

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Кибернетики  
Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
Кафедра систем управления и мехатроники

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Разработка элементов устройства переработки отходов деревообрабатывающих пунктов<br>УДК 621.885.8.001.63:674.8 |

Студент

| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| 8Е31   | Балабенко Степан Викторович |         |      |

Руководитель

| Должность       | ФИО           | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент каф. СУМ | Тырышкин А.В. | к.т.н                     |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность       | ФИО              | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-----------------|------------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент каф. МЕН | Тухватулина Л.Р. | к.ф.н.                    |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность          | ФИО          | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|--------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент каф. ЭБЖ | Невский Е.С. | -                         |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой     | ФИО        | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------|------------|---------------------------|---------|------|
| Зав. кафедрой СУМ | Губин В.Е. | к.т.н.                    |         |      |

| Код результата                      | Результат обучения (выпускник должен быть готов)                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Профессиональные компетенции</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P1                                  | Разрабатывать математические модели составных частей объектов профессиональной деятельности методами теории автоматического управления.                                                                                                                                         |
| P2                                  | Применять необходимые для построения моделей знания принципов действия и математического описания составных частей мехатронных и робототехнических систем (информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных элементов и средств вычислительной техники). |
| P3                                  | Определять характеристики объектов профессиональной деятельности по разработанным моделям.                                                                                                                                                                                      |
| P4                                  | Разрабатывать макеты информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.                                                                                                                |
| P5                                  | Применять контрольно-измерительную аппаратуру для определения характеристик и параметров макетов.                                                                                                                                                                               |
| P6                                  | Выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.                                                                             |
| P7                                  | Разрабатывать конструкторскую проектную документацию электрических и электронных узлов (включая микропроцессорные) мехатронных и робототехнических систем, принципиальные электрические схемы, печатные платы, схемы размещения, схемы соединения.                              |
| P8                                  | Участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний                                                                     |
| <i>Универсальные компетенции</i>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P9                                  | Обладать способностью владеть культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения                                                                                                                            |
| P10                                 | Обладать способностью уметь использовать нормативные правовые документы в своей                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     | деятельности.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| P11 | Обладать способностью иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.                                                                                                                                                                                                 |
| P12 | Обладать способностью владеть одним из иностранных языков на уровне не ниже разговорного.                                                                                                                                                                                                     |
| P13 | Обладать способностью владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий.                                                                                                                               |
| P14 | Обладать способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.                                                                  |
| P15 | Обладать способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны.               |
| P16 | Обладать способностью владеть средствами самостоятельного, методически правильного использования методов физического воспитания и укрепления здоровья, готов к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. |

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

|        |                             |
|--------|-----------------------------|
| Группа | ФИО                         |
| 8Е31   | Балабенко Степан Викторович |

|                     |                      |                           |                                      |
|---------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Институт            | Институт кибернетики | Кафедра                   | СУМ                                  |
| Уровень образования | Бакалавриат          | Направление/специальность | 15.03.06 Мехатроника и робототехника |

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

|                                                                                                                                            |                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):<br>материально-технических, энергетических, финансовых,<br>информационных и человеческих | - Оклад студента – 2206 руб. в месяц;<br>- Оклад руководителя проекта – 15800 руб. в месяц.                                                         |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов                                                                                                 | - Тариф на электроэнергию – 5,26 руб./кВт·ч.;                                                                                                       |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                        | На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1%. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

|                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | - Методы коммерциализации результатов инженерных решений;<br>- Морфологический анализ проекта.                                                                                                                                                             |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований                                                                        | - Определение трудоемкости выполнения работ;<br>- Расчет материальных затрат НИИ;<br>- Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы;<br>- Отчисления во внебюджетные фонды;<br>- Накладные расходы;<br>- Проведение анализа безубыточности проекта |

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

|                                   |
|-----------------------------------|
| 1. Морфологический анализ проекта |
| 2. График проведения исследования |
| 3. Расчёт бюджета ОКР             |
| 4. Оценочная карта конкуренции    |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

|                 |                  |                        |         |      |
|-----------------|------------------|------------------------|---------|------|
| Должность       | ФИО              | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Доцент каф. МЕН | Тухватулина Л.Р. | к.ф.н.                 |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

|        |                             |         |      |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
| 8Е31   | Балабенко Степан Викторович |         |      |

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего профессионального образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



|                                           |                                                      |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Институт                                  | <b>Институт Кибернетики</b>                          |
| Направление подготовки<br>(специальность) | <b>Мехатроника и робототехника</b>                   |
| Уровень образования                       | <b>Бакалавриат</b>                                   |
| Кафедра                                   | <b>Систем управления и мехатроники</b>               |
| Период выполнения                         | (осенний / весенний семестр 2016/2017 учебного года) |

Студенту:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| <b>Группа</b> | <b>ФИО</b>                  |
| 8Е31          | Балабенко Степан Викторович |

Тема работы:

|                                                                                  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--|
| Разработка элементов устройства переработки отходов деревообрабатывающих пунктов |  |
| Утверждена приказом проректора-директора (директора)<br>(дата, номер)            |  |

Форма представления работы:

|                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Бакалаврская работа</b><br>(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### ЗАДАНИЕ

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исходные данные к разделу<br/>«Социальная ответственность»:</b>             | 1. Описание рабочего места на предмет возникновения вредных факторов.<br>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b> | 1. Вредные производственные факторы:<br>– Производственных шум;<br>– Вибрация;<br>– Запылённость.<br>2. Опасные производственные факторы;<br>– Электробезопасность.<br>3. Экологическая безопасность<br>– Анализ воздействий объекта на атмосферу;<br>– Анализ воздействия объекта на литосферу;<br>– Анализ воздействий объекта на гидросферу;<br>– Методы защиты.<br>3. Безопасность в ЧС<br>– Основные неблагоприятные сценарии работы механизма;<br>– Методы защиты.<br>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности<br>– Специальные правовые нормы трудового законодательства. |

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

**Задание выдал консультант:**

|           |              |                        |         |      |
|-----------|--------------|------------------------|---------|------|
| Должность | ФИО          | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| ассистент | Невский Е.С. | -                      |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

|        |                             |         |      |
|--------|-----------------------------|---------|------|
| Группа | ФИО                         | Подпись | Дата |
| 8Е31   | Балабенко Степан Викторович |         |      |

## **РЕФЕРАТ**

ВКР состоит из 84 страниц, включает в себя 23 рисунков и 25 таблиц. При работе были использованы 12 источников литературы, из которых 5 ссыла на Web-страницы Internet. Так же в состав ВКР входим приложение из 15 страниц.

Ключевые слова: пила, асинхронный двигатель.

Цель работы: спроектировать механизм автоматической распиловки горбыля для устройства переработки отходов деревообрабатывающих пунктов

Содержание работы: в работе приводится расчёт некоторых агрегатов механизма, приведены чертежи агрегатов и распиловочного механизма, разработана система защиты устройства по переработке отходов деревообрабатывающих пунктов, разработана стопорная стенка.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Определения .....</b>                                                                     | <b>10</b> |
| <b>Обозначения и сокращения .....</b>                                                        | <b>11</b> |
| <b>Введение .....</b>                                                                        | <b>12</b> |
| <b>1.1. Общие сведения .....</b>                                                             | <b>13</b> |
| 1.1.1. Наименование устройства .....                                                         | 13        |
| 1.1.1.1. Полное наименование устройства.....                                                 | 13        |
| 1.1.1.2. Краткое наименование устройства: Пила.....                                          | 13        |
| <b>1.2. Назначение и цели создания устройства .....</b>                                      | <b>13</b> |
| 1.2.1. Назначение устройства.....                                                            | 13        |
| 1.2.2. Цели создания устройства .....                                                        | 13        |
| 1.4.1.1. Требования к составу выполняемых функций .....                                      | 14        |
| 1.4.1.2. Требования к организации входных данных.....                                        | 14        |
| 1.4.1.3. Требования к составу и параметрам технических средств.....                          | 14        |
| 1.4.2. Требования к надежности .....                                                         | 15        |
| 1.4.2.1 Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования системы.....       | 15        |
| 1.4.3 Условия эксплуатации .....                                                             | 16        |
| 1.4.3.1. Климатические условия эксплуатации.....                                             | 16        |
| 1.4.3.2. Требования к видам обслуживания .....                                               | 16        |
| 1.4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала системы и режиму его работы ..... | 16        |
| 1.4.3.3.1. Требования к численности персонала.....                                           | 16        |
| 1.4.3.3.2 Требования к квалификации персонала .....                                          | 17        |
| 1.4.3.3.3. Требования к режимам работы персонала.....                                        | 17        |
| 1.4.4 Требования к маркировке и упаковке .....                                               | 18        |
| 1.4.4.1. Условия маркировки и упаковки .....                                                 | 18        |
| 1.4.4.2. Порядок упаковки .....                                                              | 18        |
| 1.4.5. Требования к транспортированию и хранению .....                                       | 18        |
| <b>1.5. Порядок контроля и приёмки системы.....</b>                                          | <b>18</b> |

|                                                                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.1. Виды и объем испытаний системы .....                                                                                                     | 18 |
| 1.6. Требования к документации .....                                                                                                            | 20 |
| 1.7. Стадии и этапы разработки .....                                                                                                            | 20 |
| 2. Анализ задания .....                                                                                                                         | 21 |
| 3. Расчётная часть .....                                                                                                                        | 22 |
| 3.1. Подбор пилы.....                                                                                                                           | 22 |
| 3.2. Нахождение основных габаритов лучковой пилы.....                                                                                           | 23 |
| 3.3. Расчёт мощности двигателя для лучковой пилы .....                                                                                          | 24 |
| 3.4. Проектирование каркас лучковой пилы.....                                                                                                   | 26 |
| 3. 5. Проектирование механизма крепления лучковой пилы.....                                                                                     | 32 |
| 3.6. Проектирование механизма пиления .....                                                                                                     | 36 |
| 3.6.1. Механизм горизонтального движения пилы .....                                                                                             | 36 |
| 3.6.2. Проектирование механизма подъёма пилы .....                                                                                              | 40 |
| 3.6.3. Механизм защитного движения .....                                                                                                        | 48 |
| 3.7. Сигнальная стенка.....                                                                                                                     | 50 |
| 3.8. Система защиты электроцепи .....                                                                                                           | 52 |
| 3.8.1. Подбор УЗО. Подбор автоматического выключателя .....                                                                                     | 52 |
| 4. Результаты работы .....                                                                                                                      | 55 |
| 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения .....                                                                        | 56 |
| 5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения ..... | 56 |
| 5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования .....                                                                                 | 56 |
| 5.1.2. Анализ конкурентных технических решений .....                                                                                            | 59 |
| 5.1.3. Морфологический анализ.....                                                                                                              | 60 |
| 5.2. Планирование в рамках ОКР.....                                                                                                             | 62 |
| 5.2.1. Структура работ в рамках проектной работы .....                                                                                          | 62 |
| 5.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....                                                                                           | 63 |
| 5.2.3. Бюджет научно-технического исследования.Ошибка! Закладка не определена.                                                                  |    |
| 5.2.3.1 Расчет материальных затрат .....Ошибка! Закладка не определена.                                                                         |    |



|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5.2.3.2 Основная заработная плата исполнителей .....                   | 73        |
| 5.2.3.3 Дополнительная заработная плата .....                          | 74        |
| 5.2.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....  | 74        |
| 5.2.4. Накладные расходы .....                                         | 75        |
| 5.2.5. Формирование бюджета затрат проекта.....                        | 76        |
| 5.3. Вывод по разделу .....                                            | 76        |
| <b>6. Социальная ответственность .....</b>                             | <b>77</b> |
| 6.1. Введение .....                                                    | 77        |
| 6.2. Вредные производственные факторы .....                            | 77        |
| 6.3. Опасные производственные факторы.....                             | 80        |
| 6.4. Экологическая безопасность .....                                  | 81        |
| 6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....                        | 82        |
| 6.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ..... | 83        |
| <b>Заключение.....</b>                                                 | <b>85</b> |
| <b>Список использованных источников .....</b>                          | <b>86</b> |

## Определения

В пояснительной записке использовались следующие термины с соответствующими определениями:

**Асинхронный двигатель** – это асинхронная машина, предназначенная для преобразования электрической энергии переменного тока в механическую энергию. Само слово “асинхронный” означает не одновременный. При этом имеется ввиду, что у асинхронных двигателей частота вращения магнитного поля статора всегда больше частоты вращения ротора. Работают асинхронные двигатели, как понятно из определения, от сети переменного тока.

**Эксцентрик** — диск (цилиндрическая поверхность) или сектор диска, насаженный на вращающийся вал так, что ось вращения диска параллельна, но не совпадает с осью вращения вала, для преобразования вращательного движения в поступательное. Расстояние между осями называется эксцентриситетом.

**Пила** — инструмент со множеством резцов, обычно зубьев, для разрезания (распиловки) различных материалов: древесины, металла, пластика, камня и других.

**Лучковая пила** — пила в конструкцию, которой заложен принцип натяжки полотна, как тетивы лука. Такая пила состоит из опорных стенок, средника, натяжного элемента и полотна.

## **Обозначения и сокращения**

**АД** – асинхронный двигатель.

**А**–ампер.

**КПД** – коэффициент полезного действия.

**мм** – миллиметры.

**Н** – ньютоны.

**м** – метры.

**Вт** – ватты.

**ГОСТ** - Государственный стандарт.

## Введение

Обогрев помещений играет ключевую роль при создании комфортного микроклимата в домах в холодное время года. Поскольку система отопления является неотъемлемой частью любого здания, в котором постоянно находятся люди.

Теплогенераторы, работающие на дровах имеют КПД – порядка 80%. Твердотопливный котел такого типа мощностью 20 кВт сжигает около 9 кг топлива за час, работая с максимальной нагрузкой. Таким образом, примерное количество дров, необходимое для работы системы отопления частного дома в течение отопительного сезона будет таким:  $2160 \text{ час} \times 9 \text{ кг/час} = 19440 \text{ кг}$ ;

С учетом средней цены на дрова твердых пород – 2500 руб. за тонну, получаем следующую величину расходов на обогрев при помощи древесины:  
 $19,4 \text{ т} \times 2500 \text{ руб/т} = 48500 \text{ руб.}$

По данным Росстат в Томской области насчитывается 535 населённых пунктов. В среднем потребление дров на растопку домов в Томской области составляет 1,5 млн.м<sup>3</sup>. в год. Для производства такого количества дров, требуются колоссальные затраты электроэнергии и ручного труда. Переработка же отходов в дрова может в разы сократить среднюю себестоимость кубометра дров. Основным отходом деревообрабатывающих пунктов является горбыль, который ни как не используется и попусту складывается. При переработки данного вида отходов тратится человеческие ресурсы. Работникам нужно платить зарплату тем самым стоимость горбыля в виде дров приравнивается к стоимости дров изготовленных не из горбыля. Что бы снизить затраты на переработку горбыля, нужно создать автоматизированное устройство, способное с минимальными затратами человеческого ресурса производить переработку горбыля в дрова.

В ходе данной работы был создан механизм, способный производить автоматическую распиловку горбыля.

## **1. Техническое задание**

### **1.1. Общие сведения**

#### **1.1.1. Наименование устройства**

##### **1.1.1.1. Полное наименование устройства**

«Пила для станка по переработке отходов деревообрабатывающих пунктов».

##### **1.1.1.2. Краткое наименование устройства: Пила.**

### **1.2. Назначение и цели создания устройства**

#### **1.2.1. Назначение устройства**

Система предназначена для автоматизированной распиловки горбыля и других отходов деревообрабатывающих пунктов на дрова.

#### **1.2.2. Цели создания устройства**

Создание специального механизма, производящего распиловку горбыля поступающего из приёмного бункера.

### **1.3. Характеристика устройства**

Пила производит механическую распиловку горбыля на дрова. Данный механизм имеет также систему защиты от заклинивания при подъёме пилы, также в состав системы входит автомат защитного отключения. Пила производит распиловку при получении управляющего сигнала от системы управления.

## **1.4. Требования к системе**

### **1.4.1 Требования к функциональным характеристикам**

#### **1.4.1.1. Требования к составу выполняемых функций**

Пила должна обеспечивать возможность выполнения перечисленных ниже функций:

1. Производит распиловку горбыля, досок, брёвен.
2. Отправлять управляющие сигналы в систему управления о том, что распиловка произошла успешно, произошла ошибка распиловки.

#### **1.4.1.2. Требования к организации входных данных**

Требования к организации входных данных не предъявляется.

#### **1.4.1.3. Требования к составу и параметрам технических средств**

В состав технических средств должен входить мультиметр удовлетворяющих ГОСТ 16245-97. В документацию, приложенную к мультиметру, должны входить сертификат о пройденной поверке прибора, инструкция пользователя. Мульти метр должен удовлетворять требованиям, указанным в таблице 1.

*Табл.1 Основные требования мультиметра*

| Функция мультиметра             | Диапазон       | Предел основной допустимой погрешности |
|---------------------------------|----------------|----------------------------------------|
| Измерение силы постоянного тока | 200 мА-100 мкА | 1,2% от показания+<br>1ед.сч.          |
| Измерение напряжения            | 200 В-100 мВ   | 0,5% от показания +                    |

|                                        |             |                              |
|----------------------------------------|-------------|------------------------------|
| постоянного тока ( $R_{bx}=10$<br>МОм) |             | 1ед.сч.                      |
| Измерение сопротивления                | 20кОм-10 Ом | 0,8% от<br>показания+1ед.сч. |
| Измерение ёмкости                      | 20 нФ-10 пФ | 2,5% от<br>оказания+5ед.сч1  |
| Тест электропроводности                | <30 Ом      | продолжительный звук         |

Так же в состав технических средств должны входить линейки, штангенциркули удовлетворяющие требованиям ГОСТ 166-89.

#### **1.4.2. Требования к надежности**

##### **1.4.2.1 Требования к обеспечению надежного (устойчивого) функционирования системы**

Надежное (устойчивое) функционирование системы должно быть обеспечено выполнением совокупности организационно-технических мероприятий, перечень которых приведен ниже:

1. Организацией поддержания поступления трёхфазного электрического тока напряжением 380 В;
2. Регулярное выполнение технического обслуживания. Проверки износа подшипников, проверка смазочных материалов и износа пилы.
3. Отсутствие оголённых проводов, слабого контакта между двигателем и цепью питания.

### **1.4.3 Условия эксплуатации**

#### **1.4.3.1. Климатические условия эксплуатации**

Так как в состав пилы входят электрооборудование, то климатические условия эксплуатации, при которых должны обеспечиваться заданные характеристики, должны удовлетворять требованиям (ГОСТ 15150-69. Климатические исполнения).

#### **1.4.3.2. Требования к видам обслуживания**

Оборудование должно проходить два вида технического обслуживания.

1. Планово-предупредительная система обслуживания и ремонта (ППР);
2. Обслуживание с ремонтом по мере необходимости.

Первый вид ТО является основным и применяется для основного и большей части вспомогательного оборудования. ППР предусматривает плановые (по графику) осмотры и ремонт электрического и электромеханического оборудования. При этом контроль за текущей нагрузкой, качеством электроэнергии и другими режимными параметрами не предусматривается. Функции контроля за отклонением режимных параметров от расчетных возлагаются на системы защиты оборудования.

Плановое ТО должно проходить не реже чем раз в месяц.

#### **1.4.3.3. Требования к численности и квалификации персонала системы и режиму его работы**

##### **1.4.3.3.1. Требования к численности персонала**

В состав персонала, необходимого для создания пилы, нужно выделить следующих лиц:

- Руководитель проекта – 1 человек;



- Инженер – 2 человек.

Данные лица должны выполнять следующие функциональные обязанности:

Руководитель на всем протяжении работ обеспечивает руководство проектной командой, производит сборку конструкции.

Инженеры проекта разрабатывают механизм устройства пилы, электрическую принципиальную схему устройства, подбирают и компонуют элементы для работы устройства, так же производить сборку конструкции.

#### **1.4.3.3.2 Требования к квалификации персонала**

К квалификации персонала предъявляются следующие требования:

Инженер должен обладать знаниями о принципах построения электронных устройств, знать основные законы физики. Иметь опыт в создании сложных механизмов, знать основные типы приводов. Так же инженер должен уметь работать со сварочным оборудованием.

Руководитель проекта должен обладать всеми знаниями, что и инженер проекта, для проверки верности найденных технических решений.

#### **1.4.3.3.3. Требования к режимам работы персонала**

Основные требования описаны в трудовом кодексе Российской Федерации и в СанПиН 2.2.4.548-96.

Время продолжительности рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

К работе со станком допускаются лица не моложе 16 лет, прошедшие специальное обучение. К работе за станком не допускаются не трудоспособные лица (инвалиды, пенсионеры, лица моложе 16 лет).

#### **1.4.4 Требования к маркировке и упаковке**

##### **1.4.4.1. Условия маркировки и упаковки**

Пила должна иметь маркировку с обозначением товарного знака компании-разработчика, даты изготовления и номера сертификата соответствия Госстандарта России. Маркировка должна быть нанесена на каждый элемент пилы в виде наклейки, выполненной полиграфическим способом с учетом требований ГОСТ 9181-74.

##### **1.4.4.2. Порядок упаковки**

Требования к упаковке не предъявляются.

#### **1.4.5. Требования к транспортированию и хранению**

Допускается транспортирование изделия всеми видами транспорта.

### **1.5. Порядок контроля и приёмки системы**

#### **1.5.1. Виды и объем испытаний системы**

Согласно п.1.1. ГОСТ 34.603-92 испытания устройства проводят на стадии «Ввода в действие» по ГОСТ 34.601 с целью проверки соответствия создаваемого устройства требованиям технического задания.

Согласно п. 1.2. ГОСТ 34.603-92 испытания представляют собой процесс проверки выполнения заданных функций устройства, определения и проверки соответствия требованиям ТЗ, выявления и устранения недостатков в действиях системы, в разработанной документации.

Согласно п. 1.3. ГОСТ 34.603-92 устанавливаются следующие виды испытаний:

- Предварительные.
- Опытная эксплуатация.
- Приемочные.

Согласно п. 1.5. ГОСТ 34.603-92 для планирования проведения всех видов испытаний разрабатывают документ «Программа и методика испытаний». Разработчик документа устанавливается договором.

Согласно п. 1.6. ГОСТ 34.603-92 программа и методика испытаний должны устанавливать необходимый и достаточный объем испытаний, обеспечивающий заданную достоверность получаемых результатов.

Испытания, которые необходимо произвести:

Электрические испытания:

- Испытание устройства при изменении напряжения сети.
- Проверка времени выхода устройства на рабочий режим.
- Проверка функционирования устройства при заданном времени непрерывной работы.
- Проверка электрической прочности изоляции.
- Измерение сопротивления изоляции.

Климатические испытания:

- Испытание на нагревостойкость.
- Испытание на холодоустойчивость и холодопрочность.
- Испытание на влагоустойчивость.
- Испытание на пылезащищенность

Механические испытания:

- Испытание на прочность при транспортировании.
- Испытание на вибропрочность.
- Испытание на ударопрочность.

Результаты проведения испытаний приборов на надежность оформляются в виде следующих документов:

- ведомости учета времени наработки приборов;
- протоколов результатов измерений параметров приборов.

### **1.6. Требования к документации**

Пакет документов, которые будут предоставлены Заказчику:

- Техническое задание;
- Эскизный проект;
- Пояснительная записка к Техническому проекту;
- Руководство пользователя;
- Программа и методика испытаний;
- Протокол приемочных испытаний;
- Акт выполненных работ

В процессе выполнения проекта техническое задание может уточняться, изменяться или дополняться по согласованию сторон Заказчика и Разработчика.

### **1.7. Стадии и этапы разработки**

Работы по созданию пилы выполняются в три этапа:

- Проектирование. Разработка эскизного проекта. Разработка технического проекта (продолжительность — 2 месяца).
- Разработка рабочей документации (продолжительность — 1 месяц).
- Разработка и создание реального образца (продолжительность — 2 месяц).
- Испытания реального образца (продолжительность – 1 месяц).

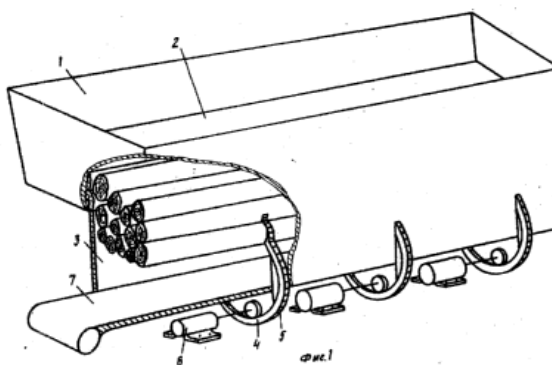
## 2. Анализ задания

Проанализировав рынок, были найдены несколько аналогов нашему механизму.



*Рис.1 Рубильные машины (дроворубы) URBAN*

Данный агрегат имеет высокую производительность, но и имеет колоссальные затраты ручного труда. Распиловка осуществляется с помощью ножей, производящих сонаправленные движения. Из-за такой конструкции появляются отходы в виде опилок.



*Рис.2 Устройство для поперечной распиловки брёвен в пачках на чурки*

Принцип работы данного устройства.

