;

$Q_{ГЗ}$ –годовое количество изделий, запускаемых в производство, шт./год.

Общая площадь цеха (S) равна 250 $м^2$.

Площадь, необходимая для выполнения i-ой операции, (S_{Oi}) составляет

Базовая модель:1м^2

Проектная модель:6 м^2

Коэффициент занятости площади при выполнении i–ой операции изготовления изделия ($Зs_i$) рассчитывается по формуле (5.20)

$$З_{Si} = \frac{S_{Oi}}{S} \qquad (5.20)$$

В нашем случае коэффициент занятости площади при

Базовая модель

$$Зs_1 = 1 / 112 = 0{,}009;$$

Проектная модель

$$Зs_2 = 6 / 112 = 0{,}05;$$

При работе в одну смену годовые расходы на содержание помещения и текущий ремонт составляют $С_{ГР} = 51{,}1$ рублей за год на 1м^2 площади цеха.

Рассчитаем затраты по использованию и содержанию производственных зданий

Базовая

$$С_{К1} = (1 \times 0{,}009 \times 51{,}1)/3857 = 0{,}0001 \text{ руб./шт.};$$

Проектная

$$С_{К2} = (6 \times 0{,}05 \times 51{,}1)/3857 = 0{,}004 \text{ руб./шт.};$$

5.2.4 Затраты на приспособления

Затраты на оснастку при годовой программе выпуска деталей N определяется по формуле (5.21)

$$С_{п} = \frac{Ц_0 \times К_р}{Т \times N} \qquad (5.21)$$

где $Ц_0$ – оптовая цена или стоимость оснастки, руб;

$К_р$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт и эксплуатацию приспособления (для станочных приспособлений – 1,5–1,6);

Т – срок службы оснастки, Т=3 года;

N – годовая программа запуска деталей

Для базовой модели

$$С_п = \frac{600 \times 1{,}5}{3 \times 3857} = 0.077 \text{ руб/рез}$$

Для проектной модели

$$С_п = \frac{125 \times 1{,}5}{3 \times 3857} = 0.016 \text{ руб/рез}$$

5.2.5 Расходы по эксплуатации режущего инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента, приходящиеся на одну обрабатываемую деталь при резки труб на обеих установках, определяется по формуле (5.22)

$$С_{ин} = \frac{Ц_{ин} + i \times С_{пер}}{Т \times (i+1)} \times t_{осн} \qquad (5.22)$$

где $Ц_{ин}$ – оптовая цена инструмента или себестоимость инструмента собственного производства;

I – число переточек за срок службы инструмента,

$С_{пер}$ – стоимость одной переточки;

$t_{осн.}$ – основное (технологическое) время, мин.;

Т – стойкость инструмента между переточками,

Так как для абразивно–отрезных кругов не имеются данных для расчета по данной методике необходимо использовать данные о количестве кругов используемых в среднем для данного вида работ с кругом $41-400\times4\times40$ 14А80Н 41ВFM 80м/сек стоимостью 49.70руб. Смена инструмента осуществляется 1 раз в 1.5 месяца, таким образом на один рез приходится при годовой программе 3875 резов

$$C_{ин}=\frac{3857\times1.5}{12\times49.7}=0{,}1\text{руб/рез}$$

5.2.6 Расчет прочих цеховых затрат

Прочие цеховые расходы $C_{ПЦ}$ определяются пропорционально заработной плате основных рабочих по следующей формуле (5.23)

$$C_{ПЦ}=C_{ЗО}\times K_{ПЦ} \qquad (5.23)$$

где $C_{ЗО}$ – заработная плата основных производственных рабочих, приходящаяся на изделие;

$K_{ПЦ}$ – коэффициент, учитывающий величину прочих цеховых расходов пропорционально заработной зарплате основных производственных рабочих.

Согласно исходным данным коэффициент, учитывающий величину прочих цеховых расходов – 0,23.

Тогда для базовой модели

$$C_{ПЦ}=9{,}612\times0{,}23=2{,}21\text{руб/рез}$$

Для проектной модели

$$C_{ПЦ}=0{,}494\times0{,}23=0{,}11\text{ руб/рез}$$

Суммарная величина затрат, образующих технологическую себестоимость обработки деталей на базовой маятниковой пиле и автоматизированной установке резки труб - проектной модели, представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Величина затрат

Параметр затрат	Базовая модель	Проектная модель
1 Заработная плата основных и вспомогательных рабочих, приходящаяся на один рез, руб./рез	9,612	0,494
2.Затраты по эксплуатации оборудования, приходящиеся на один рез, руб./рез	0,31	3,528
3 Затраты по эксплуатации оснастки приходящиеся на один рез, руб./рез	0,077	0,016
4 Затраты по использованию и содержанию производственных зданий и помещений, приходящиеся на один рез, руб./рез	0,0001	0,04
5 Затраты на инструмент руб/рез	0,1	0,1
6 Прочие цеховые расходы, приходящиеся на один рез, руб./рез	2,21	0,11
Итого	12,3	4,288

Определение годового экономического эффекта основывается на сопоставлении приведенных затрат по базовой и новой конструкции. Приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости и нормативной прибыли и вычисляются по формуле (5.24)

$$Эг = \Delta C \cdot N - З \cdot E_н \qquad (5.24)$$

где Эг – приведенные затраты единицы изделия (операции) в год;

ΔC – изменение себестоимости одного реза

З – Итоговые затраты на проектирование сборку установки ;

$E_н$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (равный 0,15).

$$Эг = (12,3 - 4,288) \cdot 3857 - 74572,99 \cdot 0,15 = 19747,34 руб$$

Кроме суммы годового экономического эффекта следует определить по формуле (5.25) срок окупаемости дополнительных капитальных вложений

$$T_{ок} = \frac{S}{(C_C - C) \cdot N} \qquad (5.25)$$

где $T_{ок}$ – расчетный срок окупаемости дополнительных вложений;

S – сумма итоговых затрат на спроектированную и смонтированную установку резки труб (его себестоимость);

C_C и C – себестоимость единицы продукции, производимой с помощью новой техники и старого оборудования, руб.;

N – годовой объем продукции производимой в цехе, шт.