Пучок брёвен загружается в загрузочный бункер 1 на приёмный стол 2, откуда он через шахту 3 под действием собственного веса перемещается в зону резания, где распиловочный механизм, выполненный в виде кольцевых пил 4 со смещёнными ножами 5 расчленяет его на дрова. Полученные дрова и щепу выводят из зоны резания выводящим транспортёром 7.

Основными недостатками данного устройства являются низкая безопасность, плохая степень надёжности, большое количество отходов.

В ходе анализа, было выявлено, что основным показателем при выборе габаритов пилы, мощности двигателей является габариты приёмного бункера. Для оптимальной производительности механизма было выявлено, что бункер будет иметь вид трапецеидальной призмы с габаритами основания: высота 450мм, верхнее основание 900мм, нижнее основание 600мм. Длина бункера будет составлять не менее 4 метров.

Оптимальная производительность пиления дров должна составлять не менее 0,05 кубометра в минуту. Следовательно, если на транспортировку горбыля отводится около 20 секунд, то для распиловки остаётся 60 секунд.

Определившись с исходными данными, произведём расчёт основных узлов механизма распыления.

### **3. Расчётная часть**

#### **3.1. Подбор пилы**

На данный момент в мире насчитывается около 5 основных видов пил. Для нахождения оптимальной пилы, подходящей под нашу конструкцию, оставим таблицу и определим, какого типа пилу нам лучше использовать.

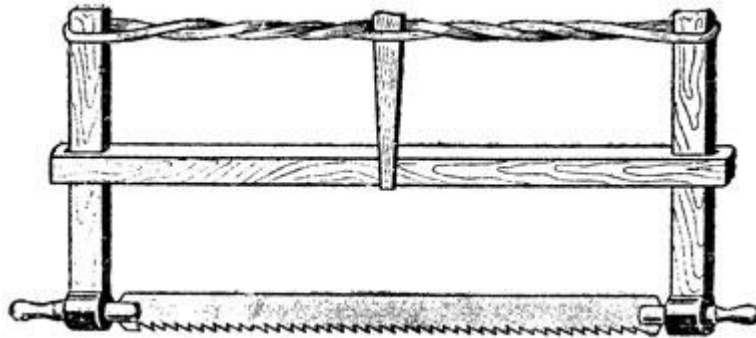
*Табл.2 Выбор пилы*

|                      | Ленточная пила | Лучковая пила | Дисковая пила |
|----------------------|----------------|---------------|---------------|
| Высокая безопасность | +              | +             | -             |
| Высокая надёжность   | -              | +             | +             |
| Лёгкость конструкции | -              | +             | +             |
| Низкая стоимость     | -              | +             | +             |
| Простота ремонта     | -              | +             | +             |

В ходе анализа было выявлено, что лучше всего использовать лучковую пилу так, как она наиболее проста в изготовлении, имеет высокую степень безопасности, а также при работе пилы практически не остаются отходы.

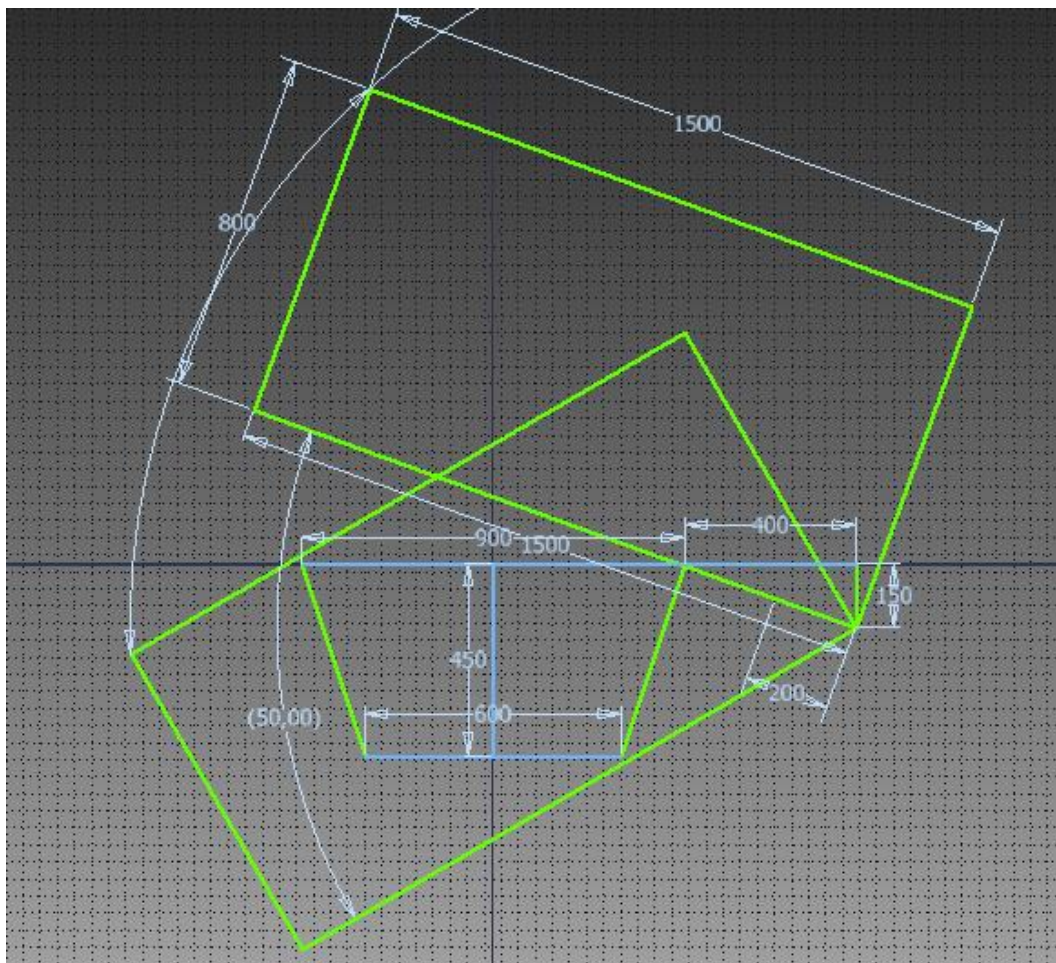
### 3.2. Нахождение основных габаритов лучковой пилы

Лучковая пила представляет собой конструкцию, состоящую из средника, боковых стоек и шпильки для натяжки пилы. Схема данного каркаса указана на рисунке 1.



*Рис.3 Схема лучковой пилы*

Определим основные габариты каркаса пилы. Построим чертёж и определим максимальную длину пилы и расстояние от полотна до средника.



*Рис.4 Схема движения пилы*

В ходе построения было выяснено, что длина ленточной пилы не должна быть меньше 1500 мм.

Исходя из габаритов бункера, габариты каркаса будут следующие: расстояние между полотном и средником равна 800 мм, длина пилы будет составлять 1500 мм, расстояние между шпилькой и средником 400 мм.

Силу натяжения пилы будем рассчитывать на практике.

### 3.3. Расчёт мощности двигателя для лучковой пилы

Так как станок может использовать полотно ленточной пилой, то произведём расчет двигателя для пиления полотном ленточной пилы. Пилу мы будем использовать для распиловки горбыля и негабаритных брёвен, исходя из ГОСТ 6532-77 и условия основное условие для нас, что бы ширина пропила была не менее 200 мм. Исходя из этого, мы будем брать пилу с габаритами:

Табл.3 Характеристики пилы ГОСТ 6532-77

| Обозначение пилы | Длинна | В   | S   | tз | h  | r | y     | b  |
|------------------|--------|-----|-----|----|----|---|-------|----|
|                  |        |     |     |    |    |   | Град. |    |
| 0036             | 8500   | 150 | 1,4 | 30 | 10 | 3 | 20    | 50 |

Далее добавим несколько условий для расчёта мощности двигателя.

Высота пропила  $t = 450$  мм. Частота пилы 500 оборотов в минуту. Влажность древесины  $W > 30\%$ , зубья пилы плющенные, скорость подачи  $V = 1,3$  м/мин. КПД привода  $\eta = 0,8$ .

Определим силы резания и мощность электродвигателя механизма горизонтального движения.

1. Ширина пропила при уширении зубьев на сторону  $s' = 0,4$  мм

$$b = s + 2 * s' = 1,4 + 0,8 = 2,2 \text{ мм (1)}$$

2. Подача на зуб по производительности

$$S_z = \frac{t_z^2}{6 * t} = \frac{900}{6 * 450} = 0,33 \text{ мм (2)}$$



### 3. Определим силу резания

Удельная сила резания

$$F_{уд} = \left( \frac{\alpha p * p}{a} + k + \frac{\alpha * p}{b} \right) * a_u * a_w \quad (3)$$

$a_u = 1$  – поправочный коэффициент на породу дерева.

$a_w = 0,89$  – поправочный коэффициент на влажность дерева.

$p = 7,06 \text{ Н/мм}$  – фиксированная сила резания для древесины сосна.

$a = S_z = 0,33 \text{ Мпа}$  – давление о трения опилок в пропили.

$$\alpha p = 1 + \frac{\left(1 + 0,1 * \frac{k}{p}\right) * \Delta p}{p_0 + 50} - \text{коэффициент затопления.} \quad (4)$$

$p_0 = 3 \dots 10 \text{ мкм}$  – значение единичной касательной силы резания.

$$\Delta p = \frac{\Delta \gamma * l * n * K_n * K_u}{1000} - \text{величина затопления режущей кромки лезвия.} \quad (5)$$

$\Delta \gamma = 0,001 \text{ мкм/м}$  – величина затупления режущей кромки зуба на 1 м пути в древесине.

$l = 200 \text{ мм}$  – длина продольного движения пилы за 1 пропил.

$K_u = 0,95$  – коэффициент использования станка во времени.

$K_n = 0,9$  – коэффициент производительности станка.

$k = 0,55 * \sigma + 0,19 * (30 - V) - 19,6$  – касательное давление срезаемого слоя на переднюю поверхность зуба. (6)

$$V = l * \frac{n}{60 * 1000} = 1,6 \text{ м/с} - \text{скорость движения пилы.} \quad (7)$$

Подставим коэффициент и найдём удельную силу резания.

$$k = 0,55 * \sigma + 0,19 * (30 - 1,6) - 19,6 = 30,196 \quad (8)$$

$$\Delta p = \frac{0,001 * 200 * 500 * 0,95 * 0,9}{1000} = 0,0855 \quad (9)$$

$$\alpha p = 1 + \frac{\left(1 + 0,1 * \frac{30,196}{7,06}\right) * 0,0855}{10 + 50} = 1,002 \quad (10)$$

$$F_{уд} = \left( \frac{1,002 * 7,06}{0,33} + 30,196 + \frac{0,2 * 600}{2,2} \right) * 1 * 0,89 = 81,7 \text{ Н} \quad (11)$$

Определив удельную силу резания можно рассчитать силы, действующие на ось ОХ и ОУ.

$$F_x = \frac{F_{уд} * b * t * S_z}{2 * t_3} = \frac{81,7 * 2,2 * 450 * 0,75}{2 * 30} = 1011,2 \text{ Н}$$
 – горизонтальная составляющая силы. (12)

$$F_z = F_x * 0,5 = 505,6 \text{ Н}$$
 – вертикальная составляющая силы. (13)

Найдя силы, действующие на пилу, произведём подсчёт мощности двигателя для горизонтальной силы.

$$P = F_x * \frac{V}{1000 * 0,8} = 1,01 \text{ кВт}$$
 – мощность двигателя для горизонтального пиления. (14)

### 3.4. Проектирование каркас лучковой пилы

После анализа основных габаритов, а также сил, действующих на пилу можно составить модель каркаса ленточной пилы.

Произведём расчёт механизмов на растяжение и сжатие, исходя из критических показателей натяжки лучковой пилы. Исходя из расчётов сил, выполненных в предыдущем пункте, можно считать, что сила для растяжки пилы должна составлять порядка 1,1кН.

Построим схему сил, действующую на вертикальные опоры.

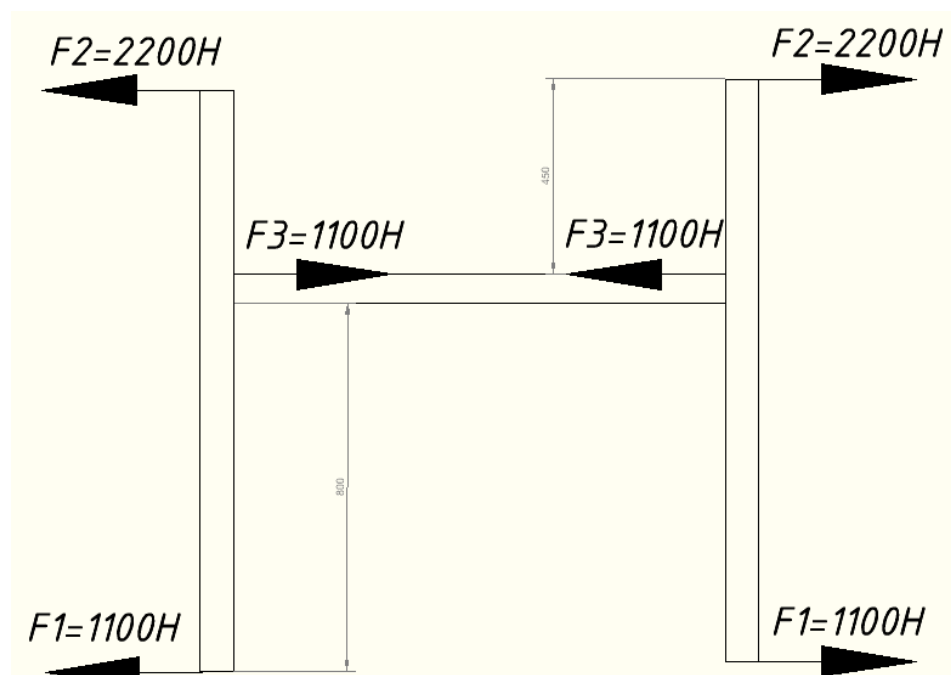


Рис.5 Схема сил, действующих на середняк и на вертикальные опоры.

Определим, какое железо, мы будем использовать при создании каркаса пилы.

Расчёт вертикальных опор определяется по формуле:

$$J = \frac{P * L^3}{48 * E * V} \quad (15)$$

Из формулы:

$$E = 2100000 \text{ кг} * \frac{\text{с}}{\text{см}^2} - \text{модуль упругости стали}$$

$$L = 150 \text{ см} - \text{длина стойки}$$

$$V = \frac{150}{200} = 0,75 \text{ см} - \text{прогиб}$$

$$J = \frac{140 * 150^3}{48 * 2100000 * 0,75} = 6,25 \text{ Н} * \text{м} - \text{момент инерции стойки}$$

Исходя из, ГОСТ 8645-68, выберем трубу, удовлетворяющую моменту инерции стойки. В ходе анализа было выявлено, что трубу мы можем использовать с габаритами 50х50 с толщиной стенки 3 миллиметра.

Далее произведём расчёт средника на сжатие.

Воспользуемся формулой:

$$F \geq \frac{N}{R * \varphi} \quad (16)$$

Где F– требуемая площадь средника;

N – Сосредоточенная нагрузка, прилагаемая к центру тяжести поперечного сечения средника;

R – Расчётное сопротивление металла;

$\varphi$  – Коэффициент продольного изгиба.

Значение  $\varphi$  зависит от марки стали и гибкости колонны  $\lambda$ .

Выберем сталь С235 с толщиной проката от 20 да 400 миллиметров.

Исходя из этого, расчётное сопротивление металла составляет 3650 кгс/см<sup>2</sup>.

Значение гибкости средника обычно принимают в пределах 150 – 200.

Следовательно, примем значение  $\lambda=150$ .

Значение коэффициента продольного изгиба определяется по таблице 3.

Табл.4 Значение коэффициента продольного изгиба.

| Гибкость<br>$\lambda$ | Коэффициент $\varphi$ для элементов из стали с расчетным сопротивлением $R_y$ , Мпа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | 360(3650)                                                                                                  |
| 150                   | 189                                                                                                        |

Следовательно, значение продольного изгиба составляет  $\varphi=0,189$ .

После определения всех коэффициентов найдём требуемую площадь поперечного сечения средника.

$$F \geq \frac{110 + 110}{3650 * 0,189} = 0,32 \text{ см}^2$$

Данные требования удовлетворяют профиль с размером поперечного сечения 50х50 мм с толщиной стенки 3.

Определим радиус инерции для средника по формуле:

$$i = \frac{l_{ef}}{\lambda} \quad (17)$$

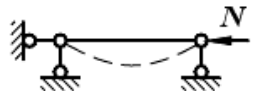
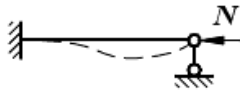
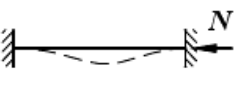
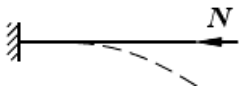
$l_{ef} = \mu * l$  – расчётная длина колонны.

$l = 150$  см – реальная длина средника.

Коэффициент  $\mu$  учитывает способ закрепления концов колонны.

Исходя из таблицы 4, определяем коэффициент  $\mu$ .

Табл.5 Способ закрепления средника.

| Схема закрепления |  |  |  |  |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| $\mu$             | 1                                                                                   | 0,7                                                                                 | 0,5                                                                                  | 2                                                                                     |

По таблице видно, что коэффициент  $\mu=0,7$ .

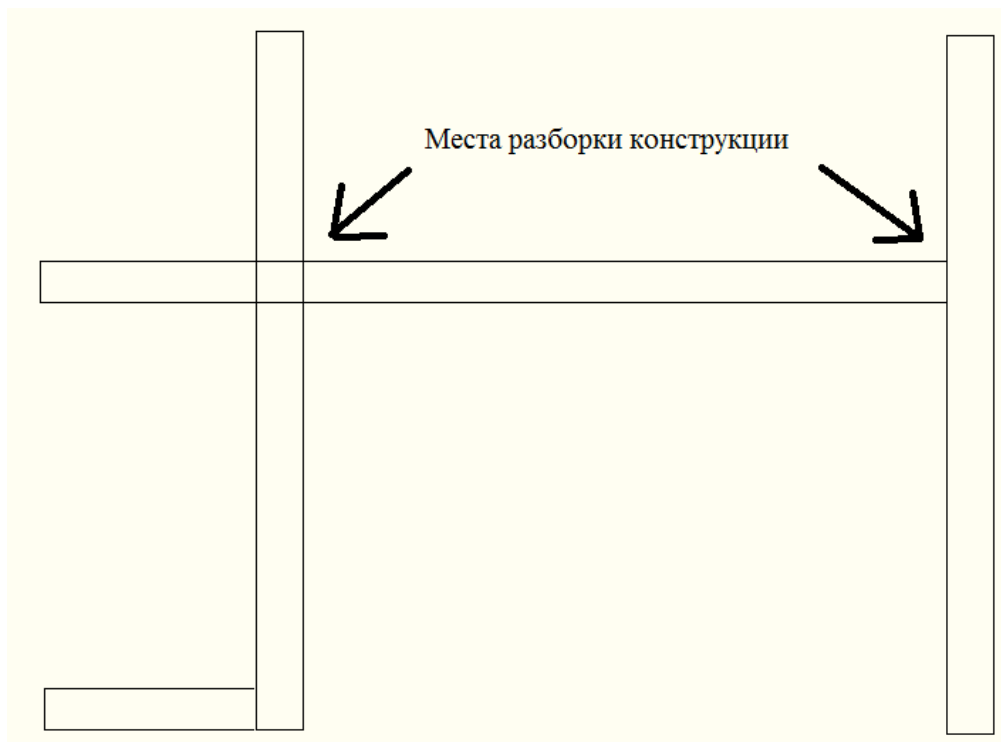
Определим радиус инерции средника.

$$i = \frac{150 * 0,7}{150} = 0,7 \text{ см}$$

Исходя из справочных данных, можно утверждать, что квадратная труба размеров 50х50 мм с толщиной стенки 3 миллиметра удовлетворяет, так как предельное значение для данной трубы составляет 1,9 см.

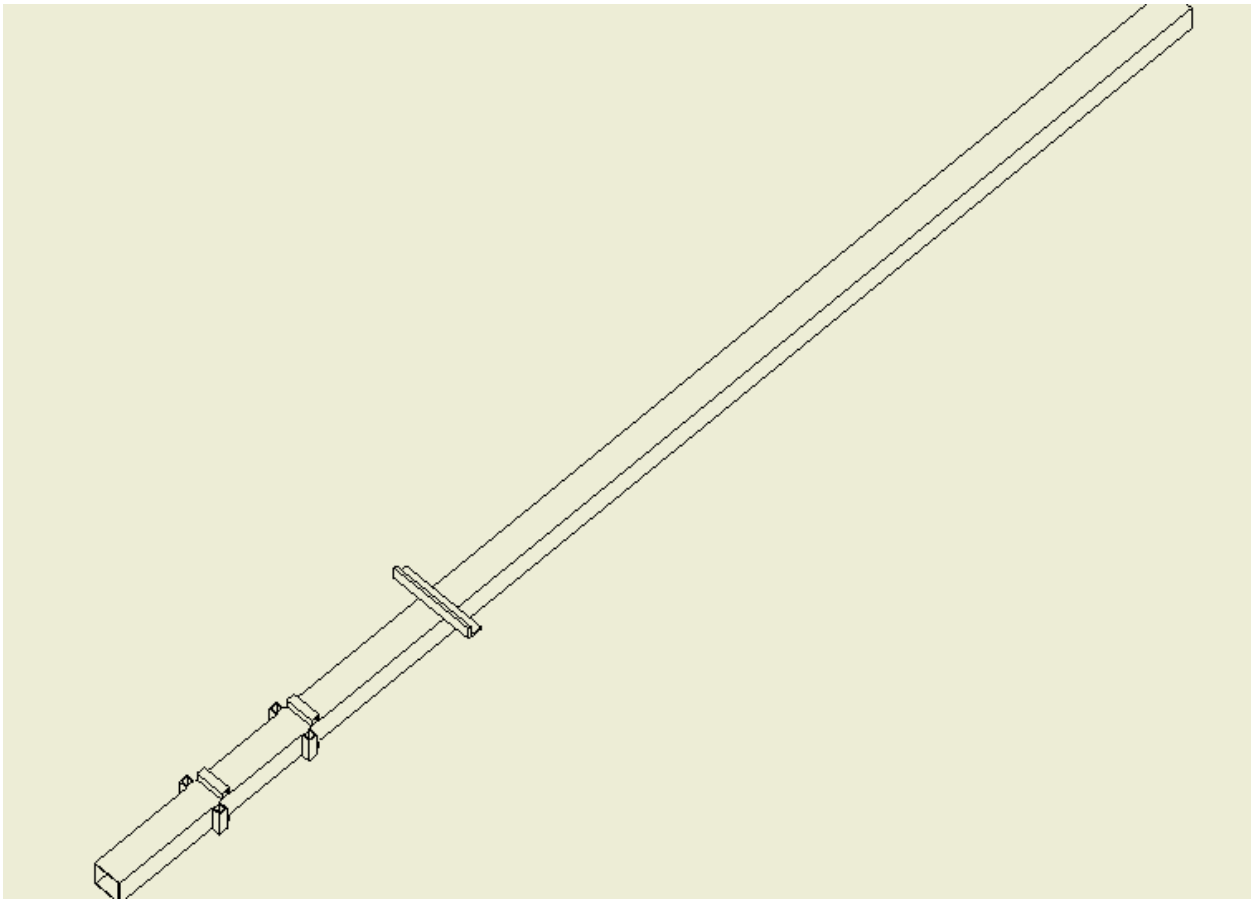
Так как наш механизм должен быть максимальной комфортабельным при транспортировке, необходимо каркас разделить на отдельные части. При разбиении каркаса жёсткость конструкции не должна страдать.

Разработаем эскиз каркаса и отметим места разделения конструкции.



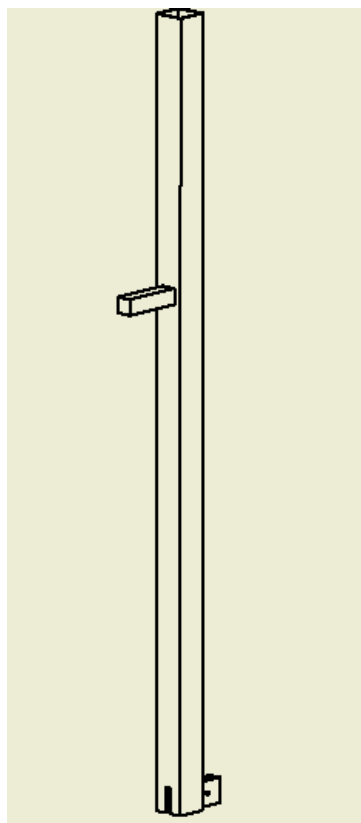
*Рис.6 Эскиз рамы ленточной пилы с указанными местами разборки конструкции*

В ходе анализа было выявлено, что выгодней будет производить разборку передней опоры и задней. Следовательно, нужно разработать элементы соединения средника с опорами.

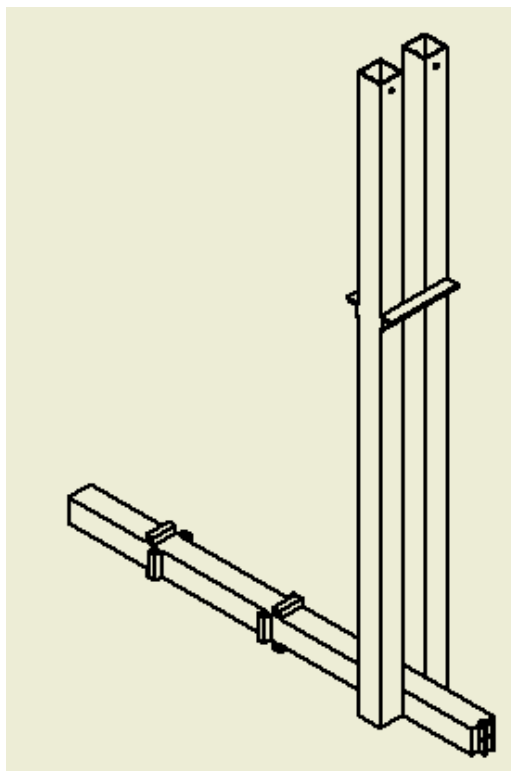


*Рис.7 Схема средника с разработанными элементами соединения*

Средник в переднюю опору будет крепиться через приваренную трубу к передней опоре размерами 25х25 мм. К задним опорам средник будет крепиться через уголок, уголок приваривается к среднику. Конструкция задней опоры, представляет собой, две параллельные трубы, размерами 50х50 мм находящимися на расстоянии 50 мм друг от друга. Трубы привариваются друг к другу с помощью уголков. Схема передней стойки указана на рисунке 7, схема задней стойки указана на рисунке 8.



*Рис.8 Схема передней опоры с разработанными элементами соединения*



*Рис.9 Схема задней опоры с разработанными элементами соединения*

В данной главе был разработан каркас ленточной пилы.

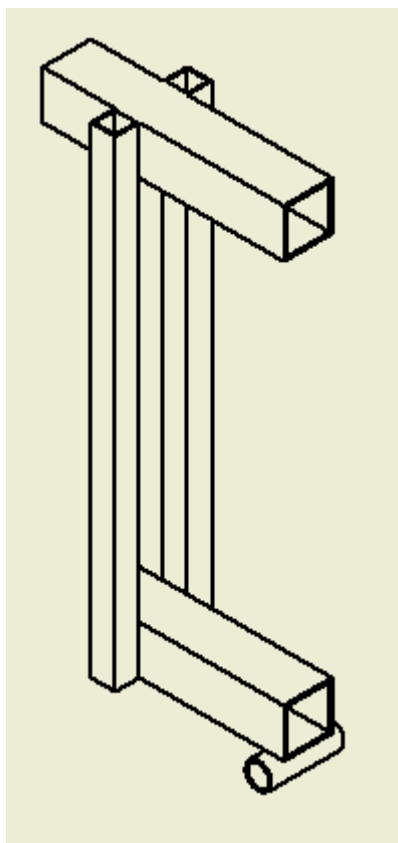
### 3. 5. Проектирование механизма крепления лучковой пилы

Так как лучковая пила должна производить поступательные движения относительно бункера и быть закреплённой на раме бункера, то мы должны создать механизм, который будет связывать раму лучковой пилы с бункером.

При нахождении основных габаритов ленточной пилы, были так же определены координаты оси вращения, которые обладают координатами (400;150) относительно края бункера.

Для жёсткости конструкции было решено стыковать раму пилы в двух точка, в месте крепления полотна и в месте крепления средника. Рама должна скользить по механизму крепления.

На рисунке 9 указана схема механизма крепления лучковой пилы.



*Рис.10 Схема механизма крепления лучковой пилы*

Как видно из рисунка 9, рама крепится в специальные каркасы, представляющем из себя трубы размером 100x100 мм с толщиной стенок 5 миллиметров. Механизм крепится к раме бункера через трубу размером 50 мм с толщиной стенки 3,5 миллиметра. Для того, чтобы рама совершила



поступательные движения с минимальными потерями, каркас рамы нужно добавить подшипники.

Итак, произведём подбор подшипников.

Для начала определим радиус подшипников. Как известно трубы, по которым будут скользить подшипники, имеют размер 100х100 с толщиной стенки 5 миллиметров, а трубы рамы лучковой пилы сделаны из трубы с габаритами 50х50 с толщиной стенки 3 миллиметра. Ось подшипника будет крепиться в трубке, с габаритами 15х15 мм с толщиной стенки 4 миллиметра, трубки привариваются к среднику и к трубе крепления полотна. Исходя из данных значений, мы можем посчитать радиус подшипника:

$$R = \frac{100 - 5 * 2 - 50}{2} - \frac{15}{2} = 13 \text{ мм (18)}$$

Трубки крепления оси подшипника привариваются в двух плоскостях, расстояние между парными трубками 5 миллиметров. Чертёж данной конструкции указан в приложении.

Далее нужно посчитать какое усилие действует на каждый подшипник. Для этого посчитаем массу рамы пилы.

Раму мы собрали из квадратных металлических труб габаритами 50х50 с толщиной стенок 3 миллиметра.

Вес передней стойки равен:

$$M1 = S * E * L1 \text{ (19)}$$

$S$  — площадь сечения квадратной трубы;

$E = 7800 \text{ кг/м}^3$  — плотность металла;

$L1$  — длина передней стойки.

$$S = 0,000564 \text{ м}^2$$

$$L1 = 1,55 \text{ м}$$

$$M1 = 7800 * 0,000564 * 1,55 = 6,8 \text{ кг}$$

Вес задней стойки равен:

$$M2 = 2 * M1 + 2 * M3 + M4 \text{ (20)}$$

$M3$  — вес стопорных уголков;

$M_4$  – вес трубы крепления полотна.

$$M_3 = E * L_3 * S_3 \quad (21)$$

$S_3 = 0,000125 \text{ м}^2$  – площадь сечение уголка;

$L_3 = 0,15 \text{ м}$  – длина уголка.

$$M_3 = 7800 * 0,000125 * 0,15 = 0,146 \text{ кг}$$

$$M_4 = E * L_4 * S \quad (22)$$

$$L_4 = 0,15 + 0,4 + 0,2 + 0,05 = 0,8 \text{ м} \quad (23)$$

$$M_4 = 0,8 * 7800 * 0,000564 = 3,5 \text{ кг}$$

$$M_2 = 2 * 6,8 + 3,3 + 2 * 0,146 = 17,4 \text{ кг}$$

Вес средника равен:

$$M_5 = M_6 + M_3 \quad (24)$$

$$M_6 = S * E * L_6 \quad (25)$$

$$L_6 = 1,5 + 0,05 + 0,2 + 0,5 = 2,25 \text{ м} – \text{длина средника.} \quad (27)$$

$$M_5 = 2,25 * 7800 * 0,000564 + 0,146 = 10 \text{ кг} \quad (28)$$

Вес шпильки равен:

$$M_7 = 2,62 \text{ кг}$$

В итоге мы получаем, что вес рамы равен:

$$M = M_5 + M_2 + M_1 + M_7 = 10 + 17,4 + 6,8 + 2,62 = 36,82 \text{ кг} \quad (29)$$

В каждой плоскости будет по 4 подшипника, следовательно, усилие будет распределяться на каждый подшипник равномерно. Из этого следует, что статическое усилие, действующее на каждый подшипник равно 92Н. По данным характеристикам подходит шариковый подшипник с серийным номером 905 (ГОСТ 8338). Основные характеристики указаны в таблице 5.

*Табл.6 Основные характеристики подшипника.*

| Обозначение подшипника | Размеры, мм |    |   |     | Базовая грузоподъёмность, кН |             |
|------------------------|-------------|----|---|-----|------------------------------|-------------|
|                        | d           | D  | B | R   | Динамическая                 | Статическая |
| 100                    | 10          | 26 | 8 | 0,5 | 4,62                         | 1,96        |

Далее нужно спроектировать каркас крепления к раме втулки, на которую будет крепиться механизм крепления пилы.

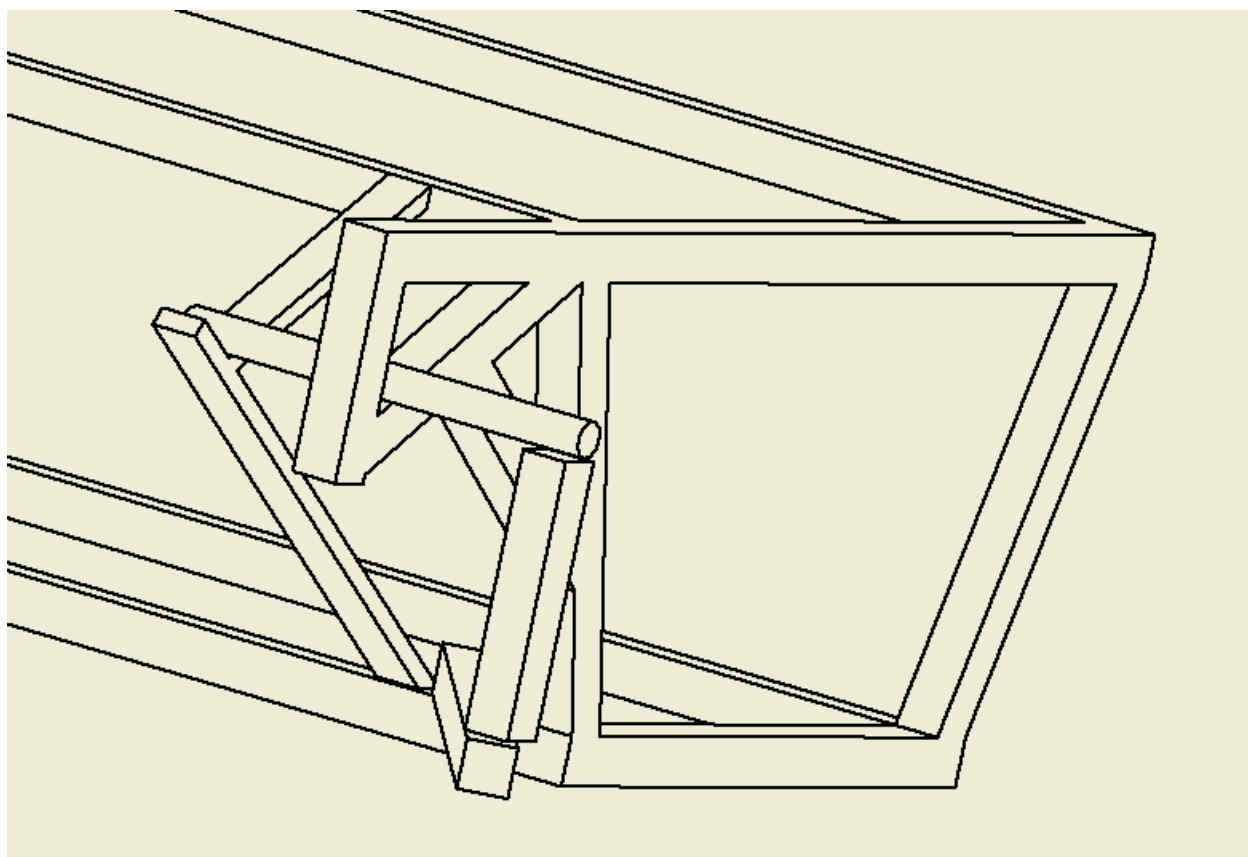
Для уменьшения трения в круглую трубку крепления лучковой пилы устанавливаются подшипники. Подшипники без внешнего и внутреннего кольца. Втулка крепления устанавливается на раму и крепится в трёх точках.

На подшипник, который находится в трубке крепления пилы действует сила равная весу каркаса лучковой пилы с механизмом крепления, которая составляет около 50 килограмм. Характеристики подшипника, удовлетворяющего нашим требованиям указаны в таблице 6.

*Табл.7 Основные характеристики подшипника (ГОСТ 8338).*

| Обозначение подшипника | Размеры, мм |    |   |     | Базовая грузоподъёмность, кН |             |
|------------------------|-------------|----|---|-----|------------------------------|-------------|
|                        | d           | D  | B | R   | Динамическая                 | Статическая |
| 905                    | 25          | 42 | 9 | 0,5 | 1,5                          | 2,7         |

Схема установки указана на рисунке 10.



*Рис.11 Схема установки втулки.*

В данном разделе, был разработан механизм крепления пилы к раме бункера.

### 3.6. Проектирование механизма пиления

#### 3.6.1. Механизм горизонтального движения пилы

Механизм горизонтального движения пилы представляет из себя эксцентрик. На рисунке 11 указана схема данного механизма.

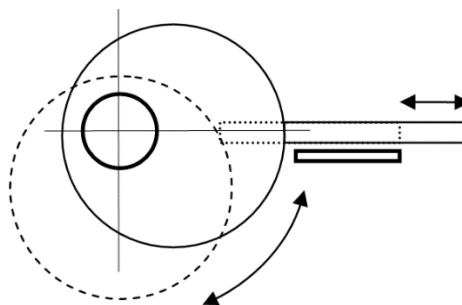


Рис.12 Схема эксцентриково механизма

Произведём расчёт вала эксцентрика на растяжение и сжатие.

Напряжённость рассчитывается по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (30)$$

Где N- сила, действующая на вал.

A – площадь поперечного сечения.

$\sigma = 140$  МПа – Предельное значение допускаемых напряжений для углеродистой стали.

Следовательно, диаметр вала равен:

$$d = \sqrt{\frac{1387}{140 \cdot 10^6 \cdot \pi}} = 0,0017 \text{ м} \quad (31)$$

В итоге мы получаем, что диаметр вала не должен быть меньше 0,0017м.

Так как мы должны обеспечивать движение пилы в 20 см, то габариты большого вала будут: 30 мм – диаметр, 10 мм – ширина.

Толкатель будет крепиться к малому валу и к пиле, следовательно, в толкатель нужно установить подшипники.

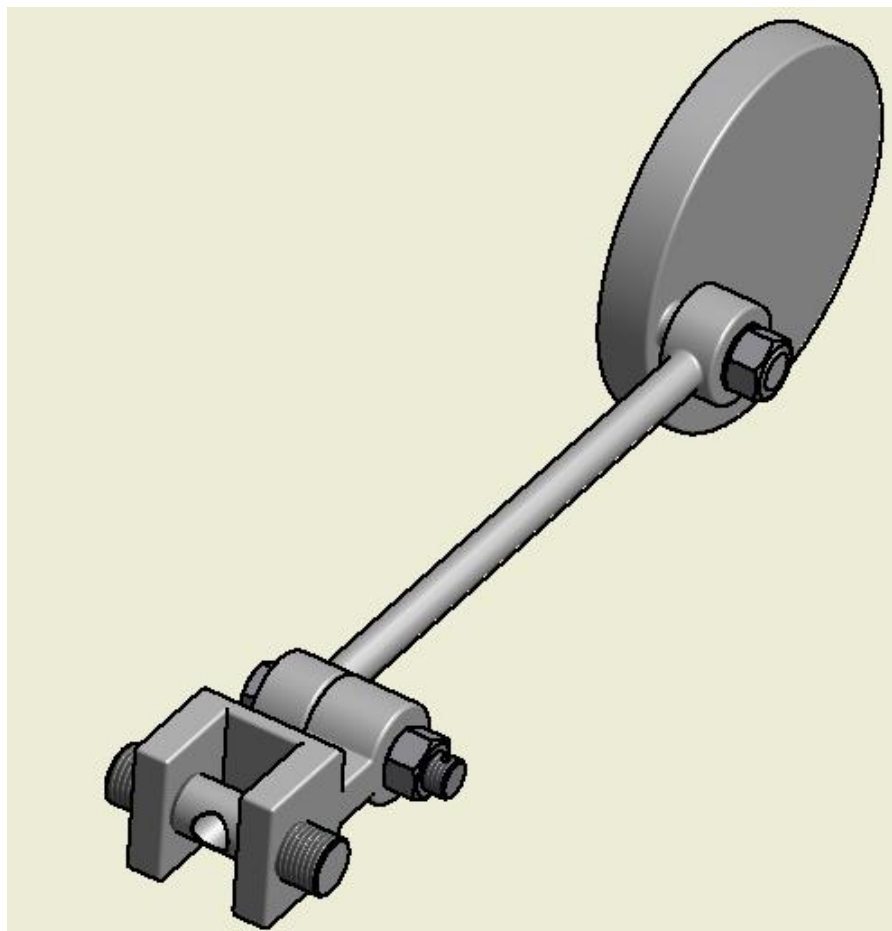
Так как движения вращательное вокруг одной оси, то, следовательно, воспользуемся таблицей подбора подшипников радиальных шариковых однорядных.

В итоге мы получаем подшипник 100804 ГОСТ 8338-75 с габаритами:

*Табл.8 Габариты подшипника ГОСТ 8338-75*

| Внутренний диаметр | Внешний диаметр | Ширина |
|--------------------|-----------------|--------|
| 20 мм              | 32 мм           | 7 мм   |

Определившись с габаритами механизма и с основными параметрами толкателя, произведём сборку 3D модели в программе Inventor.



*Рис.13 3D модель механизма горизонтального движения пилы*

Далее произведём выбор двигателя и подсчёт редуктора для данного механизма.

При анализе передачи было выяснено, что требуемый момент на выходном валу равняется 19 Н\*м.

Табл.9 Характеристики двигателя для горизонтального движения пилы

| Электродвигатель | Мощн<br>кВт | Об/<br>мин | Ток при<br>380В, А | КПД,<br>% | Коэф.<br>мощн. | Ip/<br>In | Масса<br>кг |
|------------------|-------------|------------|--------------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| АИР 90 LB8       | 1,1         | 750        | 3,3                | 74        | 0,72           | 4,5       | 22,3        |

Момент на валу двигателя равен:

$$T_B = 9950 * \frac{P_B}{n} = 9950 * \frac{1,1 * 0,74}{750} = 10,8 \text{ Н} * \text{м} \quad (32)$$

При зажиме ленточной пилы в горбыле может произойти заклинивание двигателя, чтобы этого не произошло, соединим двигатель через ременную передачу, тем самым понизив скорость вращения двигателя и увеличим момент до требуемого.

Использовать будем клиноременную передачу так, как в нашем случае будет использоваться передача с маленьким межосевым расстоянием, так же возможно пробуксовка передачи.

Произведём расчёт передачи.

Пользуясь справочником Д.В. Чернилевского определим сечение ремня. По справочнику выбираем сечение Z.

1. Определим диаметр ведущего звена:

$$d_1 = K_d * \sqrt[3]{T_1 * 10^3} \quad (33)$$

$$K_d = 3 \dots 4$$

$T_1 = 10,8 \text{ Н} * \text{м}$  – Момент на валу двигателя;

$$d_1 = (3 \dots 4) * \sqrt[3]{10,8 * 10^3} = 66,3 \dots 88,4 \text{ мм}$$

Исходя из справочных данных, выбираем диаметр шкива равным 80 мм.

2. Диаметр большого шкива:

$$d_2 = d_1 * u * (1 - \varepsilon) \quad (34)$$

$u = 1,5$  – передаточное число;

$\varepsilon = 0,015$  – коэффициент скольжения;

$$d_2 = 80 * 1,5 * (1 - 0,015) = 118,2 \text{ мм}$$

Исходя из табличных данных, выбираем ведомого шкива равным 125 мм.

3. Уточняем значение передаточного отношения:

$$u = \frac{d_2}{d_1 * (1 - \varepsilon)} = \frac{125}{80 * (1 - 0,015)} = 1,58 \quad (35)$$

Отклонение от заданного значения:

$$\Delta u = \frac{1,58 - 1,5}{1,58} = 5\% \quad (36)$$

4. Предварительное значение межосевого расстояния:

$$a_m = 0,55 * (d_1 + d_2) + h \quad (37)$$

$h = 6$  мм – высота сечения ремня О(З).

$$a_m = 0,55 * (80 + 125) + 6 = 118,75 \text{ мм} \quad (38)$$

5. Определяем длину ремня:

$$L_p = 2 * a_m + \frac{\pi}{2} * (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4 * a_m} = 2 * 118,75 + \frac{\pi}{2} * (80 + 125) + \frac{(80 - 125)^2}{4 * 118,75} = 563,7 \text{ мм} \quad (39)$$

Исходя из справочных данных, определяем, что длина ремня равна 630 мм.

6. Определяем окончательное значение межосевого расстояния:

$$a = 0,25 * \left( (L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 - 8 * y} \right) \quad (40)$$

$$w = 0,5 * \pi * (d_1 + d_2) = 0,5 * \pi * (80 + 125) = 322,01 \text{ мм} \quad (41)$$

$$y = 0,25 * (d_1 - d_2)^2 = 0,25 * (80 - 125)^2 = 506,25 \text{ мм} \quad (42)$$

$$a = 0,25 * \left( (630 - 322,01) + \sqrt{(630 - 322,01)^2 - 8 * 506,25} \right) = 152 \text{ мм}$$

7. Определим допускаемую мощность на один клиновой ремень:

$$P_{\text{доп}} = P_0 * C_\alpha * C_p * C_L * C_Z \quad (43)$$

Исходя из справочных данных, получаем, что  $P_0 = 0,5$  кВт

Для нахождения коэффициента  $C_\alpha$  нужно определить угол обхвата по формуле:

$$\alpha = 180^\circ - 57^\circ * (d_2 - d_1) / a = 180 - 57 * 45 / 152 = 163^\circ \quad (44)$$

Исходя из справочных данных, получаем, что  $C_\alpha = 0,96$ .

$C_p = 0,9$  – коэффициент, учитывающий влияния режимов работы.

$C_L = 0,92$  – коэффициент, учитывающий влияние длины ремня.

$C_z = 0,9$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки на ремень.

В итоге мы получаем:

$$P_{\text{доп}} = 0,5 * 0,96 * 0,9 * 0,92 * 0,95 = 0,38 \text{ кВт}$$

8. Находим требуемое число клиновых ремней

$$z = \frac{P}{P_{\text{доп}}} = \frac{1,1}{0,38} = 3 \quad (45)$$

9. Определяем силу предварительного натяжения одного ремня:

$$F_{01} = \frac{780 * P * C_L}{v * C_a * C_p * z} + q * v^2 \quad (46)$$

Определим скорость ремня:

$$v = 2 * \pi * n * \frac{d_1}{2 * 1000} = 2 * \pi * 750 * \frac{80}{2 * 1000 * 60} = 3,1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (47)$$

$q = 0,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}}$  – масса одного метра ремня.

$$F_{01} = \frac{780 * 1,1 * 0,9}{3,1 * 0,96 * 0,9 * 3} + 0,06 * 3,1^2 = 96,67 \text{ Н}$$

10. Находим силу, действующую на вал:

$$F_r = 2 * F_{01} * z * \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 2 * 96,67 * 3 * \sin\left(\frac{163^\circ}{2}\right) = 568 \text{ Н} \quad (48)$$

11. Найдём ширину шкива:

$$M = (z - 1) * e + 2 * f = (3-1)*12+2*8=40 \text{ мм} \quad (49)$$

$f$  и  $e$  – табличные данные, определяются из вида выбранного ремня.

В итоге мы рассчитали ременную передачу для механизма горизонтального пиления.

### 3.6.2. Проектирование механизма подъёма пилы

Для начала узнаем, какой двигатель мы будем использовать для подъёма пилы. Для этого определимся со временем подъёма пилы, расставим силы, которые действуют на лучковую пилу.



Оптимальным временем подъёма пилы для нашей конструкции равно 30 секунд.

Для того, чтобы определить силы, которые действуют на детали нужно определить центр тяжести каждого механизма.

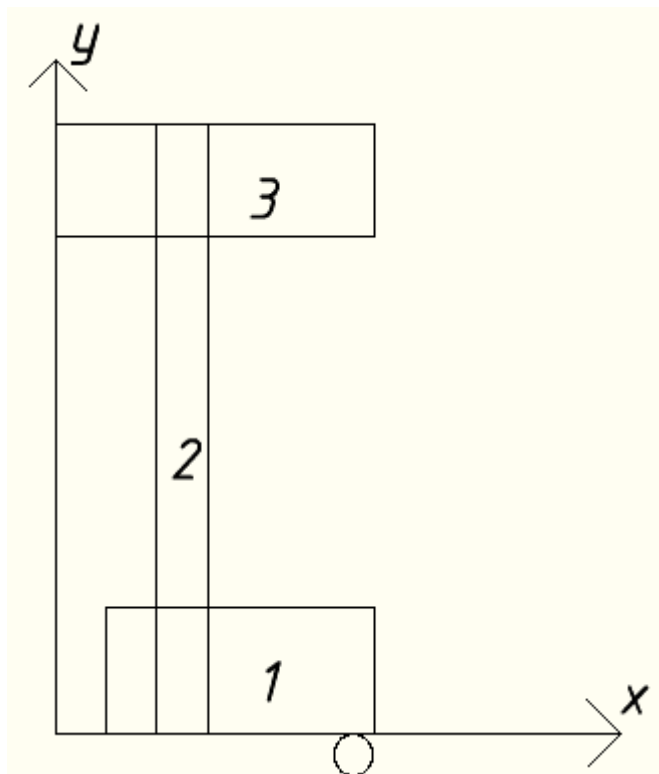


Рис.14 Схема механизма крепления пилы в плоскости OXY

Для определения центра тяжести механизма воспользуемся формулой:

$$x_4 = \frac{S_1 * x_1 + S_2 * x_2}{S_1 + S_2} \quad (50)$$

Координаты центра тяжести тела 1 равны (300;50). Координаты тела 2 равны (75;450). Координаты тела 3 равны(250;850). Площадь тела 1 равна 40000 мм<sup>2</sup>. Площадь тела 2 равна 45000 мм<sup>2</sup>. Площадь тала 4 равна 50000 мм<sup>2</sup>.