Тогда

$$T_{ок} = \frac{74572,99}{(2,3 - 4,288) \cdot 3857} = 2,41 \text{ года.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте рассмотрена актуальная тема для предприятий связанными с трубопроводами – автоматизированный участок для резки труб.

На основе анализа наиболее часто применяемых методов резки труб наиболее целесообразным выбором в пользу абразивно-отрезных кругов.

Для работы автоматизированной линии спроектированы: отрезной станок с механизмом компенсации износа круга, зажимное приспособление, сбрасыватель. Для автоматизации работы участка разработаны гидравлическая и электрическая схемы управления.

В разделе безопасности жизнедеятельности была проведена оценка опасных и вредных факторов на участке резки труб, проектирование и расчет системы вентиляции.

В экономической части определен экономический эффект который приводит к снижению себестоимости изготовления продукции.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать на предприятии связанных с трубопроводами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анурьев В.И.. Справочник конструктора - машиностроителя 4-е изд. перераб. и доп. – Т.2./ Анурьев В.И – М.: Машиностроение. 1974. – 576с.

2. Аксеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков 4-е изд. перераб. и доп./. Аксеров М.А. – Л.:Машиностроение, 1975. – 658с.

3. Гражданская оборона. Учебник для вузов /В.Г.Атаманюк, Л.Г.Ширшев, Н.И. Акимов; под ред. Д.И. Михайлика. – М.: Высшая школа, 1986. – 207с.

4. Барташев Л.В. Конструктор и экономика / Барташев Л.В. – М. Экономика, 1977. –223с.

5. Барташев Л.В. Справочник конструктора и технолога по технико-экономическим расчетам / Барташев Л.В.. - М.: Машиностроение, 1979. – 221 с.

6. Барташев Л.В. Технолог и экономика. Изд./ Барташев Л.В. – М.: Машиностроение, 1983. –152 с.

7. Болотин Х.А., Станочные приспособления. 5-е изд. перераб. и доп./ Х.А.Болотин, Ф.П. Костромин – М.:Машиностроение, 1973. – 344 с.

8. Власов А.Ф. Безопасность труда при обработке металлов резанием: учебное пособие, 2-е изд. перераб. и доп./ А.Ф. Власов – М.: Машиностроение, 1984. – 88 с.

9. Технология машиностроения: учебное пособие / М.Е. Егоров, В.И. Дементьев, В.Л. Дмитриев; под ред. М.Е. Егоров. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1976. – 536 с.

10. Косилова А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справочник технолога / А.Г. Косилова, Р.К.Мещеряков, М.А.Калинин – М.: Машиностроение, 1976, – 288 с.

11. Металлорежущие станки и автоматы: учебник / под ред. А.С. Гроникова. – М.: Машиностроение, 1981. – 479 с.

12. Справочник металлиста: учебное пособие / под ред. А.Н. Малова. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 788с.

13. Справочник технолога-машиностроителя в 2 кн. Т.2. / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.

14 ГОСТ 10705–80 Трубы стальные электросварные – М.: Стандартинформ, 2008. – 12 с.

15 ГОСТ 3262–75 Трубы стальные водогазопроводные – М.: Стандартинформ, 2007. – 8 с.

16 ГОСТ 21963–2002 Круги отрезные. Технические условия М.: ИПК Издательство стандартов, 2003 – 21 с.

17 ГОСТ 13568-75 Цепи приводные роликовые и втулочные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 1975. – 35 с.

18 ГОСТ 1284.2–89 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Технические условия. . М Стандартинформ, 2001. – 18 с

19 ГОСТ 1284.1 Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Основные размеры и методы контроля. . М Стандартинформ, 1991. – 11 с

20 ГОСТ 20889 Шкивы для приводных клиновых ремней нормальных сечений. Общие технические условия. . М Стандартинформ, 2018. – 17 с

21 ГОСТ26890–86 Гидроаппаратура. Присоединительные размеры стыковых плоскостей монтажных плит . М Стандартинформ, 2011. – 33 с

22 ГОСТ32–74 Масла турбинные. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2011 – 4с.

23 ГОСТ 12445–80 Гидроприводы объемные, пневмоприводы и смазочные системы. Номинальные давления М.: Издательство стандартов, 1985 – 2с.

24 Максаров В.В., Схиртладзе А.Г., Помпеев К.П. Проектирование машиностроительных производств: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004. – 102 с.

25 Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие / под ред. Ю.М. Соломенцева. — М.: Высшая школа, 2002. - 310 с.

26 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб, пособие /Дунаев, П.Ф. Дальский, О.В. Леликов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. –123 с.

27 Семенченко, И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров. – Машиностроение, 1973. – 930 с.

28 Охрана труда в машиностроении Учебник для машиностроительных вузов/ Е. Я. Юдин, С. В. Белов, С. К. Баланцев /под редакцией Е. Я. Юдина, С. В.Белова – 2-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 432 с.