Для определения силы нам нужно найти лишь координаты X.

Определим координаты тела 1 и 2.

$$x_4 = \frac{S_1 * x_1 + S_2 * x_2}{S_1 + S_2} = \frac{40000 * 300 + 45000 * 75}{40000 + 45000} = 181 \text{ мм}$$

Координата X тела 1, 2 и 3 равна:

$$x_5 = \frac{S_4 * x_4 + S_3 * x_3}{S_4 + S_3} = \frac{85000 * 181 + 50000 * 250}{85000 + 50000} = 206 \text{ мм} \quad (51)$$

Далее определим центр тяжести ленточной пилы.

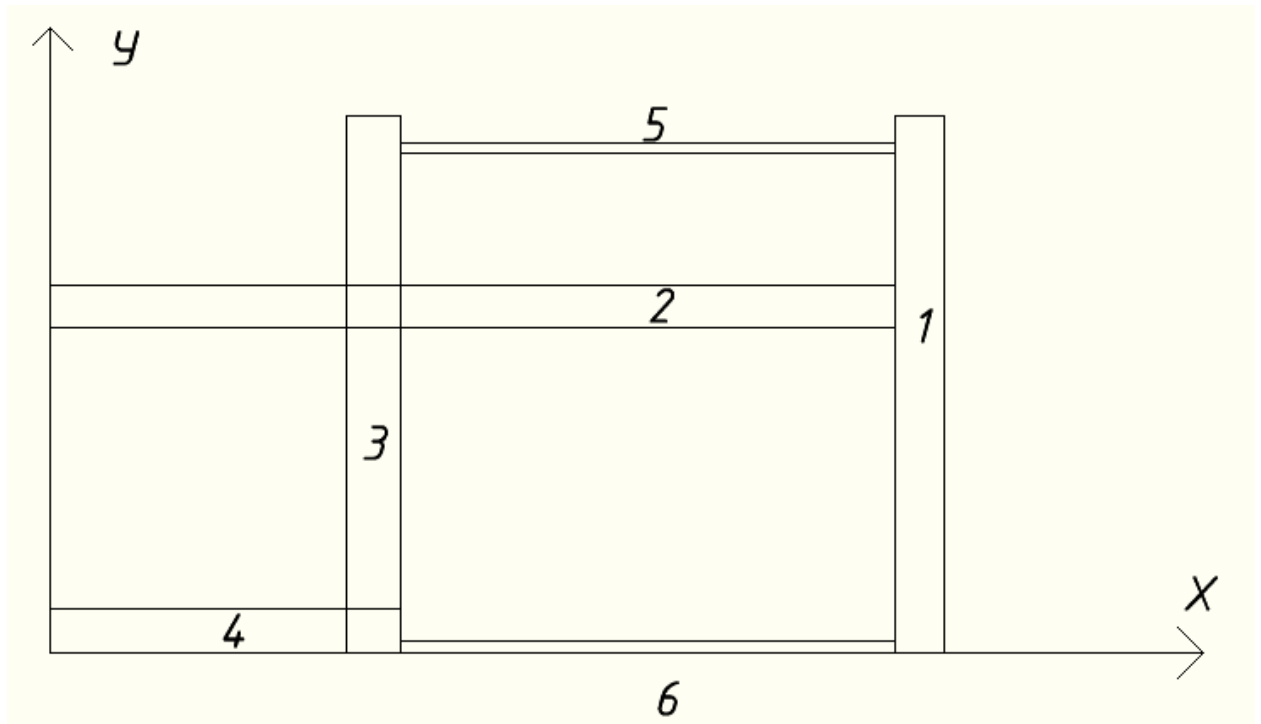


Рис.15 Схема лучковой пилы в плоскости OXY

Координаты центра тяжести тела 1 равны (2275;750). Координаты центра тяжести тела 2 равны (1125;825). Координаты тела 3 равны (725;750). Координаты центра тяжести тела 4 равны (25;375). Координаты центра тяжести тела 5 равны (1500;1500). Координаты центра тяжести тела 6 равны (1500;15).

Площадь сечения тела 1 в плоскости OXY равно 75000 мм<sup>2</sup>. Площадь сечения тела 2 равно 112500 мм<sup>2</sup>. Площадь сечения тела 3 равно 75000 мм<sup>2</sup>. Площадь сечения тела 4 равно 37500 мм<sup>2</sup>. Площадь сечения тела 5 равно 15000 мм<sup>2</sup>. Площадь сечения тела 6 равно 45000 мм<sup>2</sup>.

Найдём центр тяжести тел 1 и 2.

$$x_{1.1} = \frac{75000 * 2275 + 112500 * 1125}{75000 + 112500} = 1585 \text{ мм (52)}$$

Найдём центр тяжести тел 1, 2 и 3.

$$x_{1.2} = \frac{(75000 + 112500) * 1585 + 75000 * 725}{75000 + 112500 + 75000} = 1339 \text{ мм (53)}$$

Найдём центр тяжести тел 1, 2, 3 и 4.

$$x_{1.3} = \frac{(75000 + 112500 + 75000) * 1339 + 37500 * 25}{75000 + 112500 + 75000 + 37500} = 1175 \text{ мм (54)}$$

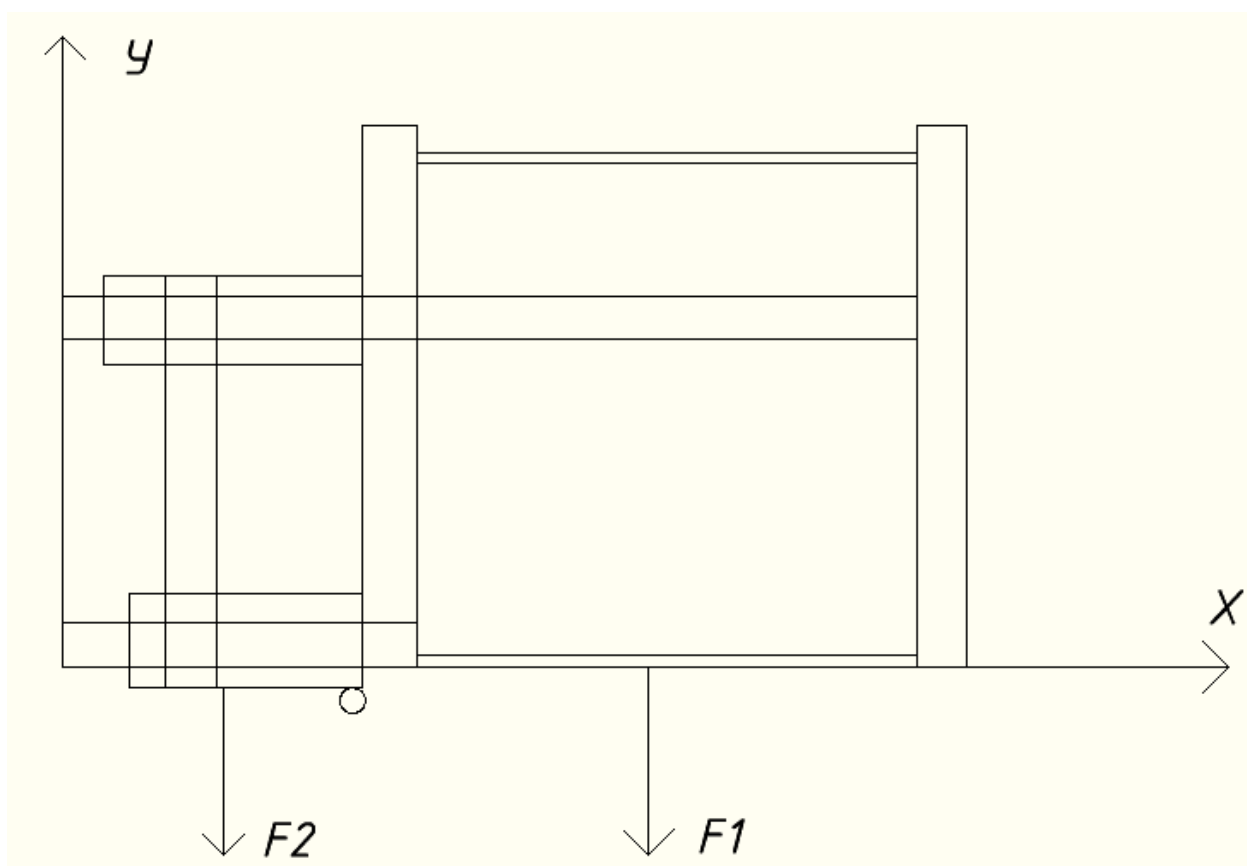
Найдём центр тяжести тел 1, 2, 3, 4 и 5.

$$x_{1.4} = \frac{(75000 + 112500 + 75000 + 37500) * 1175 + 15000 * 1500}{75000 + 112500 + 75000 + 37500 + 15000} = 1190 \text{ мм (55)}$$

Найдём центр тяжести лучковой пилы.

$$x = \frac{(75000 + 112500 + 75000 + 37500 + 15000) * 1190 + 45000 * 1500}{75000 + 112500 + 75000 + 37500 + 15000 + 45000} = 1229 \text{ мм (56)}$$

Далее укажем силы на схеме лучковой пилы с механизмом крепления.



*Рис.16 Силы, действующие на лучковую пилу и механизм крепления*

В прошлой главе мы определили массу рамы лучковой пилы. Она равна 36,82 кг.

Следовательно, для нахождения момента сил действующих на данный механизм нужно определить массу механизма крепления лучковой пилы.

Как говорилось ранее, каркас собран из труб габаритами 100x100 толщиной стенки 5 миллиметров длиной 500 миллиметров и длиной 400 миллиметров, скреплённые трубой 50x50 толщиной стенки 3 миллиметра длиной 900 миллиметров.

Следовательно, масса механизма крепления равна:

$$m_2 = 7800 * (0,0019 * (0,5 + 0,4) + 0,000564 * 0,9) = 17 \text{ кг} \quad (57)$$

Моменты сил, действующие на ось, равны.

$$M_1 = x * m * g = (1,229 - 0,7) * 36,82 * 10 = 194,7 \text{ Н} * \text{м} \quad (58)$$

$$M_2 = (x_5 + 0,2) * m_2 * g = (0,206 + 0,2) * 17 * 10 = 69 \text{ Н} * \text{м} \quad (59)$$

Отсюда следует, что двигатель должен совершать момент равный 125,7 Н \* м.

Точка, за которую будет происходить опускание пилы, находится на краю нижней трубы размерами 100x100 механизма крепления лучковой пилы. Следовательно, сила опускания пилы равна 261 Н.

Подъём пилы будем совершать через передачу винт-гайка с помощью троса. На рисунке 16 указана схема механизма подъёма пилы.

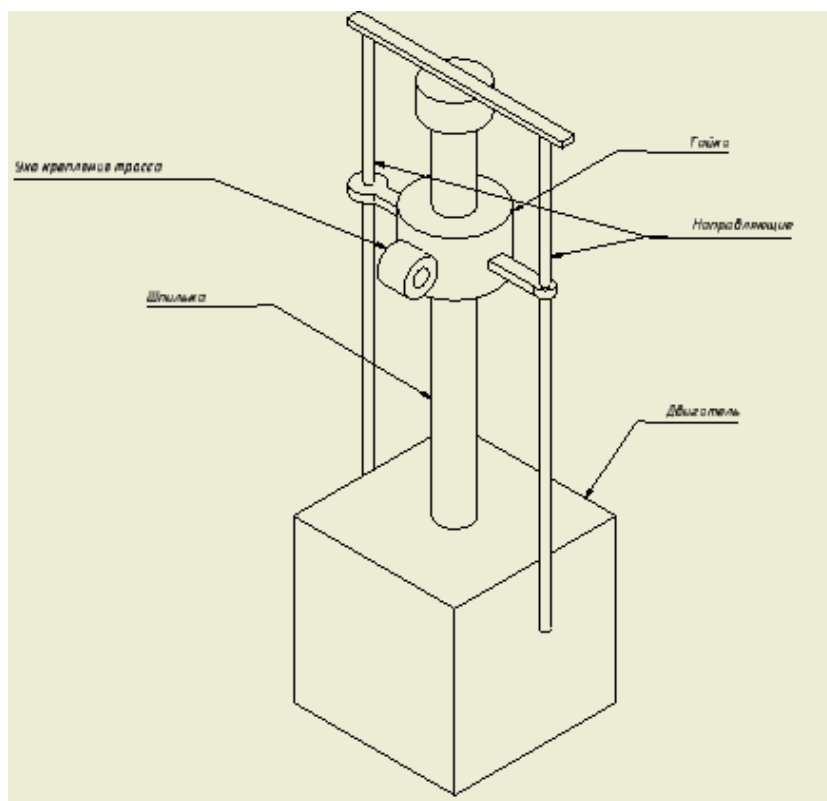


Рис.17 Передача винт-гайка для опускания и подъёма пилы

Далее произведём расчёт редуктора для подъёма лучковой пилы.

Для подъёма пилы будем использовать передачу винт-гайка.

Дано:  $F = 261 \text{ Н}$  – Сила, действующая на передачу.  $l = 500 \text{ мм}$  – Ход передачи.

#### 1. Выбор материалов.

Для винта – конструкционная сталь 35 ГОСТ 1050 – 88 без термообработки,  $\sigma_t = 320 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\sigma_b = 540 \text{ Н/мм}^2$ .

Для гайки – безоловянная бронза Бр.А9ЖЗЛ ГОСТ 493–79,  $\sigma_t = 200 \text{ Н/мм}^2$ ,  $\sigma_b = 400 \text{ Н/мм}^2$ .

#### 2. Определение среднего диаметра и минимального шага резьбы.

$$d_{2p} \geq \sqrt{\frac{F}{\pi * \Psi_h * \Psi_H * [p_i]}} \quad (60)$$

где  $F = 261 \text{ Н}$ ;

$\Psi_h = 0,5$  – коэффициент относительной высоты профиля резьбы;

$\Psi_H$  – коэффициент высоты гайки. Принимаем  $\Psi_H = 1,7$ ;

$[p_i]$  – допускаемое давление в резьбе:  $[p_i] = 7 \text{ Н/мм}^2$ .

$$d_{2p} \geq \sqrt{\frac{261}{\pi * 0,5 * 1,7 * 7}} = 3,7 \text{ мм}$$

Минимальное значение шага резьбы:

$$P_{min} \geq \Psi_H * \frac{d_{2p}}{z_{max}} = 1,7 * \frac{3,7}{10} = 0,6 \text{ мм} \quad (61)$$

#### 3. Выбор параметров резьбы

По ГОСТ 24737-81 выбираем трапецеидальную резьбу Тр 8х1,5 с параметрами: средний диаметр  $d_2 = 7,25 \text{ мм} \geq d_{2p} = 3,7 \text{ мм}$ ; внутренний диаметр  $d_3 = 6,2 \text{ мм}$ ; наружный диаметр  $d = 8 \text{ мм}$ ; шаг  $P = 1,5 \text{ мм}$ .

#### 4. Проверка условий самоторможения резьбы.

Угол подъёма винтовой линии резьбы:

$$\Psi = \arctg\left(\frac{P_h}{\pi * d_2}\right) = \arctg\left(\frac{1,5}{\pi * 7,25}\right) = 3,77^\circ \quad (62)$$

Приведенный угол трения

$$\varphi' = \arctg\left(\frac{f}{\cos(\gamma)}\right) \quad (63)$$

где  $f = 0,1$  – коэффициент трения в резьбе;

$\gamma = 15^\circ$  – угол наклона рабочей стороны профиля резьбы

$$\varphi' = \arctg\left(\frac{0,1}{\cos(15^\circ)}\right) = 5^\circ 55'$$

Так как  $\Psi < \varphi'$ , следовательно, самоопускание пилы под действием силы не произойдёт.

## 5. Проверочный расчёт винта на прочность

Напряжение растяжения

$$\sigma_c = 4 * \frac{F}{\pi * d_3^2} = 4 * \frac{261}{\pi * 6,2^2} = 8,6 \text{ Н/мм}^2. \quad (64)$$

Напряжение кручения

$$t_{кр} = \frac{T}{W_k}, \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad (65)$$

Где  $T$  – вращающий момент, скручивающий винт в опасном сечении;

$W_k = 0,2 * d_3^2$  – момент сопротивления кручению поперечного сечения винта.

Вращающийся момент для передачи равен:

$$T = F * \frac{d_2}{2} * tg(\Psi + \varphi') = 261 * \frac{7,25}{2} * tg(3,77 + 5,91) = 161,4 \text{ Н} * \text{мм} \quad (66)$$

$$t_{кр} = \frac{161,4}{0,2 * 6,2^3} = 3,4 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad (67)$$

Эквивалентное напряжение в опасном сечении винта

$$\sigma_E = \sqrt{\sigma_c^2 + 3 * t_{кр}^2} = \sqrt{8,6^2 + 3 * 3,4^2} = 10,4 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad (68)$$

Допускаемое напряжение растяжения материала винта

$$[\sigma_c] = \sigma_T * [S] = \frac{320}{3} = 106 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2} \quad (69)$$

$[S] = 3$  – коэффициент запаса прочности винта.

Условие прочности выполняется, так как

$$\sigma_E = 10,4 \leq [\sigma_c] = 106$$

## 6. Расчёт гайки

### 6.1 Определение числа рабочих витков гайки

$$z_p = \Psi_H * \frac{d_2}{P} = 1,7 * \frac{7,25}{1,5} = 8,2 < z_{max} = 10 \quad (70)$$

Примем  $z = 9$ .

### 6.2 Определение основных размеров гайки

$$\text{Высота гайки } H = z * P = 9 * 1,5 = 13,5 \text{ мм.} \quad (71)$$

Наружный диаметр гайки

$$D_r \geq \sqrt{4 * F * \frac{k_{кр}}{\pi * [\sigma_p]} + d^2} \quad (72)$$

Где  $k_{кр} = 1,3$  – коэффициент, учитывающий кручение гайки;

$[\sigma_p] = 50 \text{ Н/мм}^2$  – допустимое напряжение растяжения для бронзовой гайки.

$$D_r \geq \sqrt{4 * 261 * \frac{1,3}{\pi * 50} + 8^2} = 8,5 \text{ мм}$$

Примем  $D_r = d + 10 = 8 + 10 = 18 \text{ мм}$

### 6.3 Проверочный расчёт гайки

Проверка резьбы гайки на срез

$$t_{ср} = \frac{F}{\pi * d * k * P * z * k_m} \leq [t_{ср}]. \quad (73)$$

Где  $k = 0,65$  – коэффициент полноты резьбы;

$k_m = 0,7$  – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения осевой силы по виткам резьбы;

$[t_{ср}] = 40 \text{ Н/мм}^2$  – допустимое напряжение среза.

$$t_{ср} = \frac{261}{\pi * 8 * 0,65 * 1,5 * 9 * 0,7} = 1,64 \text{ Н/мм}^2 < [t_{ср}] = 40 \text{ Н/мм}^2$$

7. Передаточное число передачи винт-гайка

$$u = \pi * \frac{D_r}{P} = \pi * \frac{18}{1,5} = 37 \quad (74)$$

8. КПД передачи винт гайка

$$\eta = \frac{0,98 * \operatorname{tg}(\Psi)}{\operatorname{tg}(\Psi + \varphi')} = \frac{0,98 * \operatorname{tg}(3,77)}{\operatorname{tg}(3,77 + 5,91)} = 0,37 \quad (75)$$

9. Частота вращения вала

$$n = \frac{V}{z * p} = \frac{500}{0,3 * 1 * 1,5} = 1111 \text{ об. в минуту} \quad (76)$$

10. Момент на валу двигателя

$$T_v = \frac{125,7}{37 * 0,37} = 9,2 \text{ Н * м} \quad (77)$$

Воспользуемся формулой расчёта момента по мощности, найдём мощность.

$$P = T_v * \pi * \frac{n}{30} = 1070 \text{ Вт} \quad (78)$$

Следовательно, для подъёма пилы мы будем использовать двигатель характеристики, которого указаны в таблице 8.

*Табл.11 Характеристики двигателя для подъёма пилы*

| Электродвигатель | Мощн<br>кВт | Об/<br>мин | Ток при<br>380В, А | КПД,<br>% | Коэф.<br>мощн. | Ип/<br>In | Масса<br>кг |
|------------------|-------------|------------|--------------------|-----------|----------------|-----------|-------------|
| АИР 90 LB8       | 1,1         | 1000       | 3,2                | 75        | 0,71           | 4,0       | 12,5        |

### 3.6.3. Механизм защитного движения

При движении пилы в обратном движении может происходить закусывание полотна пилы, следовательно, нужно разработать механизм, который будет менять траекторию движения пилы в обратном направлении.

Чтобы пила отклонялась, на вал пилы были установлены специальные подшипники обеспечивающие движение пилы вокруг оси и вдоль оси.

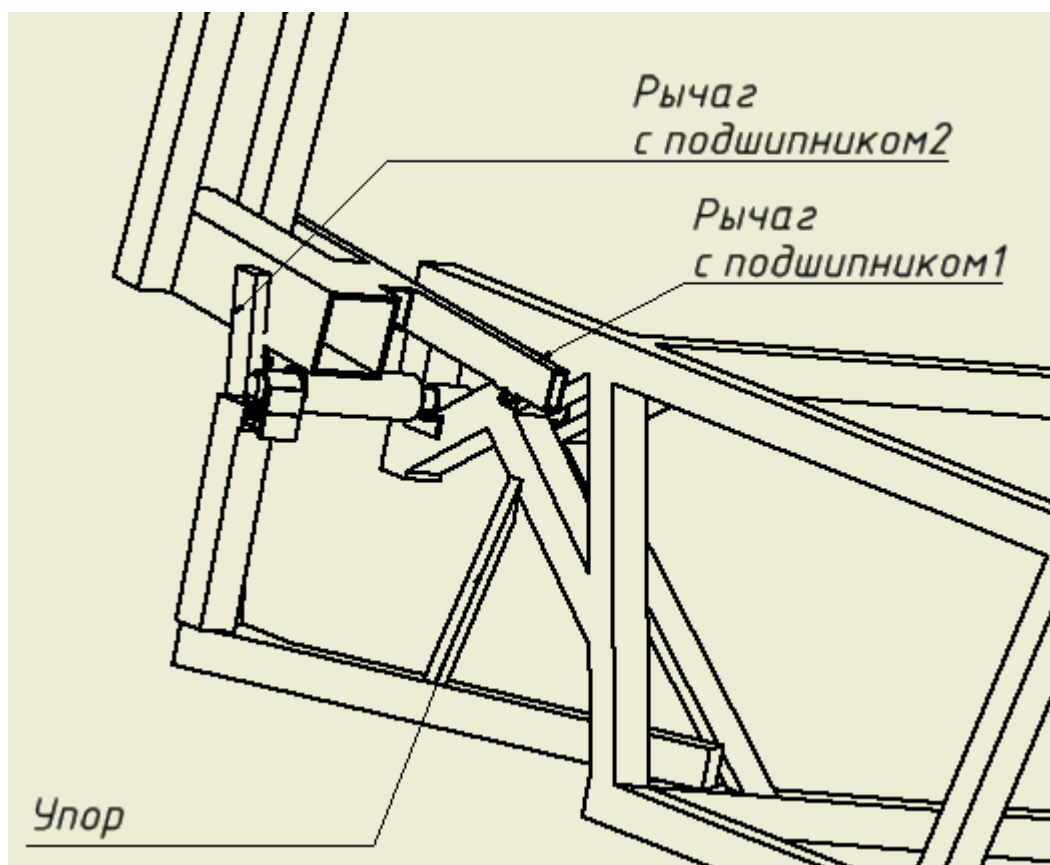
К каркасу крепления лучковой пилы был приварен рычаг. На рычаге закреплён подшипник. Когда пила совершила распиловки, подшипник начинает двигаться по наклонной поверхности, тем самым отодвигая пилу от горбыля, защищая полотно от зажима при подъёме.



В верхней точке подъёма пилы также присутствует данный механизм, который возвращает пилу в исходное состояние.

Чтобы пила совершила поступательное движение на 5 сантиметров, спроектируем упор, установленный под углом в  $30^\circ$ .

На рисунке 16 показана схема механизма подъёма лучковой пилы установленного на каркас бункера с механизмом защитного движения.



*Рис.18 Механизм защитного движения*

Произведём расчёт подшипников и рассчитаем жёсткость рычага 1.

На подшипник 1 будет действовать сила тяжести рамы лучковой пилы, которая равна 368,2 Н под углом  $30^\circ$ . Следовательно, на подшипник будет действовать сила реакции опоры равная  $\cos 30^\circ * 368,2 = 0,86 * 368,2 = 316,6$  Н. Зная требуемую грузоподъемность, найдём подшипник.

В ходе анализа, было выявлено, что в нашей конструкции мы можем использовать подшипник ГОСТ 8338-75 номиналом 1000086. Характеристики подшипника указаны в таблице 8.

Табл.12 Характеристики подшипника ГОСТ 8338-75 номинал 1000086

| Внутренний диаметр | Внешний диаметр | Ширина | Динамическая грузоподъёмность | Статическая грузоподъёмность |
|--------------------|-----------------|--------|-------------------------------|------------------------------|
| 6 мм               | 13 мм           | 3,5 мм | 884 Н                         | 325 Н                        |

На второй рычаг действует меньшие силы так, как механизм крепления лучковой пилы легче рамы лучковой пилы. Следовательно, на втором рычаге мы можем использовать подшипник того же номинала.

Далее определим жёсткость рычага 1.

Расчёт рычага определяется по формуле:

$$J = \frac{P * L^3}{48 * E * V} \quad (79)$$

Из формулы:

$$E = 2100000 \text{ кг} * \frac{\text{с}}{\text{см}^2} - \text{модуль упругости стали}$$

$$L = 30 \text{ см} - \text{длина рычага}$$

$$V = \frac{150}{200} = 0,75 \text{ см} - \text{прогиб}$$

$$J = \frac{316 * 30^3}{48 * 2100000 * 0,75} = 0,11 \text{ Н} * \text{м} - \text{момент инерции рычага} \quad (80)$$

Исходя из, ГОСТ 8645-68, выберем трубу, удовлетворяющую моменту инерции рычага. В ходе анализа было выявлено, что трубу мы можем использовать габаритами 50x25 с толщиной стенки 3 миллиметра.

### 3.7. Сигнальная стенка

Данный агрегат служит для остановки движения толкателя. Горбыль подаётся в распиловочную область при помощи толкателя. В зоне толкателя находится сигнальная стенка, при наезде толкателя на сигнальную стенку срабатывает концевой выключатель, который посылает управляющий сигнал об отключении пускатель толкателя устройства.

Сигнальная стенка должна иметь настройку по длине дров, то есть расстояние от бункера до стенки должно меняться дискретно. Так же стенка должна крепиться к каркасу рамы бункера на быстросъёмные соединения.

Бампер стенки делаем подпружиненным со свободных ходом. Данный элемент поможет избавиться от инерционности привода. Сила, действующая на горбыль со стороны стенки должна быть такой, чтобы при распиловке горбыль падал в зону хранения дров.

Произведём расчёт силы, действующей на горбыль со стороны стенки.

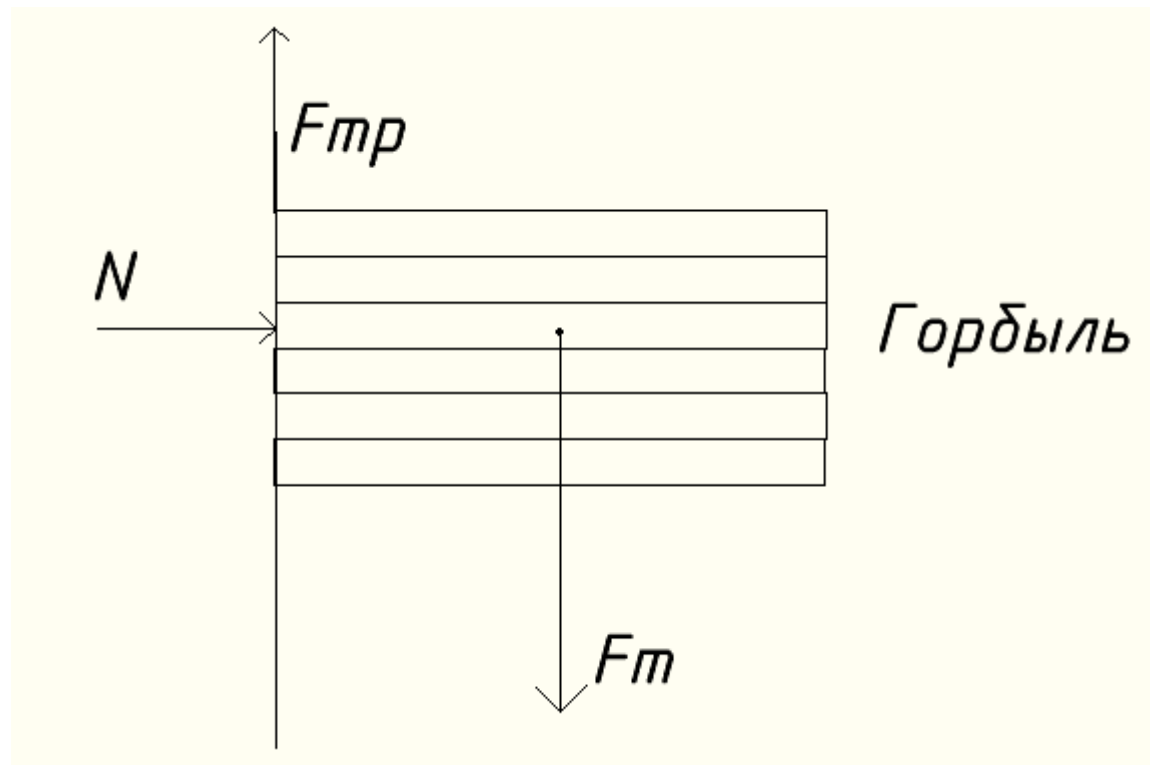


Рис.19 Сила, действующая на горбыль в зоне распиловки

Запишем формулу для расчёта силы, действующее на горбыль.

$$F_{тр} < F_t \quad (81)$$

$$N * k < m * g$$

Где  $m$  — масса горбыля в зоне распиловки,

$N$  — сила, действующая на горбыль со стороны стенки,

$k = 0,2$  — коэффициент трения дерева об металл.

$$m = \rho * V$$

$\rho = 0,69 \text{ г/см}^3$  — плотность дерева (дуб).

$$V = \frac{1}{2} * (60 + 90) * 45 * 60 = 202500 \text{ см}^3$$

$$N < \frac{\rho * V * g}{k} = \frac{0,69 * 202500 * 9,8}{0,2 * 1000} = 6846 \text{ Н}$$

Следовательно, сила упругости пружины должна быть меньше 6,8 кН.

Инерционность двигателя составляет около 0,5 оборота, диаметр звёздочки толкателя составляет 10 см. Следовательно, ход пилы составляет  $L = \pi * \frac{10}{2} = 15,7$  см. Следовательно, ход пружины составляет 15,7 см.

Так как усилие на стенку будут незначительными, то каркас стенки будем делать из квадратной трубы 25х25 со стеной стенки 3мм.

Регулировку длины дров будем совершать через определённое расстояние при помощи трубы каркаса стенки, соединённым болтом с каркасом рамы бункера. На рисунке 19 указана схема сигнальной стенки.

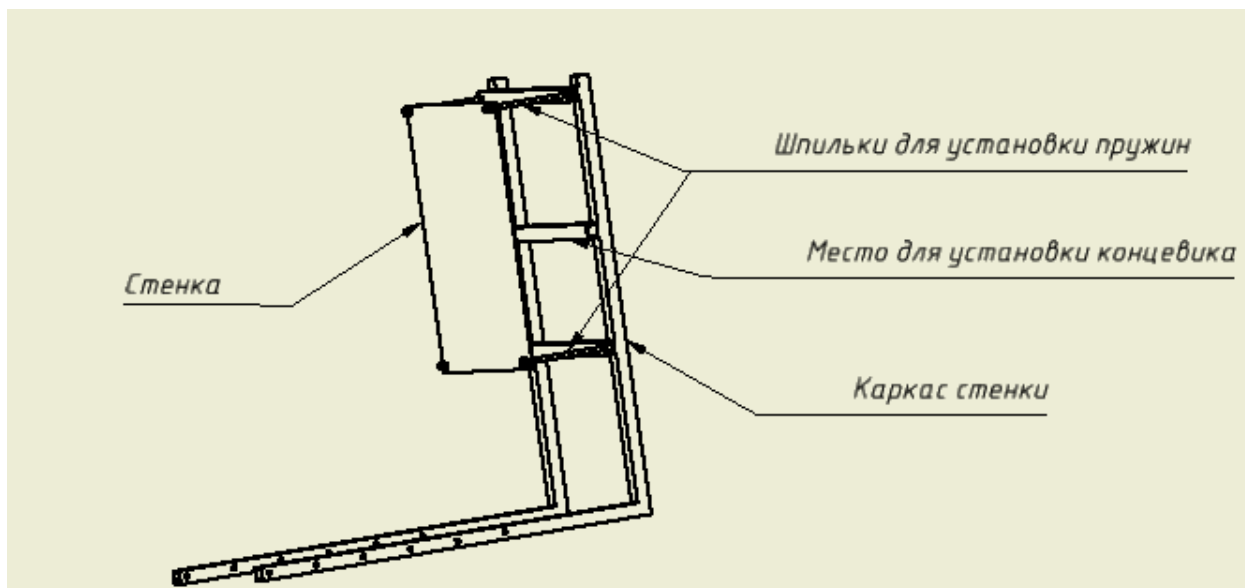


Рис.20 Схема сигнальной стенки

### 3.8. Система защиты электроцепи

#### 3.8.1. Подбор УЗО. Подбор автоматического выключателя

УЗО – устройство защитного отключения. Производит защиту от утечки тока.

Так как наше устройство питается от трёхфазной сети напряжением 380В, то УЗО мы выберем 4-х полюсное.

Далее произведём расчёт тока утечки.

Так как в устройстве не функционируют несколько двигателе, то, следовательно, произведём расчёт УЗО для каждого двигателя и выберем УЗО с самыми мощными характеристиками.

1. Расчёт тока утечки для двигателя горизонтального пиления.

$$I_{\Delta} = I_{\Delta\text{Эп}} + I_{\Delta\text{сети}} \quad (81)$$

$I_{\Delta\text{Эп}} = 0,4 * I_{\text{расч}}$  – Ток утечки электродвигателя.

$I_{\Delta\text{сети}} = 0,01 * L_{\text{провода}}$  – Ток утечки электросети.

$$I_{\text{расч}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном}} * \cos(\varphi) * \eta_{\text{ном}}} = \frac{1100}{\sqrt{3} * 380 * 0,72 * 0,74} = 3,3 \text{ А} \text{ — Расчётный ток}$$

равный пусковому току двигателя и току обмотки пускателя. (82)

$L_{\text{провода}} \approx 5 \text{ м}$  – Длина фазного провода.

$I_{\Delta} = 0,4 * 3,3 + 0,01 * 5 = 1,37 \text{ мА}$  – Ток утечки при работе двигателя горизонтального пиления.

Далее согласно требованиям ПУЭ (7-е изд., п. 7.1.83) «Суммарный ток утечки сети с учетом присоединяемых стационарных и переносных электроприемников в нормальном режиме работы не должен превосходить 1/3 номинального отключающего дифференциального тока  $I_{\Delta n}$  УЗО».

Следовательно, номинальный дифференциальный ток равен:

$$I_{\Delta n} \geq 3 * 1,37 = 4,11 \text{ мА} \quad (83)$$

2. Подбор номинального тока УЗО.

Номинальный ток УЗО равен номинальному току автоматического выключателя подключённого последовательно в цепь с УЗО. Номинальный ток рассчитывается по формуле:

$$I_{\text{н}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном}} * \cos(\varphi) * \eta_{\text{ном}}} = \frac{1100}{\sqrt{3} * 380 * 0,72 * 0,74} = 3,14 \text{ А} \quad (84)$$

3. Выбор типа УЗО.

Выбираем тип УЗО АС так, как оно реагирует на дифференциальный синусоидальный переменный ток. По конструкции выбираем УЗО электромеханическое так, как оно не зависит от напряжения питания. УЗО

должно работать в диапазоне температуры от -25 до + 40°C. Степенью защиты УЗО IP20. Ток короткого замыкания 6000 А.

Помним, что УЗО защищает цепь только от токов утечки, а от токов короткого замыкания и токов перегрузки – не защищает. Поэтому последовательно с УЗО необходимо устанавливать автоматический выключатель.

Далее произведём расчёт автоматического выключателя.

#### 4. Подбор автоматического выключателя.

Номинальный ток автоматического выключателя нам известен. Он равен  $I_n = 3,14$  А.

Далее произведём расчёт УЗО и автоматического выключателя для двигателя толкателя.

Расчёт происходит по такому же алгоритму, что и при выборе УЗО и автоматического выключателя для горизонтального пиления.

##### 1. Расчёт тока утечки.

$$I_{\Delta} = I_{\Delta\text{Эп}} + I_{\Delta\text{сети}}$$

$I_{\Delta\text{Эп}} = 0,4 * I_{\text{расч}}$  – Ток утечки электродвигателя.

$I_{\Delta\text{сети}} = 0,01 * L_{\text{провода}}$  – Ток утечки электросети.

$$I_{\text{расч}} = \frac{P_{\text{ном}}}{\sqrt{3} * U_{\text{ном}} * \cos(\varphi) * \eta_{\text{ном}}} + I_{\text{пуск.}} = \frac{1500}{\sqrt{3} * 380 * 0,7 * 0,76} = 4,4 \text{ А} \text{ – Расчётный}$$

ток равный пусковому току двигателя и току обмотки пускателя.

$L_{\text{провода}} \approx 5 \text{ м}$  – Длина фазного провода.

$I_{\Delta} = 0,4 * 4,4 + 0,01 * 5 = 1,83 \text{ мА}$  – Ток утечки при работе двигателя толкателя.

Следовательно, номинальный дифференциальный ток равен:

$$I_{\Delta n} \geq 3 * 1,83 = 5,5 \text{ мА}$$

##### 2. Подбор номинального тока УЗО.

Номинальный ток УЗО равен номинальному току автоматического выключателя подключённого последовательно в цепь с УЗО. Номинальный ток рассчитывается по формуле:

$$I_n = \frac{P_{ном}}{\sqrt{3} * U_{ном} * \cos(\varphi) * \eta_{ном}} = \frac{1500}{\sqrt{3} * 380 * 0,7 * 0,76} = 4,4 \text{ А}$$

### 3. Выбор типа УЗО.

Выбираем тип УЗО АС так, как оно реагирует на дифференциальный синусоидальный переменный ток. По конструкции выбираем УЗО электромеханическое так, как оно не зависит от напряжения питания. УЗО должно работать в диапазоне температуры от -25 до + 40°C. Степенью защиты УЗО IP20. Ток короткого замыкания 6000 А.

Помним, что УЗО защищает цепь только от токов утечки, а от токов короткого замыкания и токов перегрузки – не защищает. Поэтому последовательно с УЗО необходимо устанавливать автоматический выключатель.

Далее произведём расчёт автоматического выключателя.

### 4. Подбор автоматического выключателя.

Номинальный ток автоматического выключателя нам известен. Он равен  $I_n = 4,4 \text{ А}$ .

Расчёт УЗО и автоматического выключателя для подъёма пилы рассчитывается по тому же принципу, что и для горизонтального пиления.

В итоге мы выяснили, что в системе защиты будем использовать УЗО с током утечки 1,83 мА. Номинальный ток равен 4,4 А.

Следовательно, под наши критерии подходит УЗО IEK ВД1-63 номинальным током утечки 10мА и номинальным напряжением 16А. Автомат мы будем использовать IEK 3п С/ 5А. Схема подключения и схема расположения УЗО и автомата указаны в приложении.

## 4. Результаты работы

В ходе выполнения ВКР были реализованы некоторые механизмы станка по переработке отходов деревообрабатывающих пунктов. Исходя из анализа, было выявлено, что лучше всего использовать лучковую пилу.

Конструкция, получившаяся в результате сборки, представлена в приложении В.

В ходе проведённых практических экспериментов было выявлено, что центр тяжести находится ближе к оси и пила, в максимальном верхнем положении не нуждается в механической фиксации. Также, в ходе сборки лучковой пилы было выявлено, что длину пилы можно уменьшить на 200 миллиметров.

В ходе натяжки пилы было выявлено, что действующее значение силы при натяжке полотна пилы составляет 140 кг.

При более точной настройке механизма защитного движения упоры было решено фиксировать через разъёмные соединения с настройкой угла упора.

## **5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения**

**Цель экономического раздела** - провести детальный анализ проекта по критериям конкурентоспособности и ресурсоэффективности. Оценить перспективность проекта, определить трудоемкость и график работ, а также рассчитать интегральный показатель ресурсоэффективности.

### **5.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Для определения потенциальных потребителей следует выделить целевой рынок и произвести его сегментирование.

В данной ситуации целевой рынок – рынок устройств по вторичной переработке древесины в дрова. Ниже представлены некоторые характерные представители этого рынка.

В первую очередь следует рассмотреть наиболее простой механизм, используемый при вторичной переработке древесины в дрова и



затрачивающий много ручного труда, известный как стенд для распиловки дров инструментальной компании «Энкор», представленный на рисунке 1. Стенд представляет собой разборную конструкцию, которая имеет большую жесткость и малый вес, при этом позволяя работать с пильным материалом, имеющим большие вес и габариты.



*Рис. 21 Стенд для распиловки дров «Энкор»*

Теперь следует перейти к более технологичному и современному решению в плане переработки древесных отходов. Таковым является дроворуб компании «URBAN» (рисунок 22).



*Рис. 22 Рубильная машина URBAN EM 70*

Рубильная машина URBAN EM 70 предназначена для рубки древесных материалов диаметром до 80 мм на куски длиной от 6 до 13 см, которые затем попадают в два установленных выводных бункера. Подача

осуществляется самозатягиванием при попадании материала на ножи. Также конструкция оснащена небольшими колесами для транспортировки по рабочей площадке. При работе данного устройства подачу отходов в зону рубки осуществляет человек, следовательно, этот дроворуб можно отнести к классу автоматизированных установок.

Еще один способ переработки крупных древесных отходов при лесозаготовке – использование ленточных пилорам, одна из которых представлена на рисунке 23.

В целом, использование пилорамы в распиловке отходов не является её профильной функцией, поэтому следует разработать автономное устройство, способное в промышленных масштабах перерабатывать крупные древесные отходы. К такому выводу также приводит анализ карты сегментирования рынка по двум основным критериям: уровень участия человека в процессе работы и масштаб использования. Карта приведена в таблице 13.



*Рис. 23 Ленточная пилорама*

*Табл. 13 Карта сегментирования рынка*

|         |                         | Уровень участия человека |                    |                 |
|---------|-------------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|
|         |                         | Ручной труд              | Автоматизация      | Автономность    |
| Масштаб | Домашнее использование  | Стенд «Энкор»            | Дроворуб URBAN     | -               |
|         | Промышленное применение | -                        | Ленточная пилорама | Целевой сегмент |

### 5.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов.

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

В оценочной карте сравнивается наша разработка, с разработкой «Энкор» (конкурент 1) и с дроворубом URBAN( конкурент 2).

Табл. 14 Оценочная карта

| Критерии оценки                                  | Вес критерия | Относительное значение |                 |                 | Средневзвешенное значение |                 |                 |
|--------------------------------------------------|--------------|------------------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                  |              | Б <sub>ф</sub>         | Б <sub>к1</sub> | Б <sub>к2</sub> | К <sub>ф</sub>            | К <sub>к1</sub> | К <sub>к2</sub> |
| 1                                                | 2            | 3                      | 4               | 5               | 6                         | 7               | 8               |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности |              |                        |                 |                 |                           |                 |                 |
| 1. Энергоэффективность                           | 0,1          | 5                      | 5               | 4               | 0,5                       | 0,5             | 0,4             |
| 2. Помехоустойчивость                            | 0,01         | 5                      | 3               | 5               | 0,05                      | 0,03            | 0,05            |
| 3. Надежность                                    | 0,1          | 3                      | 5               | 3               | 0,3                       | 0,5             | 0,3             |
| 4. Унифицированность                             | 0,05         | 3                      | 4               | 3               | 0,15                      | 0,2             | 0,15            |
| 5. Уровень материалоемкости                      | 0,05         | 5                      | 3               | 3               | 0,25                      | 0,15            | 0,15            |
| 6. Уровень шума                                  | 0,07         | 3                      | 4               | 5               | 0,21                      | 0,28            | 0,35            |
| 7. Безопасность                                  | 0,2          | 3                      | 4               | 3               | 0,6                       | 0,8             | 0,6             |
| 8. Функциональная                                | 0,01         | 4                      | 5               | 3               | 0,04                      | 0,05            | 0,03            |

|                                             |      |    |    |    |      |      |      |
|---------------------------------------------|------|----|----|----|------|------|------|
| МОЩНОСТЬ                                    |      |    |    |    |      |      |      |
| 9. Простота эксплуатации                    | 0,08 | 4  | 5  | 4  | 0,32 | 0,4  | 0,32 |
| 10. Ремонтопригодность                      | 0,08 | 3  | 5  | 2  | 0,24 | 0,4  | 0,16 |
| Экономические критерии оценки эффективности |      |    |    |    |      |      |      |
| 11. Конкурентоспособность                   | 0,06 | 5  | 3  | 3  | 0,3  | 0,18 | 0,18 |
| 12. Уровень проникновения на рынок          | 0,03 | 4  | 5  | 4  | 0,12 | 0,15 | 0,12 |
| 13. Послепродажное обслуживание             | 0,07 | 5  | 2  | 3  | 0,35 | 0,14 | 0,21 |
| 14. Цена                                    | 0,06 | 4  | 5  | 3  | 0,24 | 0,3  | 0,18 |
| 15. Финансирование разработки               | 0,03 | 5  | 4  | 3  | 0,15 | 0,12 | 0,09 |
| Итого                                       | 1    | 61 | 62 | 51 | 3,82 | 4,2  | 3,29 |

После суммирования показателей конкурентоспособности было выявлено, что наше конструкция слабые показатели надёжности и ремонтно пригодности. При улучшении данных показателей конкурентоспособность станет выше, чем у конкурентов.

### 5.1.3. Морфологический анализ

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения (морфологии) объекта исследования. Синтез охватывает как известные, так и новые, необычные варианты, которые при простом переборе могли быть упущены. Путем комбинирования вариантов получают большое количество различных решений, ряд которых представляет практический интерес.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

1. Точная формулировка проблемы.

На данный момент не один из станков не может обеспечить переработку отходов деревообрабатывающих пунктов без участия человека. Следовательно, можно сформулировать проблему: отсутствие автоматизированного устройства для переработки отходов деревообрабатывающих пунктов, имеющее невысокую стоимость.

## 2. Раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта.

К нашему устройству относится: пила, механизмы прижима, механизм транспортировки горбыля в зону распиловки, устройства управления, типы приводов.

3. Составим таблицу, в которой раскроем все возможные варианты по каждой характеристике.

*Табл. 15 Таблица характеристик*

|                                                       | 1                    | 2                      | 3                             |
|-------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------------|
| А. Пила                                               | Ленточная            | Лучковая               | Дисковая                      |
| Б. Механизм транспортировки горбыля в зону распиловки | Толкатель            | Лебёдка                | Манипулятор                   |
| В. Механизмы прижима                                  | Пресс                | Г-образный прижим      | Пружинные прижимы             |
| Г. Устройства управления                              | Ручное управление    | Автономное управление  | Автоматизированное управление |
| Д. Типы приводов                                      | Электрически приводы | Гидравлические приводы | Пневматические приводы        |

4. Проанализировав все возможные решения можно составить содержание устройства, которое может решить поставленную проблему. А2Б1В3Г3Д1. Данное решение имеет низкую стоимость, простоту конструкции.

## 5.2. Планирование в рамках ОКР

### 5.2.1. Структура работ в рамках проектной работы

Трудоемкость выполнения ВКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для реализации проекта необходимы три исполнителя – руководитель (Р), студент 1 (С1), студент 2 (С2), сварщик(Св) и токарь(Ток). Следует разделить выполнение проекторной работы на этапы, представленные в таблице 16.

Табл. 16 Этапы выполнения дипломной работы

| Основные этапы                                 | № раб | Содержание работ                                                           | Исполнитель |
|------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Разработка задания                             | 1     | Постановка задачи                                                          | Р           |
| Выбор направления исследования                 | 2     | Обзор научно-технической литературы                                        | С1, С2      |
|                                                | 3     | Разработка и утверждение ТЗ                                                | Р, С1, С2   |
|                                                | 4     | Календарное планирование работ                                             | Р, С1, С2   |
| Теоретические и экспериментальные исследования | 5     | Разработка модели объекта                                                  | Р, С1, С2   |
|                                                | 6     | Проектирование и расчет приемного бункера и его опоры                      | С1          |
|                                                | 7     | Проектирование и расчет контактной стенки и прижимного механизма           | С1          |
|                                                | 8     | Проектирование и расчет механизма подачи отходов в зону распиловки         | С1          |
|                                                | 9     | Проектирование и расчет механизма пиления                                  | С2          |
|                                                | 10    | Проектирование и расчет механизма поднимания и опускания механизма пиления | С2          |

|                          |    |                                                                                                                        |                    |
|--------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|                          | 11 | Создание каркаса механизма                                                                                             | C1, C2,<br>Св, Ток |
|                          | 12 | Создание рамы лучковой пилы                                                                                            | C1, C2,<br>Св, Ток |
|                          | 13 | Синтез системы управления устройством вторичной переработки древесины и выбор элементов для её реализации              | C1                 |
|                          | 14 | Синтез системы защитного отключения для устройства вторичной переработки древесины и выбор элементов для её реализации | C2                 |
| Оформление отчета по НИР | 15 | Составление пояснительной записки                                                                                      | C1, C2             |

### 5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ожи} = \frac{3T_{min} + 2T_{max}}{5} = \frac{3 * 1 + 2 * 2}{5} = 1,4,$$

где  $T_{ожи}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения i-ой работы чел.-дн.;

$T_{\min}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$T_{\max}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{T_{ожі}}{Ч_i},$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$T_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн;

$Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{pi} = \frac{T_{ожі}}{Ч_i} = \frac{1,4}{1} = 1,4.$$

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}},$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48,$$

где:  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;



$T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$T_{ki} = T_{pi} k_{\text{кал}} = 1,4 * 1,48 = 2,07.$$

В таблице 5 приведены расчеты длительности отдельных видов работ.

Табл. 17 Расчет трудоемкости выполняемых работ

| №<br>раб | Трудоемкость работ    |    |    |    |     |                       |    |    |    |     |                       |     |     |    |     | Исп<br>олн<br>ите<br>ли | Длительность работ в<br>рабочих днях $T_{pi}$ |          |          |    |     | Длительность работ в<br>календарных днях $T_{ki}$ |    |    |    |     |
|----------|-----------------------|----|----|----|-----|-----------------------|----|----|----|-----|-----------------------|-----|-----|----|-----|-------------------------|-----------------------------------------------|----------|----------|----|-----|---------------------------------------------------|----|----|----|-----|
|          | $T_{min},$<br>чел-дни |    |    |    |     | $T_{max},$<br>чел-дни |    |    |    |     | $T_{oji},$<br>чел-дни |     |     |    |     |                         | Р                                             | С1       | С2       | Св | Ток | Р                                                 | С1 | С2 | Св | Ток |
|          | Р                     | С1 | С2 | Св | Ток | Р                     | С1 | С2 | Св | Ток | Р                     | С1  | С2  | Св | Ток |                         |                                               |          |          |    |     |                                                   |    |    |    |     |
| 1        | 1                     | -  | -  | -  | -   | 2                     | -  | -  | -  | -   | 1,4                   | -   | -   | -  | -   | 1                       | 1,4                                           | -        | -        | -  | -   | 2                                                 | -  | -  | -  | -   |
| 2        | -                     | 40 | 40 | -  | -   | -                     | 50 | 50 | -  | -   | -                     | 44  | 44  | -  | -   | 2                       | -                                             | 22       | 22       | -  | -   | -                                                 | 33 | 33 | -  | -   |
| 3        | 2                     | 10 | 10 | -  | -   | 4                     | 20 | 20 | -  | -   | 2,8                   | 14  | 14  | -  | -   | 3                       | 0,9<br>3                                      | 4,6<br>7 | 4,6<br>7 | -  | -   | 1                                                 | 7  | 7  | -  | -   |
| 4        | 1                     | 1  | 1  | -  | -   | 2                     | 2  | 2  | -  | -   | 1,4                   | 1,4 | 1,4 | -  | -   | 3                       | 0,4<br>7                                      | 0,4<br>7 | 0,4<br>7 | -  | -   | 1                                                 | 1  | 1  | -  | -   |
| 5        | 3                     | 3  | 3  | -  | -   | 7                     | 7  | 7  | -  | -   | 4,6                   | 4,6 | 4,6 | -  | -   | 3                       | 1,5<br>3                                      | 1,5<br>3 | 1,5<br>3 | -  | -   | 2                                                 | 2  | 2  | -  | -   |
| 6        | -                     | 5  | -  | -  | -   | -                     | 10 | -  | -  | -   | -                     | 7   | -   | -  | -   | 1                       | -                                             | 7        | -        | -  | -   | -                                                 | 10 | -  | -  | -   |
| 7        | -                     | 5  | -  | -  | -   | -                     | 10 | -  | -  | -   | -                     | 7   | -   | -  | -   | 1                       | -                                             | 7        | -        | -  | -   | -                                                 | 10 | -  | -  | -   |
| 8        | -                     | 10 | -  | -  | -   | -                     | 15 | -  | -  | -   | -                     | 12  | -   | -  | -   | 1                       | -                                             | 12       | -        | -  | -   | -                                                 | 18 | -  | -  | -   |
| 9        | -                     | -  | 10 | -  | -   | -                     | -  | 15 | -  | -   | -                     | -   | 12  | -  | -   | 1                       | -                                             | -        | 12       | -  | -   | -                                                 | -  | 18 | -  | -   |
| 10       | -                     | -  | 10 | -  | -   | -                     | -  | 15 | -  | -   | -                     | -   | 12  | -  | -   | 1                       | -                                             | -        | 12       | -  | -   | -                                                 | -  | 18 | -  | -   |
| 11       | -                     | 14 | 14 | 14 | 14  | -                     | 20 | 20 | 20 | 20  | -                     | 16  | 16  | 16 | 16  | 4                       | -                                             | 4        | 4        | 4  | 4   | -                                                 | 6  | 6  | 6  | 6   |
| 12       | -                     | 14 | 14 | 14 | 14  | -                     | 25 | 20 | 20 | 20  | -                     | 16  | 16  | 16 | 16  | 4                       | -                                             | 4        | 4        | 4  | 4   | -                                                 | 6  | 6  | 6  | 6   |
| 13       | -                     | 12 | -  | -  | -   | -                     | 17 | -  | -  | -   | -                     | 14  | -   | -  | -   | 1                       | -                                             | 14       | -        | -  | -   | -                                                 | 21 | -  | -  | -   |

|        |   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |    |   |   |   |     |     |   |   |
|--------|---|----|----|---|---|---|----|----|---|---|---|----|----|---|---|---|---|----|----|---|---|---|-----|-----|---|---|
| 14     | - | -  | 12 | - | - | - | 17 | -  | - | - | - | -  | 14 | - | - | 1 | - | -  | 14 | - | - | - | -   | 21  | - | - |
| 15     | - | 50 | 50 | - | - | - | 60 | 60 | - | - | - | 54 | 54 | - | - | 2 | - | 27 | 27 | - | - | - | 40  | 40  | - | - |
| Итого: |   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |    |    |   |   |   |   |    |    |   |   | 6 | 154 | 152 | 6 | 6 |

Табл. 18 Календарный план-график проведения НИОКР

| № раб<br>от<br>ы | Вид работы                                                         | Исполнители  | Тki | Продолжительность выполнения работ                                                 |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|---|---|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---|---|--------|---|---|-----|---|---|
|                  |                                                                    |              |     | Январь                                                                             |   |   | Февраль                                                                            |                                                                                     |                                                                                       | Март                                                                                  |   |   | Апрель |   |   | Май |   |   |
|                  |                                                                    |              |     | 1                                                                                  | 2 | 3 | 1                                                                                  | 2                                                                                   | 3                                                                                     | 1                                                                                     | 2 | 3 | 1      | 2 | 3 | 1   | 2 | 3 |
| 1                | Разработка задания                                                 | Руководитель | 2   |   |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 2                | Обзор научно-технической литературы                                | Студент 1    | 33  |  |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 2    | 33  |  |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 3                | Разработка и утверждение ТЗ                                        | Руководитель | 1   |                                                                                    |   |   |  |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 1    | 7   |                                                                                    |   |   |  |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 2    | 7   |                                                                                    |   |   |  |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 4                | Календарное планирование работы                                    | Руководитель | 1   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 1    | 1   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 2    | 1   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 5                | Разработка модели объекта                                          | Руководитель | 2   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 1    | 2   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    | Студент 2    | 2   |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 6                | Проектирование и расчет приемного бункера и его опоры              | Студент 1    | 10  |                                                                                    |   |   |                                                                                    |  |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 7                | Проектирование и расчет механизма подачи отходов в зону распиловки | Студент 1    | 10  |                                                                                    |   |   |                                                                                    |                                                                                     |  |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |
| 8                | Проектирование и расчет механизма подачи отходов в зону распиловки | Студент 1    | 18  |                                                                                    |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |  |   |   |        |   |   |     |   |   |
|                  |                                                                    |              |     |                                                                                    |   |   |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                       |                                                                                       |   |   |        |   |   |     |   |   |

|    |                                                                            |           |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|----|----------------------------------------------------------------------------|-----------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 9  | Проектирование и расчет механизма пиления                                  | Студент 2 | 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | Проектирование и расчет механизма поднимания и опускания механизма пиления | Студент 2 | 18 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | Создание каркаса механизма                                                 | Студент 1 | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Студент 2 | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Сварщик   | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Токарь    | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | Создание рамы лучковой пилы                                                | Студент 1 | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Студент 2 | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Сварщик   | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Токарь    | 6  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | Синтез системы управления                                                  | Студент 1 | 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 | Синтез системы защиты                                                      | Студент 2 | 21 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 | Составление пояснительной записки                                          | Студент 1 | 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|    |                                                                            | Студент 2 | 40 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 5.2.3 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет научно-технического исследования должен быть основан на достоверном отображении всех видов расходов, связанных выполнением проекта. В процессе формирования бюджета разработки используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты разработки;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты на научные и производственные командировки;
- накладные расходы.

#### 5.2.3.1 Расчет материальных затрат

Для вычисления материальных затрат воспользуемся следующей формулой:  $Z_m = (1 + k_t) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}$ , где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);  $C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов;  $k_t$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для разработки данного проекта необходимы следующие материальные ресурсы: квадратные трубы габаритами 50х50 с толщиной стенки 3 мм, уголок 50х3 мм, уголок 23х3 мм, болгарка(УШМ), сварочный аппарат, круги на болгарку, двигатели асинхронные, полотно для ленточной пилы, шпилька на М16, пускатели, листовой металл, УЗО, автомат защитного отключения, цепь приводная, концевой выключатель.

Табл. 19 Материальные затраты

| Наименование                                                            | Ед.<br>измерения | Количество |    |    | Цена за ед.<br>руб. |    |    | Затраты на материалы,<br>руб. (З <sub>м</sub> ) |       |       |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|----|----|---------------------|----|----|-------------------------------------------------|-------|-------|
|                                                                         |                  | Р          | С1 | С2 | Р                   | С1 | С2 | Р                                               | С1    | С2    |
| Квадратные<br>трубы<br>габаритами<br>50х50 с<br>толщевой<br>стенки 3 мм | м.               | 50         | 50 | 50 | 184                 |    |    | 13800                                           | 13800 | 13800 |
| Уголок<br>50х50х3 мм                                                    | м.               | 35         | 35 | 35 | 172                 |    |    | 7525                                            | 7525  | 7525  |
| Уголок<br>25х25х3 мм                                                    | м                | 12         | 12 | 12 | 54                  |    |    | 810                                             | 810   | 810   |
| Двигатели<br>асинхронные                                                | Шт.              | 3          | 3  | 3  | 5990                |    |    | 22462                                           | 22462 | 22462 |
| Полотно для<br>ленточной<br>пилы                                        | м.               | 3          | 3  | 3  | 631                 |    |    | 2366                                            | 2366  | 2366  |
| Шпилька на<br>М16                                                       | м.               | 2          | 2  | 2  | 153                 |    |    | 191                                             | 191   | 191   |
| Пускатели                                                               | Шт.              | 7          | 7  | 7  | 524                 |    |    | 4585                                            | 4585  | 4585  |
| Листовой<br>металл                                                      | м <sup>2</sup>   | 5          | 5  | 5  | 1500                |    |    | 9375                                            | 9375  | 9375  |
| УЗО                                                                     | Шт.              | 1          | 1  | 1  | 1179                |    |    | 1473                                            | 1473  | 1473  |
| Автомат<br>защитного                                                    | Шт.              | 1          | 1  | 1  | 459                 |    |    | 573                                             | 573   | 573   |

|                         |     |    |    |    |     |       |       |       |
|-------------------------|-----|----|----|----|-----|-------|-------|-------|
| отключения              |     |    |    |    |     |       |       |       |
| Цепь<br>приводная       | Шт. | 3  | 3  | 3  | 250 | 937   | 937   | 937   |
| Концевой<br>выключатель | Шт. | 10 | 10 | 10 | 450 | 5625  | 5625  | 5625  |
| Итого:                  |     |    |    |    |     | 69722 | 69722 | 69722 |
|                         |     |    |    |    |     | 69722 |       |       |

Табл. 20 Основные средства

| Наименование         | Ед.<br>измерения | Количество |    |    | Цена за ед.<br>руб. |    |    | Затраты на материалы,<br>руб. (З <sub>м</sub> ) |       |       |
|----------------------|------------------|------------|----|----|---------------------|----|----|-------------------------------------------------|-------|-------|
|                      |                  | Р          | С1 | С2 | Р                   | С1 | С2 | Р                                               | С1    | С2    |
| Болгарка(УШМ)        | Шт.              | 1          | 1  | 1  | 4599                |    |    | 5748                                            | 5748  | 5748  |
| Сварочный<br>аппарат | Шт.              | 1          | 1  | 1  | 5690                |    |    | 7112                                            | 7112  | 7112  |
| Круги на<br>болгарку | Шт.              | 10         | 10 | 10 | 100                 |    |    | 1250                                            | 1250  | 1250  |
| Итого:               |                  |            |    |    |                     |    |    | 14110                                           | 14110 | 14110 |
|                      |                  |            |    |    |                     |    |    | 14110                                           |       |       |

Табл. 21 Затраты на электроэнергию

| Наименование         | Мощность,<br>Вт. | Время<br>работы, час | Цена за кВт<br>электроэнергии | Стоимость<br>электроэнергии,<br>руб. |
|----------------------|------------------|----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Болгарка             | 800              | 336                  | 5,26                          | 1413,88                              |
| Сварочный аппарат    | 2500             | 168                  | 5,26                          | 2209,20                              |
| Тест АД пилы         | 1500             | 24                   | 5,26                          | 189,36                               |
| Тест АД толкателя    | 1500             | 24                   | 5,26                          | 189,36                               |
| Тест АД подъёма пилы | 1500             | 24                   | 5,26                          | 189,36                               |
| Итог                 |                  |                      |                               | 4191,16                              |



### 5.2.3.2 Основная заработная плата исполнителей

Основная заработная плата студента и руководителя за выполнение проекта, рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} * Т_p$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot М}{F_{\text{д}}},$$

Табл. 22 Баланс рабочего времени

| Показатели рабочего времени                                         | Руководитель | Студент 1 | Студент 2 | Сварщик | Токарь |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|---------|--------|
| Календарное число дней                                              | 365          | 365       | 365       | 365     | 365    |
| Количество нерабочих дней<br>- выходные дни<br>- праздничные дни    | 119          | 119       | 119       | 119     | 119    |
| Потери рабочего времени в днях<br>- отпуск<br>- невыходы по болезни | 48           | 72        | 72        | 72      | 72     |
| М, количество месяцев работы без отпуска в течение года             | 10,4         | 9,6       | 9,6       | 9,6     | 9,6    |
| $F_{\text{д}}$ , действительный годовой фонд рабочего времени       | 198          | 174       | 174       | 174     | 174    |

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot k_p,$$

где  $З_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 23.

Табл. 23 Расчет основной заработной платы

| Исполнитель  | З <sub>тс</sub> , руб. | k <sub>р</sub> | З <sub>м</sub> , руб. | З <sub>дн</sub> , руб. | T <sub>р</sub> , раб. дн. | З <sub>осн</sub> , руб. |
|--------------|------------------------|----------------|-----------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Руководитель | 15800                  | 1,3            | 34918                 | 1834,08                | 6,4                       | 11738,09                |
| Студент 1    | 2206                   | 1,3            | 4875,26               | 268,98                 | 147,52                    | 39679,92                |
| Студент 2    | 2206                   | 1,3            | 4875,26               | 268,98                 | 144,52                    | 38872,98                |
| Сварщик      | 15700                  | 1,3            | 36738                 | 2026,92                | 5,92                      | 11999,36                |
| Токарь       | 20000                  | 1,3            | 46800                 | 2582,06                | 5,92                      | 15285,79                |
| Итого:       |                        |                |                       |                        |                           | 117576,14               |

### 5.2.3.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством. Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:  $Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$ , где  $k_{\text{доп}}$  - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем  $k_{\text{доп}}$  равным 0,14 и рассчитаем дополнительную заработную плату для студента, руководителя, сварщика и токаря.

$$Z_{\text{допР}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{оснР}} = 0,14 \cdot 11371,28 = 1643,34$$

$$Z_{\text{допСв}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{оснСв}} = 0,14 \cdot 11999,36 = 1679,91$$

$$Z_{\text{допТок}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{оснТок}} = 0,14 \cdot 15285,79 = 2140$$

$$\text{Итого: } Z_{\text{доп}} = 1643,34 + 1679,91 + 2140 = 5463,25$$

### 5.2.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда

работников. Величина отчислений определяется по формуле:  $Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{оснс}} + Z_{\text{доп}})$ , где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Табл. 24 Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель                                     | Руководитель | Студент 1 | Студент 2 | Сварщик  | Токарь   |
|-------------------------------------------------|--------------|-----------|-----------|----------|----------|
| Основная заработная плата, руб.                 | 11738,09     | 39679,92  | 38872,98  | 11999,36 | 15285,79 |
| Дополнительная заработная плата, руб.           | 1643,34      | 0         | 0         | 1679,91  | 2140     |
| Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, % | 27,1         | 0         | 0         | 27,1     | 27,1     |
| Итого:                                          | 3612,98      | 0         | 0         | 3693,40  | 4704,96  |
|                                                 | 12011,34     |           |           |          |          |

#### 5.2.4. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Расчет накладных расходов определяется по формуле:  $Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot k_{\text{нр}}$ , где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = (4191,16 + 14110 + 69722 + 117576,14 + 5463,25 + 12011,34) \cdot 0,16 = 35691,82$$

### 5.2.5. Формирование бюджета затрат проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 25.

Табл. 25 Расчет бюджета затрат НТИ

| Наименование статьи                                          | Сумма, руб. |
|--------------------------------------------------------------|-------------|
| Материальные затраты НТИ                                     | 69722       |
| Основные средства                                            | 14110       |
| Затраты на электроэнергию                                    | 4191,16     |
| Затраты по основной заработной плате исполнителей темы       | 117576,14   |
| Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы | 5463,25     |
| Отчисления во внебюджетные фонды                             | 12011,34    |
| Накладные расходы                                            | 35691,82    |
| Бюджет затрат НТИ                                            | 258765,71   |

### 5.3. Вывод по разделу

В результате проведения исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были определены показатели затрат работы. Бюджет равен 258765,71 рублей. Исходя из стоимости дров, которая равняется приблизительно 1200 руб. за кубометр дров, и средней потребляемости дров, около 1,5 млн. куб. м. в год населением, получаем, что данный станок окупится через 6 месяцев.

## **6. Социальная ответственность**

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

### **6.1. Введение**

В данном разделе ВКР рассматриваются вопросы, которые касаются вопросов социальной ответственности при эксплуатации станка по переработке горбыля.

Станок представляет собой устройство, осуществляющее переработку горбыля в дрова. Станок может использоваться как на больших предприятиях, так и для частных лиц. В данном разделе будут рассмотрены опасные факторы, присутствующие при работе данного станка. К основным факторам можно отнести производственный шум, короткое замыкание, а также поражение электрическим током. В данном разделе также будут рассмотрены правовые вопросы регулирования трудовых отношений.

### **6.2. Вредные производственные факторы**

#### **Производственный шум**

Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты. При постоянном воздействии шума снижается стрессоустойчивость организма, появляется усталость организма, снижается производительность труда.

Основным источником шума установки является лучковая пила, выполняющая поступательные движения. Также источником шума являются двигатели, приводящие в движение механизм подъёма пилы, механизм транспортировки горбыля в зону распила. Согласно ГОСТ 12.1.003-83, максимальный уровень звукового давления при работе, требующей сосредоточенности, работе с повышенными требованиями к процессам наблюдения и дистанционного управления производственными циклами, составляет 65 дБА.

Двигатель с номинальной мощностью 1,1 кВт выдаёт уровень звука равный 75 дБА, что является выше нормы, поэтому требуется защита персонала.

Снизить воздействие уровня шума можно при помощи средств индивидуальной защиты, также помещения, где находится данное устройство, может быть облицовано звукопоглощающими материалами.

### **Вибрация**

Вибрация негативно влияет на организм человека. Тело человека благодаря наличию мягких тканей, костей, суставов, внутренних органов представляет собой сложную колебательную систему, механическая реакция которой зависит от параметров вибрационного воздействия. При частоте менее 2 Гц тело отвечает на общую вибрацию как жесткая масса. На более высоких частотах тело реагирует как колебательная система с одной или несколькими степенями свободы, что проявляется в резонансном усилении колебаний на отдельных частотах. Для сидящего человека резонанс находится на частотах 4—6 Гц, в положении стоя обнаружены 2 резонансных пика: в 5 и 12 Гц. Собственная частота колебаний таза и спины — 5 Гц, а системы грудь—живот — 3 Гц.

При длительном воздействии общей вибрации возможны механические повреждения тканей, органов и различных систем организма (особенно при

возникновении резонанса собственных колебаний тела и внешних воздействий).

Действие вибрации на вестибулярный аппарат приводит к возникновению разнообразных вестибулосоматических и вестибуловегетативных реакций. Воздействие на зрение, особенно на резонансных частотах 20—40 и 60—90 Гц, увеличивает амплитуду колебаний глазного яблока и ухудшает остроту зрения, снижает цветовую чувствительность, суживает границы поля зрения.

Действие вибрации на нервную систему вызывает нарушение равновесия нервных процессов в сторону преобладания возбуждения, а затем — торможения. Кортикальные отделы головного мозга чутко реагируют на вибрацию. Особенно чувствительными к действию локальной вибрации являются отделы симпатической нервной системы, регулирующие тонус периферических сосудов.

Основным источником вибрации аппарата являются его движущие части (пила, толкатель, двигатели). Частота работы пилы составляет 500 оборотов в минуту. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96 предельный уровень вибрации должен составлять порядка 107 дБ, при частоте 2 Гц и скорости 11,2 мм/с. Лучковая пила является источником вибрации 120 дБ с частотой 5-7 Гц и скоростью 5-7 м/с. Данный уровень вибрации является допустимым, так как, при работе станка, человек на прямую не контактирует с объектом.

### **Запылённости**

При работе станка появляются мелкие и крупные опилки. Они пагубно влияют на дыхательные пути человека. Исходя из ГН 2.1.6.695-98 предельная допустимая концентрация пыли не должна быть больше 0,002 мг/м<sup>3</sup>. При пилении концентрации пыли превышает в 1,5 раза предельную допустимую концентрацию пыли. Так как запылённость является выше нормы то, для работников, производящих загрузку горбыля, нужно применять элементы специальной защиты (респираторы, защитные очки).

### **6.3. Опасные производственные факторы**

#### **Электробезопасность**

Основным фактором поражения электрическим током является то, что устройство функционирует от трехфазного источника переменного напряжения 380В с частотой 50 Гц. Помещение, в котором функционирует устройство можно отнести к помещениям повышенной опасности, так как присутствует высокая влажность и высокая запылённость помещения.

Защитное заземление должно обеспечивать защиту людей от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции.

Защитное заземление или зануление следует выполнять в установках при номинальных напряжениях 380В и выше переменного тока и 440В и выше постоянного тока – во всех случаях.

Так как наше устройство питается от трёхфазной цепи переменного тока при номинальном напряжении 380В, то согласно ГОСТ 12.1.030-81 заземление данного устройства обязательно.

Исходя из ГОСТ Р 50571.10-96 можно сделать заключение, что наше устройство должно соприкасаться с заземлителем, которыми могут являться:

- Металлические стержни или трубы;
- Металлические полосы или проволока;
- Металлические плиты, пластины или листы;
- Фундаментные заземлители;
- Стальная арматура железобетона.

Площадь сечения проводника выбирается исходя из тока короткого замыкания.

Исходя из ГОСТ 12.1.038-82 предельное допустимое напряжение прикосновения не должно превышать 65 В.



Различают два основных вида поражения электрическим током: электрические травмы и электрические удары.

Поражение электрическим током может произойти:

- При двухполюсном источнике питания прикосновение к токонесущим частям электрического оборудования;
- При однополюсном прикосновении человека к незащищённым токонесущим частям;
- При контактировании человека с заземлёнными частями;
- При поражении электричеством человеческого тела под действием шагового напряжения.

Основные мероприятия по обеспечению электробезопасности являются:

- Наличие защитного отключения;
- Заземления оборудования;
- Наличие изолирующего ограждения, информационных табличек;
- Наличие у сотрудников средств индивидуальной защиты.

#### **6.4. Экологическая безопасность**

##### **Анализ воздействий объекта на атмосферу**

При производстве дров станок производит также отходы в виде опилок. Данные отходы пагубно влияют на окружающую среду. При высоком порыве ветра мелкие частицы могут попасть в глаза и дыхательную систему человека. Чтобы этого не происходило, опилки предполагается хранить в специальной камере или перерабатывать их на месте работы станка.

##### **Анализ воздействий объекта на литосферу**

Другим аспектом является утилизация неисправного оборудования и устаревших деталей станка. При неправильной утилизации неисправные детали могут нанести большой вред окружающей среде. Чтобы этого не произошло, предполагается обращаться в компанию, в которой происходит

утилизация старой электроники. Данные предприятия функционируют на всей территории России.

Так как в составе объекта используется смазочный материал, то при износе прокладок возможна вытечка смазочного материала. Данный фактор также пагубно влияет на окружающую среду планеты. Чтобы этого не происходило, необходимо в установленный срок производить техническое обслуживание аппарата.

#### **Анализ воздействий объекта на гидросферу**

В ходе технического обслуживания на станке производят замену масел во всех механических агрегатах станка. При неправильной утилизации масла, возможно, его попадание в грунтовые воды и в водохранилища. Что бы этого не произошло, предполагается производить утилизацию отработанного масла в фирмах по утилизации отходов.

### **6.5. Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Предположим, что в станке произошло заклинивание толкателя, и двигатель не отключается. В обмотках двигателя начинает протекать пусковой ток, и двигатель начинает нагреваться. Попавшие на двигатель опилки могут воспламениться, и станок начнет гореть. Чтобы этого не произошло, предполагается в цепь каждого двигателя установить тепловое реле, которое будет отключать питание при повышении температуры. Также рядом со станком должны находиться устройства пожаротушения.

Проанализируем другую ситуацию. Произошло заклинивание одного из двигателей станка. Оператор начинает производить ремонтные работы, не убедившись, что сработало тепловое реле. При ремонте срабатывает двигатель, к примеру, заклинивание произошло на двигателе, отвечающем за распиловку горбыля. При наилучшем исходе оператор получит тяжёлую травму, в худшем летальный исход. Чтобы этого не произошло, в систему управления станка предполагается внедрить специальное устройство

защитного отключения, также внедрить информационный дисплей, сигнализирующий о том, что система находится в аварийном состоянии.

Также рассмотрим другую ситуацию. Оператор обесточил станок для выполнения ремонтных работ. Другой сотрудник производит случайное включение станка. Оператор, производящий ремонт, получит электрический удар. Чтобы не допустить этого, при отключении прибора, оператору предполагается вешать табличку о том, что производятся ремонтные работы.

Так же возможна другая чрезвычайная ситуация. К примеру, при распиловки произошёл залом пильного элемента, автоматика не успела сработать и крупные опилки начали разлетаться по всей рабочей территории. В лучшем случае работник получит тяжёлую травму, в худшем летальный исход. Что бы этого не произошло нужно огородить рабочую зону станка. Так же в зоне распиловки поставить защитные щиты. Все работники должны находиться на рабочем месте в касках и защитных очках.

## **6.6. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Правовые нормы регулирует специальный государственный орган. Основные требования описаны в трудовом кодексе Российской Федерации и в СанПиН 2.2.4.548-96.

Время продолжительности рабочего времени не может превышать 40 часов в неделю. В течение рабочего дня работнику должен быть предоставлен перерыв для отдыха и питания продолжительностью не более двух часов и не менее 30 минут.

К работе со станком допускаются лица не моложе 16 лет, прошедшие специальное обучение. К работе за станком не допускаются, не допускаются не трудоспособные лица (инвалиды, пенсионеры, лица моложе 16 лет).

Основные органы, регулирующие правовые нормы сотрудников и осуществляющие контроль рабочего места являются:

— Федеральная инспекция труда;

- Государственная экспертиза условия труда;
- Федеральная служба по труду и занятости населения;
- Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека.

## **Заключение**

В результате выполнения ВКР был разработан механизм распиловки горбыля. Произведены расчёты силы пиления, подобран двигатель для горизонтальной распиловки. Разработан механизм опускания пилы, рассчитаны силы, действующие в данном механизме. Так же спроектирован защитный механизм, предотвращающий закусывание пилы при её поднимании. Произведены расчёты автоматов защитного отключения и УЗО. Произведёт расчёт выгоды данного проекта. Произведен анализ основных рисков. В проекте установлены возможные опасные и вредные риски, которые сопряжены с данным видом устройств.

Составлена схема механизма распиловки, составлена спецификация. Разработана система защиты от короткого замыкания и току касания.

### Список использованных источников

1. Малахит: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.malahit-irk.ru> (Дата обращения: 7.05.2017).
2. iSopromat: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.isopromat.ru> (Дата обращения: 17.05.2017). [electronpo.ru](http://electronpo.ru)
3. Электромотор: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.electronpo.ru> (Дата обращения: 17.05.2017).
4. Чернилевский Д. В. Детали машин и основы их конструирования: Учебное пособие для студентов вузов. 3-е изд., исправл. - М.: Машиностроение, 2003. - 560 с, ил.
5. Санев В.И., Каменев Б.Б., Монахова Т.Н. РЕЗАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВОРЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТ: Учебное пособие для студентов вузов. Санкт-Петербург 2007.
6. Электроника для всех. Easy Electronics: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.easyelectronics.ru>. (Дата обращения: 18.05.2017).
7. Чип и Дип: [Интернет магазин]. URL: <https://www.chipdip.ru> (Дата обращения: 7.05.2017).
8. Школа для электрика: [Электронный ресурс]. URL: <http://electricalschool.info> (Дата обращения: 7.05.2017).
9. Варганов В.О., Аввакумов М.В., Колычев М. В. ПЕРЕДАЧА ВИНТ-ГАЙКА. Учебное пособие для студентов вузов. СПбГТУРП. СПб., 2015.-57с.
10. Гребен А.Э. Дереворежущие инструменты. М.: Лесн. Пром-сть, 1971. 344 с.
11. Глебов И.Т. Расчёты режимов резания древесины: Монография. – Екатеринбург: Урал. Гос. лесотех. Ун-т, 2005. -155с.
12. Гаврилова Т.Ф., Котова И.В., Тимофеев С.А. Расчет на прочность и жесткость при растяжении-сжатии: Методическое пособие: ТГУ, 2005. 41с.

## **Приложение А**

### **Сборочный чертёж механизма распиловки горбыля**

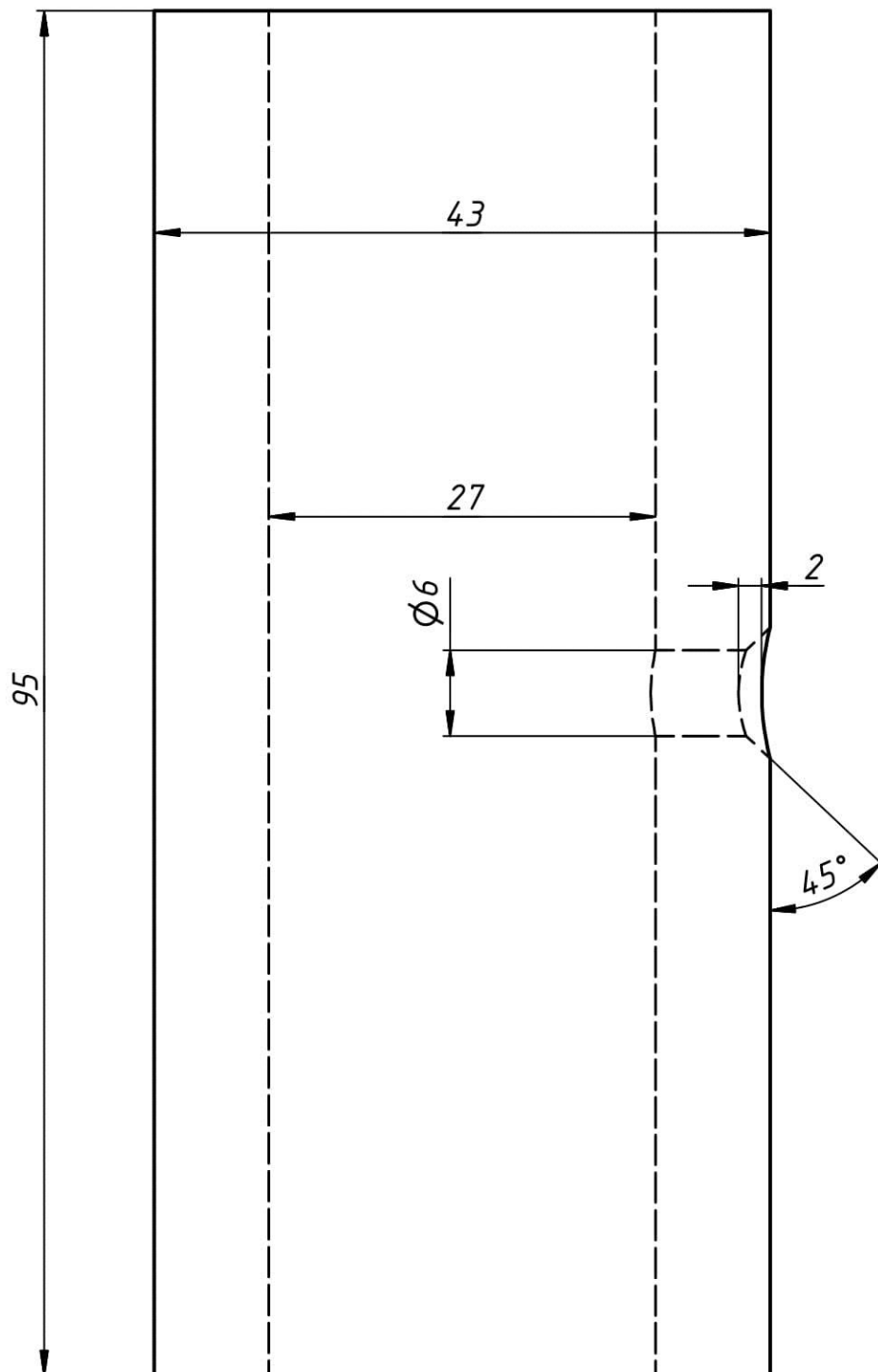
| Форм     | Зона      | Поз.     | Обозначение        | Наименование        | Кол.                | Примечание |
|----------|-----------|----------|--------------------|---------------------|---------------------|------------|
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
|          |           |          |                    | <u>Документация</u> |                     |            |
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
| A3       |           |          | ФЮРА.761630.000 СБ | Сборочный чертёж    |                     |            |
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
|          |           |          |                    | <u>Детали</u>       |                     |            |
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
| A4       |           | 1        | ФЮРА.304142.001    | Втулка крепления    | 1                   |            |
|          |           |          |                    | подшипников         |                     |            |
| A4       |           | 2        | ФЮРА.304142.002    | Втулка стопорная    | 2                   |            |
| A4       |           | 3        | ФЮРА.304142.003    | Крепёжная втулка    | 1                   |            |
| A4       |           | 4        | ФЮРА.304142.004    | Механизм крепления  | 1                   |            |
|          |           |          |                    | пилы                |                     |            |
| A4       |           | 5        | ФЮРА.301421.005    | Средняк             | 1                   |            |
| A4       |           | 6        | ФЮРА.301421.006    | Задняя стойка рамы  | 1                   |            |
|          |           |          |                    | пилы                |                     |            |
| A4       |           | 7        | ФЮРА.301421.007    | Передняя стойка     | 1                   |            |
|          |           |          |                    | рамы пилы           |                     |            |
| A4       |           | 8        | ФЮРА.301614.008    | Шпилька крепления   | 1                   |            |
| A3       |           | 9        | ФЮРА.305413.009    | Рама бункера        | 1                   |            |
| A4       |           | 10       | ФЮРА.304142.010    | Втулка              | 16                  |            |
|          |           |          |                    | амортизационная     |                     |            |
| A4       |           | 11       | ФЮРА.301713.011    | Уголок крепления    | 1                   |            |
|          |           |          |                    | шпильки             |                     |            |
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
|          |           |          |                    |                     |                     |            |
|          |           |          |                    | ФЮРА.761630.000     |                     |            |
| Изм.     | Лист      | № докум. | Подп.              | Дата                |                     |            |
| Разраб.  | Балабёнок |          |                    |                     | Лит.                | Лист       |
| Провер.  | Тырышкин  |          |                    |                     | У                   | 1          |
|          |           |          |                    |                     | Листов              |            |
|          |           |          |                    |                     | 14                  |            |
| Утвердил |           |          |                    |                     | МЕХАНИЗМ РАСПИЛОВКИ |            |
|          |           |          |                    |                     | ТПУ ИК Группа ВЕЗ1  |            |



[illegible]

[illegible]

ФЮРА.304142.001

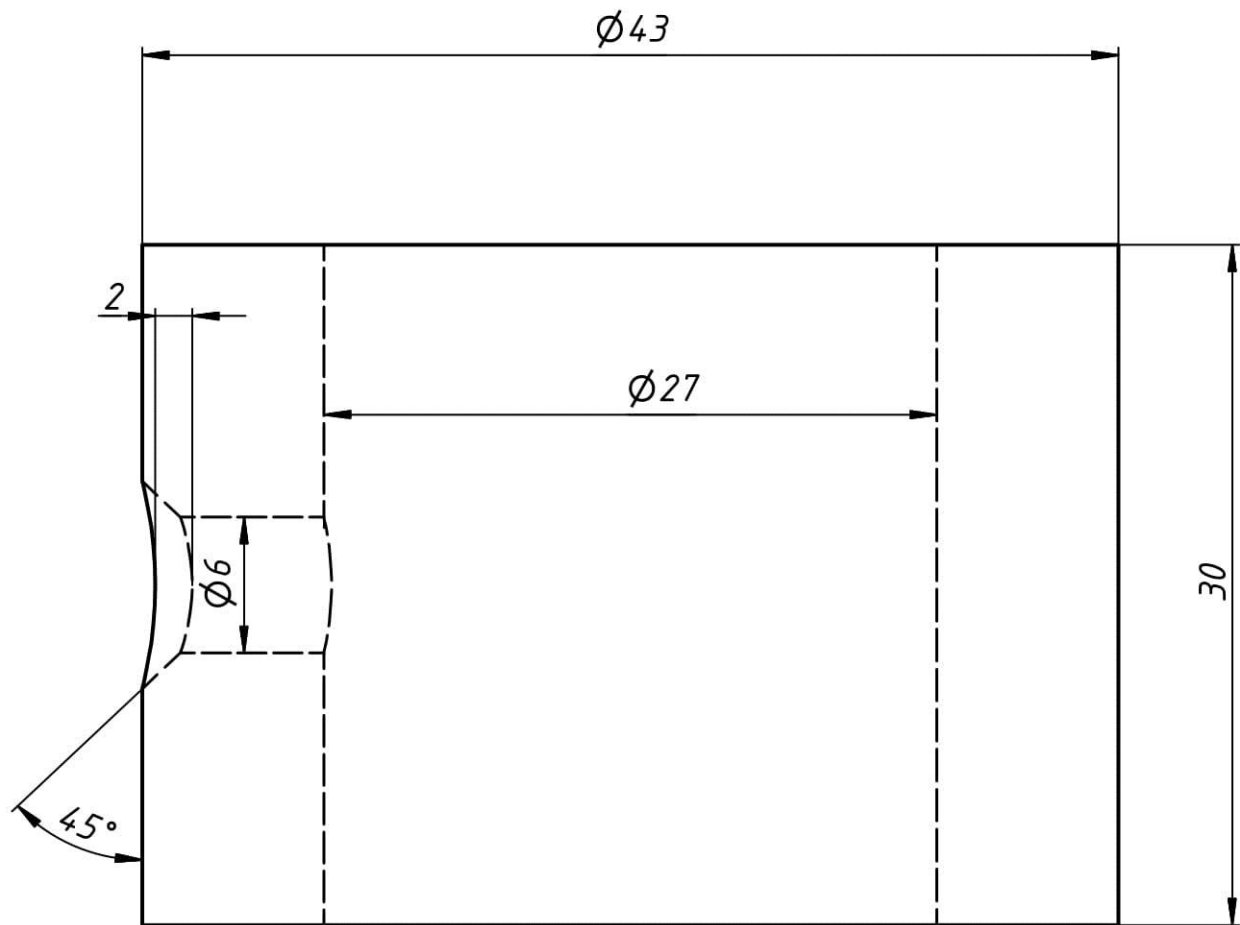


ФЮРА.304142.001

|         |      |           |      |            |                                 |        |                    |           |         |
|---------|------|-----------|------|------------|---------------------------------|--------|--------------------|-----------|---------|
|         |      |           |      |            | ФЮРА.304142.001                 |        |                    |           |         |
|         |      |           |      |            | ВТУЛКА КРЕПЛЕНИЯ<br>ПОДШИПНИКОВ | Лист   |                    | Масса     | Масштаб |
| Изм     | Лист | № докум   | Подп | Дата       |                                 |        | У                  |           | 2 : 1   |
| Разраб  |      | Балабенко |      | 24.05.2017 |                                 |        |                    |           |         |
| Пров    |      | Тырышкин  |      |            |                                 |        |                    |           |         |
| Т контр |      |           |      |            |                                 |        |                    |           |         |
| Нач отд |      |           |      |            |                                 | Лист 4 |                    | Листов 14 |         |
| Н контр |      |           |      |            | СтЗис ГОСТ 380-94               |        | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |         |
| Утв     |      |           |      |            |                                 |        |                    |           |         |

Копировал

Формат



|         |           |         |      |            |                   |                    |           |         |
|---------|-----------|---------|------|------------|-------------------|--------------------|-----------|---------|
|         |           |         |      |            | ФЮРА.304142.002   |                    |           |         |
| Изм     | Лист      | № докум | Подп | Дата       | ВТУЛКА СТОПОРНАЯ  | Лит                | Масса     | Масштаб |
| Разраб  | Балащенко |         |      | 24.05.2017 |                   | У                  |           | 3:1     |
| Пров    | Тырышкин  |         |      |            |                   |                    |           |         |
| Т контр |           |         |      |            |                   | Лист 5             | Листов 14 |         |
| Нач отд |           |         |      |            |                   |                    |           |         |
| Н контр |           |         |      |            | Стэнс ГОСТ 380-94 | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |         |
| Утв     |           |         |      |            |                   | Формат             |           |         |

ФЮРА.304142.003

R18,5

ГОСТ 5264-80

Ø28

5

5

45°

0,5

R9,08

50

47

Ø16

32

ФЮРА.304142.003

КРЕПЁЖНАЯ ВТУЛКА

Квадрат ГОСТ 8639-82

Лист

Масса

Масштаб

У

2:1

Лист 6

Листов 14

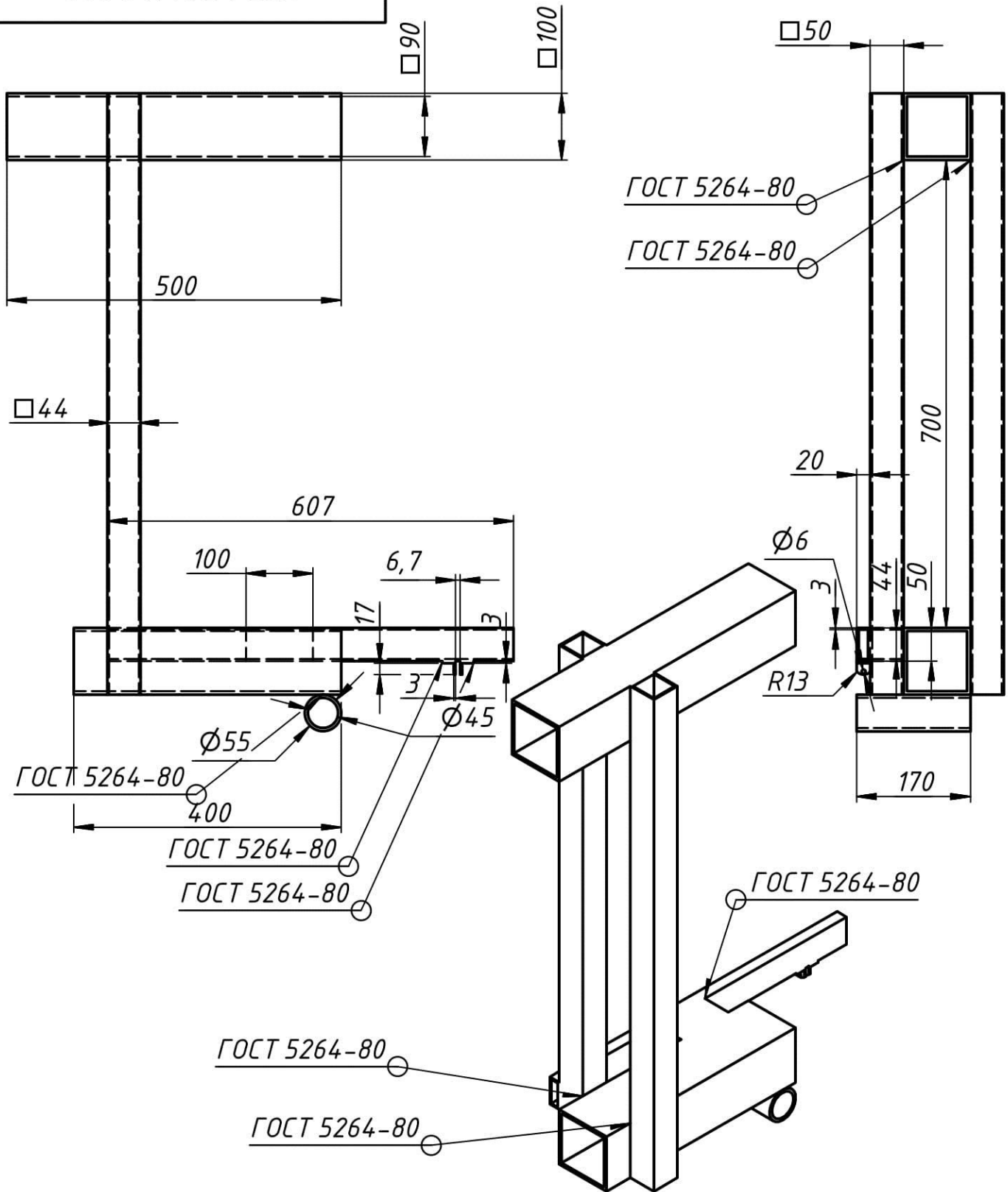
ТПУ ИК Группа 8Е31

Копировал

Формат

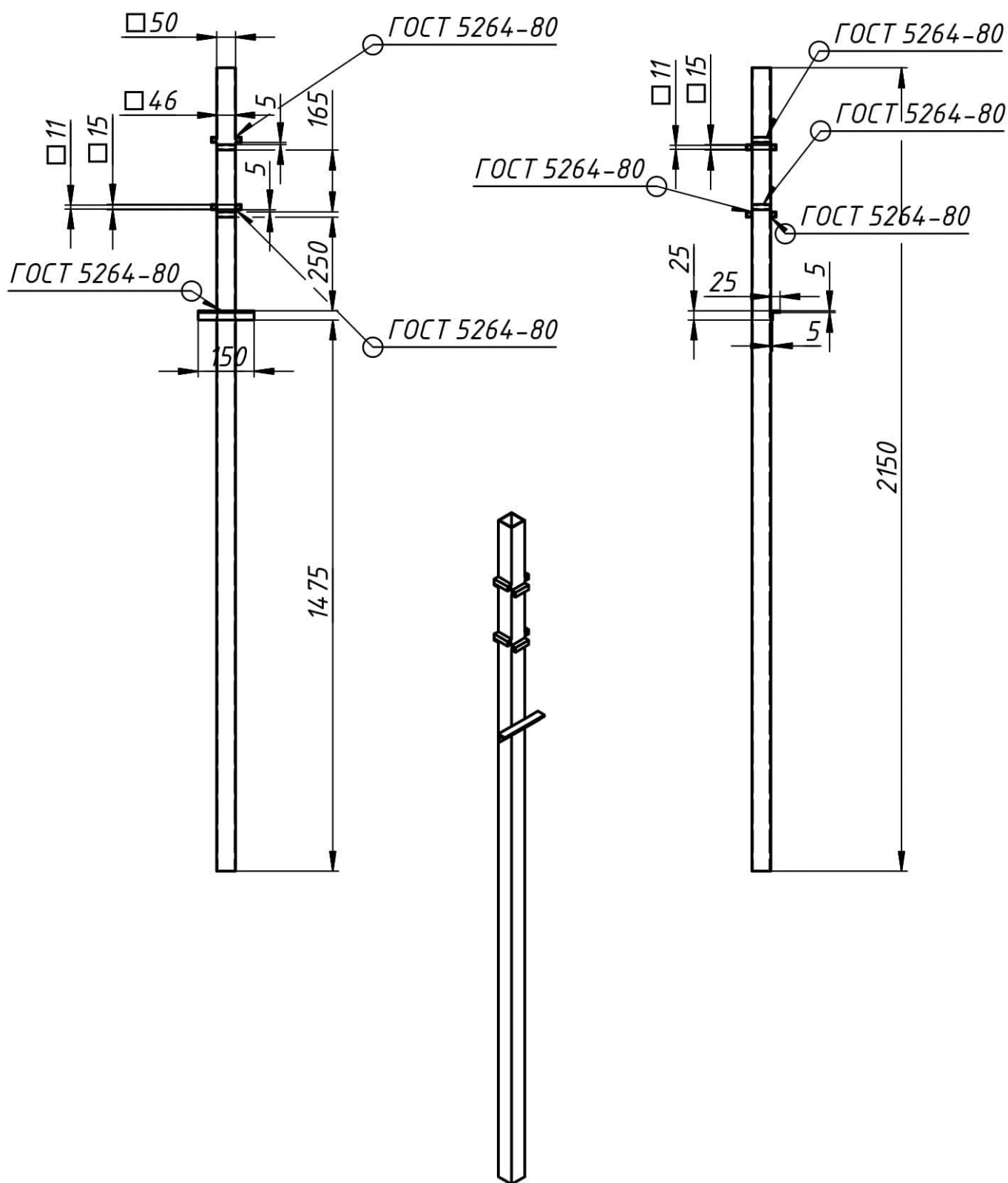
|         |            |         |      |            |
|---------|------------|---------|------|------------|
|         |            |         |      |            |
| Изм     | Лист       | № докум | Подп | Дата       |
| Разраб  | Балабченко |         |      | 24.05.2017 |
| Пров    | Тырышкин   |         |      |            |
| Т контр |            |         |      |            |
| Нач отд |            |         |      |            |
| Н контр |            |         |      |            |
| Утв     |            |         |      |            |

ФЮРА.304142.004



|         |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
|---------|------|-----------|------|------------|----------------------------|--|--|--------------------|-----------|----------|
|         |      |           |      |            | ФЮРА.304142.004            |  |  |                    |           |          |
|         |      |           |      |            | МЕХАНИЗМ КРЕПЛЕНИЯ<br>ПИЛЫ |  |  |                    |           |          |
|         |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
|         |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
|         |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
| Изм     | Лист | № докум   | Подп | Дата       |                            |  |  | Лит                | Масса     | Масштаб  |
| Разраб  |      | Балабенко |      | 24.05.2017 |                            |  |  | У                  |           | 0,12 : 1 |
| Пров    |      | Тырышкин  |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
| Т контр |      |           |      |            |                            |  |  | Лист 7             | Листов 14 |          |
| Нач отд |      |           |      |            | СтЗис ГОСТ 380-94          |  |  | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |          |
| Н контр |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |
| Утв     |      |           |      |            |                            |  |  |                    |           |          |

ФЮРА.30142.005



ФЮРА.30142.005

СРЕДНЯК

СтЗпс ГОСТ 380-94

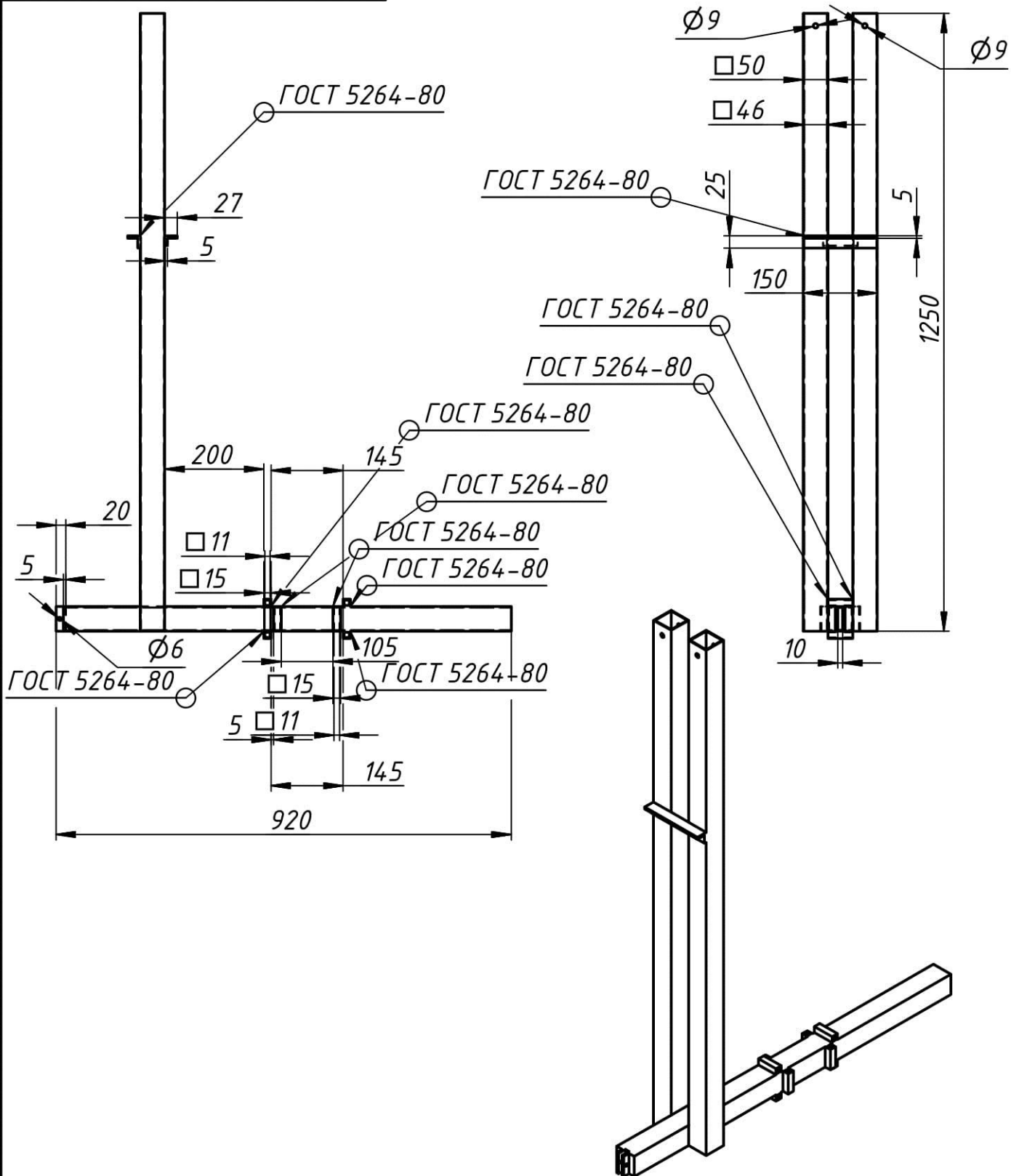
| Лит    | Масса     | Масштаб |
|--------|-----------|---------|
| У      |           | 1:15    |
| Лист 8 | Листов 14 |         |

ТПУ ИК Группа 8Е31

Копировал

Формат

ФЮРА.301421.006



|                 |            |            |      |      |                            |  |  |                    |           |
|-----------------|------------|------------|------|------|----------------------------|--|--|--------------------|-----------|
| ФЮРА.301421.006 |            |            |      |      | Лит                        |  |  | Масса              | Масштаб   |
| Изм.            | Лист       | № докум    | Подп | Дата | Задняя стойка рамы<br>пилы |  |  | У                  | 0,09 : 1  |
| Разраб          | Балабченко | 24.05.2017 |      |      |                            |  |  | Лист 9             | Листов 14 |
| Пров            | Тырышкин   |            |      |      |                            |  |  | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |
| Т контр         |            |            |      |      |                            |  |  |                    |           |
| Нач отд         |            |            |      |      |                            |  |  |                    |           |
| Н контр         |            |            |      |      |                            |  |  |                    |           |
| Утв             |            |            |      |      |                            |  |  |                    |           |

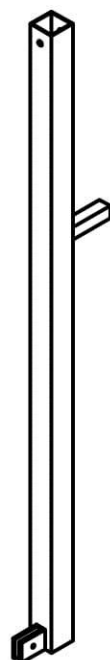
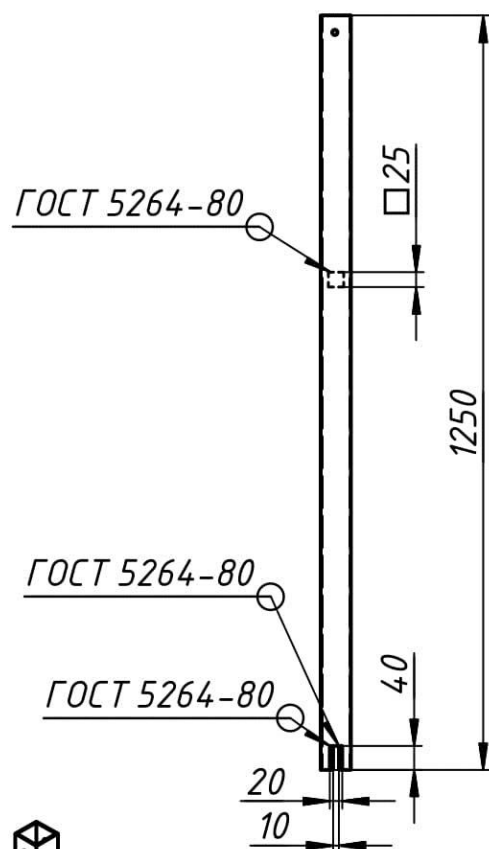
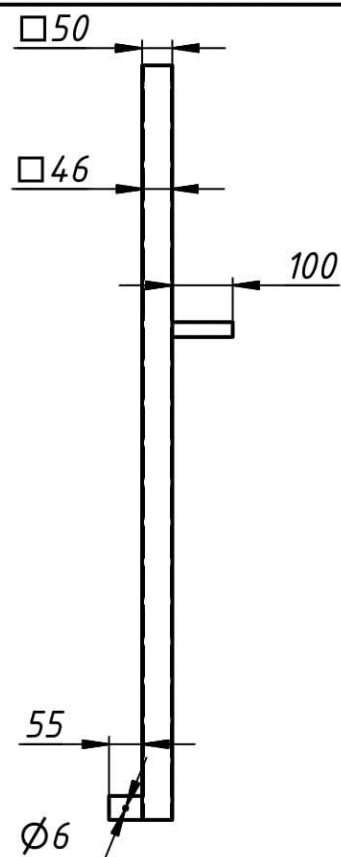
СмЗнс ГОСТ 380-94

Копировал

Формат



ФЮРА.301421.007



|         |      |            |      |            |                              |                    |           |          |
|---------|------|------------|------|------------|------------------------------|--------------------|-----------|----------|
|         |      |            |      |            | ФЮРА.301421.007              |                    |           |          |
| Изм     | Лист | № докум    | Подп | Дата       | ПЕРЕДНЯЯ СТОЙКА РАМЫ<br>ПИЛЫ | Лит                | Масса     | Масштаб  |
| Разраб  |      | Балабченко |      | 24.05.2017 |                              | У                  |           | 0,08 : 1 |
| Пров    |      | Тырышкин   |      |            |                              |                    |           |          |
| Т контр |      |            |      |            |                              | Лист 10            | Листов 14 |          |
| Нач отд |      |            |      |            |                              |                    |           |          |
| Н контр |      |            |      |            | СмЗис ГОСТ 380-94            | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |          |
| Утв     |      |            |      |            |                              |                    |           |          |

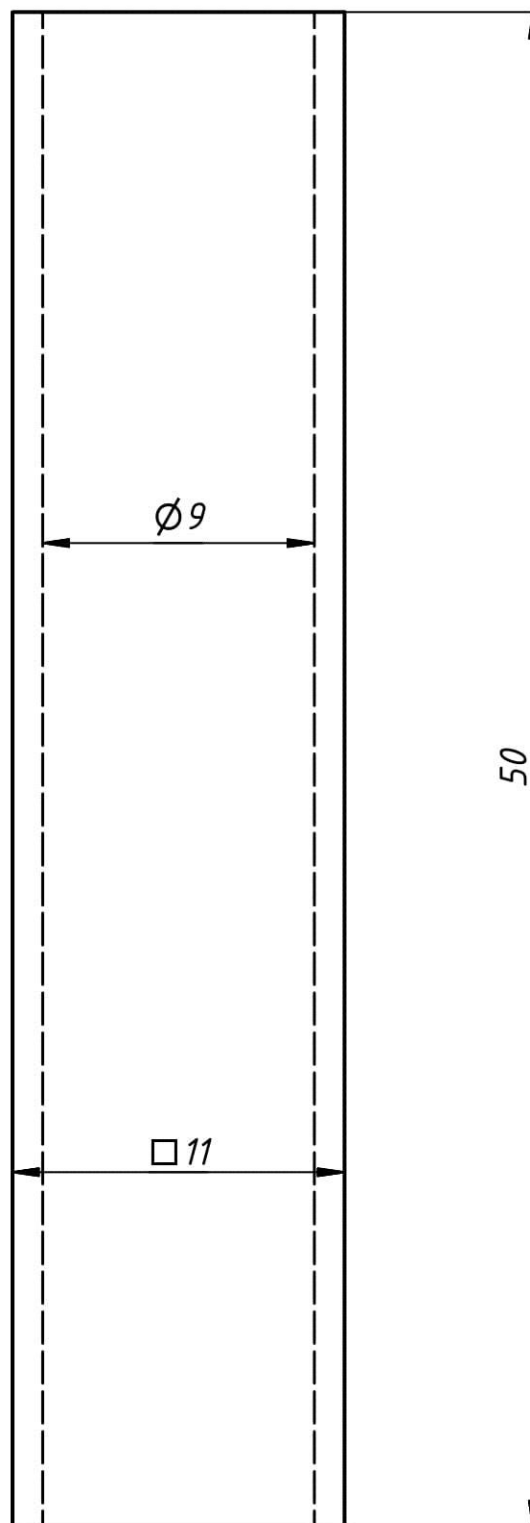
Копировал

Формат

[illegible]

|         |      |           |      |            |                       |                    |   |           |         |
|---------|------|-----------|------|------------|-----------------------|--------------------|---|-----------|---------|
|         |      |           |      |            | ФЮРА.305413.009       |                    |   |           |         |
|         |      |           |      |            | РАМА БУНКЕРА          | Лист               |   | Масса     | Масштаб |
| Изм     | Лист | № докум   | Подп | Дата       |                       |                    | у |           | 1:20    |
| Разраб  |      | Балабенко |      | 24.05.2017 |                       |                    |   |           |         |
| Пров    |      | Тырышкин  |      |            |                       |                    |   |           |         |
| Т контр |      |           |      |            |                       |                    |   |           |         |
| Нач отд |      |           |      |            |                       | Лист 12            |   | Листов 14 |         |
| Н контр |      |           |      |            | Сталь 45 ГОСТ 1050-88 | ТПУ ИК Грунна 8Е31 |   |           |         |
| Утв     |      |           |      |            |                       |                    |   |           |         |

ФЮРА.304142.010

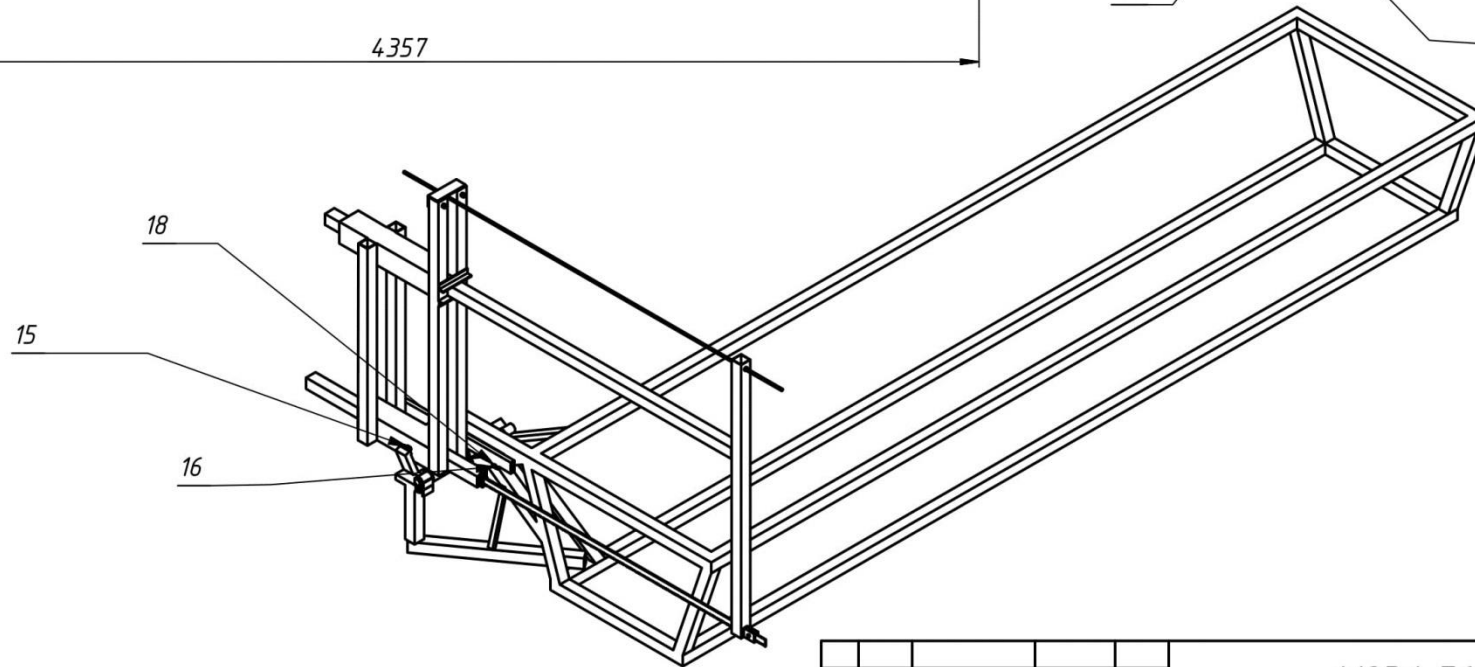
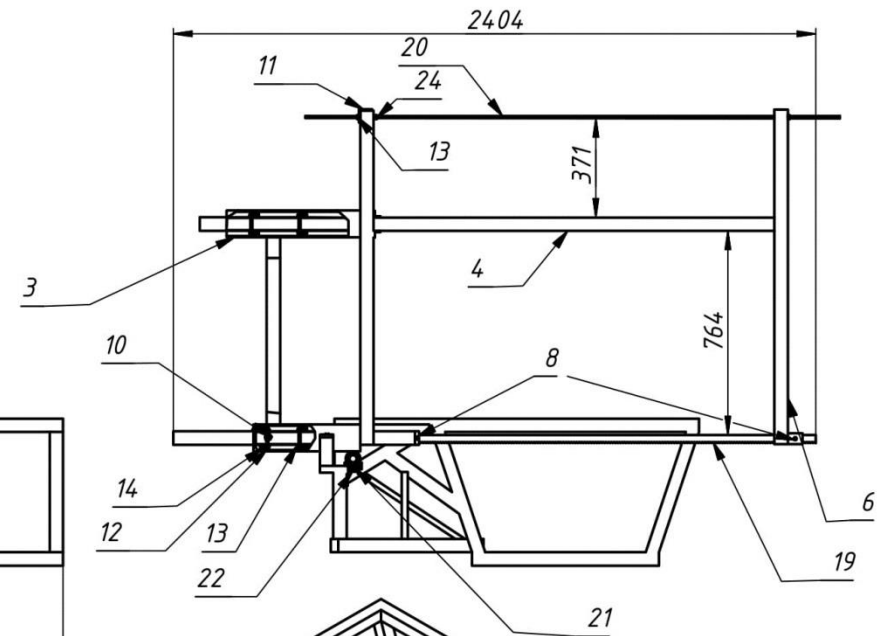
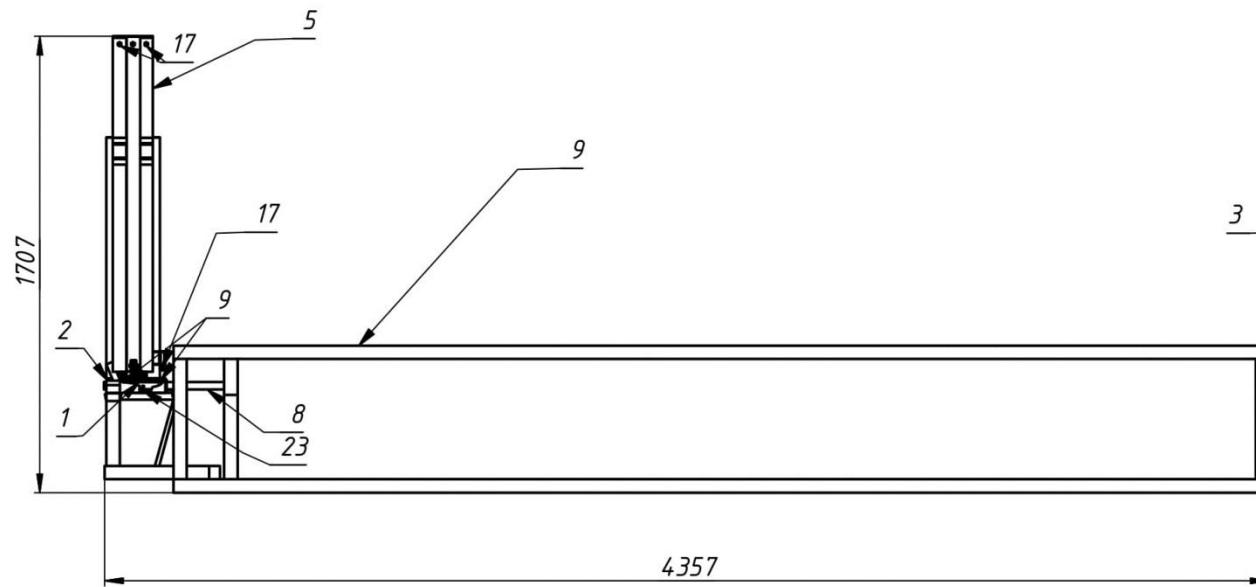


|         |      |           |      |            |                           |     |                    |       |         |
|---------|------|-----------|------|------------|---------------------------|-----|--------------------|-------|---------|
|         |      |           |      |            | ФЮРА.304142.010           |     |                    |       |         |
|         |      |           |      |            | ВТУЛКА<br>АМОРТИЗАЦИОННАЯ | Лит |                    | Масса | Масштаб |
| Изм     | Лист | № докум   | Подп | Дата       |                           | У   |                    |       | 4:1     |
| Разраб  |      | Балабенко |      | 27.05.2017 |                           |     |                    |       |         |
| Пров    |      | Тырышкин  |      |            |                           |     |                    |       |         |
| Т контр |      |           |      |            |                           |     |                    |       |         |
| Нач отд |      |           |      |            | Лист 13                   |     | Листов 14          |       |         |
| Н контр |      |           |      |            | Резина ГОСТ 7338-90       |     | ТПУ ИК Группа 8Е31 |       |         |
| Утв     |      |           |      |            |                           |     |                    |       |         |

Копировал

Формат

ФЮРА.761630.000 СБ

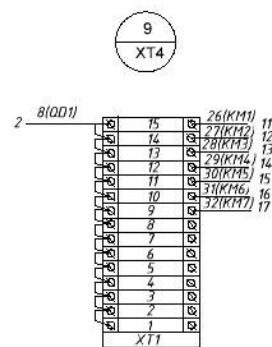
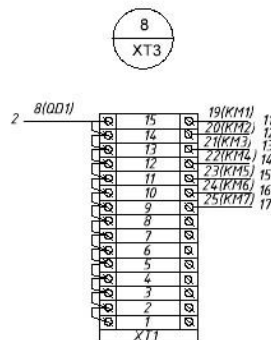
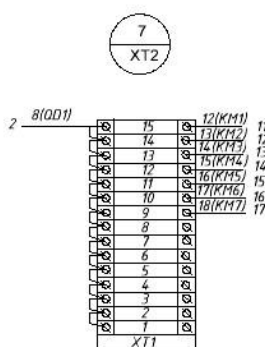
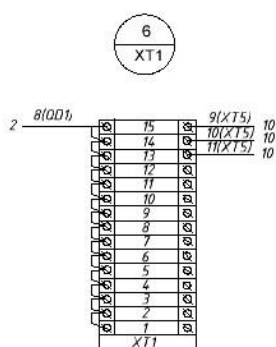
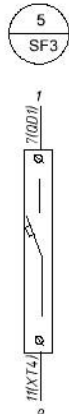
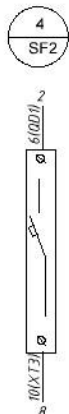
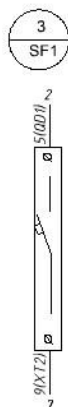
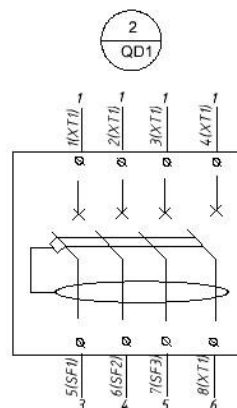
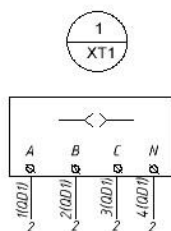


|         |            |         |      |            |                     |                    |           |         |
|---------|------------|---------|------|------------|---------------------|--------------------|-----------|---------|
|         |            |         |      |            | ФЮРА.761630.000 СБ  |                    |           |         |
| Изм     | Лист       | № докум | Подп | Дата       | МЕХАНИЗМ РАСПИЛОВКИ | Лит                | Масса     | Масштаб |
| Разраб  | Балабченко |         |      | 27.05.2017 |                     | у                  |           | 1:20    |
| Пров    | Тырышкин   |         |      |            |                     |                    |           |         |
| Т контр |            |         |      |            |                     | Лист 14            | Листов 14 |         |
| Нач отд |            |         |      |            |                     | ТПУ ИК Группа 8Е31 |           |         |
| Н контр |            |         |      |            |                     |                    |           |         |
| Утв     |            |         |      |            |                     |                    |           |         |

Копировал

Формат А

**Приложение Б**  
**Схема защиты электроцепи**



ФЮРА.440240.012 ЭЗ

Схема защиты  
устройства

| Лит    | Масса    | Масштаб |
|--------|----------|---------|
| Э      |          | 1:1     |
| Лист 1 | Листов 1 |         |
| ТПУ    | ИК       |         |
| Группа | 8Е31     |         |

| Изм       | Лист | № докум.  | Подпись | Дата |
|-----------|------|-----------|---------|------|
| Разраб.   |      | Балабенко |         |      |
| Провер.   |      | Тырышкин  |         |      |
| Т. контр. |      |           |         |      |
| Реценз.   |      |           |         |      |
| Н. контр. |      |           |         |      |
| Утверд.   |      |           |         |      |

**Приложение В**  
**Результаты выполнения работы**



*Рис. 1 Станок по переработке горбыля (Фронтальный вид)*





*Рис. 2 Механизм крепления лучковой пилы*