

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
 Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология
 ООП/ОПОП Химический инжиниринг
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

| Тема работы |
|----------------------------------------------------------|
| <i>Проектирование дробилки для переработки стеклобоя</i> |

УДК 621.926:666127

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович | | |

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------------------|---------|------------------------|---------|------|
| Профессор НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ | Ан В.В. | Д.Х.Н. | | |

Консультант (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|------------------|-----------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Верховская М.В. | К.Э.Н. | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Мезенцева И.Л. | | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Руководитель ООП/ОПОП, должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------|---------------|------------------------|---------|------|
| Доцент НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ | Горлушко Д.А. | К.Х.Н. | | |

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП

| Код компетенции | Наименование компетенции |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Универсальные компетенции | |
| УК(У)-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач |
| УК(У)-2 | Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
| УК(У)-3 | Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде |
| УК(У)-4 | Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах) |
| УК(У)-5 | Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах |
| УК(У)-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни |
| УК(У)-7 | Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| УК(У)-8 | Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций |
| УК(У)-9 | Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи |
| Общепрофессиональные компетенции | |
| ОПК(У)-1 | Способен и готов использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности |
| ОПК(У)-2 | Готов использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы |
| ОПК(У)-3 | Готов использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире |
| ОПК(У)-4 | Владеет пониманием сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, осознанием опасности и угрозы, |

| | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | возникающих в этом процессе, способностью соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны |
| ОПК(У)-5 | Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией |
| ОПК(У)-6 | Владеет основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий |
| Профессиональные компетенции | |
| ПК(У)-1 | Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции |
| ПК(У)-2 | Готов применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования |
| ПК(У)-3 | Готов использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации продуктов и изделий, элементы экономического анализа в практической деятельности |
| ПК(У)-4 | Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения |
| ПК(У)-5 | Способен использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест |
| ПК(У)-6 | Способен наладивать, настраивать и осуществлять проверку оборудования и программных средств |
| ПК(У)-7 | Способен проверять техническое состояние, организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования, готовить оборудование к ремонту и принимать оборудование из ремонта |
| ПК(У)-8 | Готов к освоению и эксплуатации вновь вводимого оборудования |
| ПК(У)-9 | Способен анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования |
| ПК(У)-10 | Способен проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа |

| | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК(У)-11 | Способен выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса |
| ПК(У)-12 | Готов разрабатывать проекты в составе авторского коллектива |
| ПК(У)-13 | Готов использовать информационные технологии при разработке проектов |
| ПК(У)-14 | Способен проектировать технологические процессы с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства в составе авторского коллектива |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 18.03.01 Химическая технология
(Химический инжиниринг)
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП/ОПОП
 _____ Горлушко Д.А.
 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| Группа | ФИО |
|--------|--------------------------------|
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович |

Тема работы:

| | |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <i>Проектирование дробилки для переработки стеклобоя</i> | |
| Утверждена приказом директора (дата, номер) | 34-95/с от 03.02.2023 г. |

| | |
|--------------------------------------------|---------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 10.06.2023 г. |
|--------------------------------------------|---------------|

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к функционированию (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Дробилка для мелкого дробления несортированного стеклобоя с целью последующего извлечения из него магнитных и немагнитных примесей; 2. Номинальная производительность дробилки 20 т/ч; 3. Входная фракция не более 50 мм, максимальная фракция на выходе не более 20мм; 4. Дробилка должна быть износостойкой и легкой в обслуживании; 5. Дробилка должна обеспечивать безопасность эксплуатации для оператора. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке <i>(аналитический обзор литературных источников с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Литературный обзор существующих конструкций дробильного оборудования; 2. Модернизация существующей технологической схемы переработки несортированного стеклобоя; 3. Проектирование дробилки для переработки стеклобоя. Конструкторские расчеты. Выбор конструкционных материалов и схемы привода дробилки; 4. Подготовка графического материала и пояснительной записки. |
| <p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологическая схема переработки стеклобоя; 2. Сборочный чертеж проектируемой дробилки |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p>Раздел</p> <p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p> | <p>Консультант</p> <p>Верховская Марина Витальевна, к.э.н., доцент, отделение социально-гуманитарных наук ТПУ, ШБИП</p> |
| <p>«Социальная ответственность»</p> | <p>Мезенцева Ирина Леонидовна, старший преподаватель, отделение общетехнических дисциплин ТПУ</p> |
| <p>Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:</p> <p>-</p> | |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p> | <p>06.03.2023 г.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------------------|----------------|------------------------|---------|------|
| <p>Профессор НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ</p> | <p>Ан В.В.</p> | <p>д.х.н.</p> | | |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------|---------|------|
| <p>З-4Г81</p> | <p>Петрищев Д.А.</p> | | |

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий (ИШНПТ)
 Направление подготовки (ООП/ОПОП) 18.03.01 Химическая технология (Химический инжиниринг)
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр Н.М. Кижнера
 Период выполнения весенний семестр 2022/2023 учебного года

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

| | |
|---------------|--------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович |

Тема работы:

| |
|-----------------------------------------------------------------|
| <i>Проектирование дробилки для переработки стеклобоя</i> |
|-----------------------------------------------------------------|

| | |
|--------------------------------------------|---------------|
| Срок сдачи обучающимся выполненной работы: | 10.06.2023 г. |
|--------------------------------------------|---------------|

| Дата контроля | Название раздела (модуля) / вид работы (исследования) | Максимальный балл раздела (модуля) |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 01.04.2023 г. | Введение | 10 |
| 10.04.2023 г. | Литературный обзор существующих конструкций измельчительного оборудования | 20 |
| 20.04.2023 г. | Модернизация технологической схемы | 20 |
| 10.05.2023 г. | Конструкторская часть. Расчет основных параметров дробилки. | 40 |
| 15.05.2023 г. | Раздел «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Раздел «Социальная ответственность». Заключение. | 10 |

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|----------------------------------------|---------|------------------------|---------|------|
| Профессор НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ | Ан В.В. | Д.Х.Н. | | |

Консультант (при наличии)

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|-----|------------------------|---------|------|
| | | | | |

СОГЛАСОВАНО:**Руководитель ООП/ОПОП**

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------------|---------------|---------------------------|---------|------|
| Доцент НОЦ Н.М. Кижнера ИШНПТ | Горлушко Д.А. | К.Х.Н. | | |

Обучающийся

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Петрищев Д.А. | | |

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 92с., 12 рис., 21 табл., 30 источников.

Ключевые слова: валковая дробилка, стекольный бой, производительность дробилки, фракция на входе и выходе.

Объектом исследования является валковая дробилка, предметом исследования – конструкция и геометрические параметры валковой дробилки.

Цель работы – проектирование конструкции валковой дробилки мелкого дробления стекольного боя для последующего извлечения из него магнитных и немагнитных примесей.

В ходе работы проводились исследования существующих типов дробильного оборудования для стекольного боя, расчеты основных параметров валковой дробилки, подбор конструкционных материалов, выбор схемы привода, подбор электродвигателей.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: производительность дробилки 76т/час, фракция материала на входе не более 50 мм, на выходе не более 20мм.

Степень внедрения: Проектируемая валковая дробилка может быть включена в модернизированную технологическую схему переработки несортированного стеклобоя на стекольном предприятии ООО «Сибстекло».

Область применения: линия переработки несортированного стекольного боя.

Экономическая эффективность значимость работы. Внедрение проектируемой дробилки повысит качество переработки стекольного боя, следовательно, и качество готовой продукции, снижение потерь от инородных включений в стекломассе и увеличение прибыли предприятия.

Содержание

| | |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Введение | 11 |
| 1 Литературный обзор | 13 |
| 1.1 Щековая дробилка | 13 |
| 1.2 Молотковая дробилка | 15 |
| 1.3 Валковая дробилка | 19 |
| 2 Модернизация технологической схемы | 23 |
| 3 Конструкторская часть | 27 |
| 3.1 Выбор конструкционных материалов | 27 |
| 3.2 Расчёт основных параметров дробилки | 29 |
| 3.2.1. Нагрузки в основных элементах | 33 |
| 3.2.2. Производительность дробилки | 34 |
| 3.2.3. Расчёт потребляемой мощности | 35 |
| 3.2.4. Расчет валов | 37 |
| 3.2.5. Расчет и выбор подшипников | 40 |
| 3.2.6. Расчет и выбор пружин | 41 |
| 3.3. Выбор схемы привода | 42 |
| 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 50 |
| 4.1 Анализ конкурентных технических решений | 51 |
| 4.2 Технология Quad | 53 |
| 4.3 Swot-анализ | 54 |
| 4.4 Организация и планирование работ | 57 |
| 4.5 Расчет сметы затрат на выполнение проекта | 64 |
| 4.6 Оценка экономической эффективности проекта | 71 |
| 5 Социальная ответственность | 76 |
| 5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения Безопасности | 78 |
| 5.2 Производственная безопасность | 81 |
| 5.3 Экологическая безопасность | 86 |
| 5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях | 87 |
| Заключение | 89 |
| Список используемых источников | 90 |

ВВЕДЕНИЕ

Основным направлением экономического и социального развития страны является необходимость в более широком вовлечении в хозяйственный оборот вторичных материальных и топливно-энергетических ресурсов, бытовых отходов, а также попутных продуктов. Экономическая и экологическая целесообразность утилизации стеклобоя в последние годы доказана практикой его использования как в нашей стране, так и в зарубежной практике. Так, исследования специалистов показали, что каждая тонна использованного стеклобоя позволяет экономить 1,2 т первичного сырья, а увеличение количества стеклобоя в шихте на каждые 10 % экономит 3 % энергии, а также снижает вредные выбросы в окружающую среду [1].

Стеклобой - это наиболее трудно утилизируемый отход, наносящий, в случае попадания в природную среду, серьезный ущерб экологии в течении столетий. Вместе с тем, это ценный материал, на получение которого уже затрачено не только природное сырье, но и значительные энергетические ресурсы.

Во всем мире в стекольном производстве наблюдается тенденция к увеличению использования стеклобоя. По мере повышения спроса на высококачественный стеклобой все большее значение приобретают современные технологии его подготовки.

В последние годы особый интерес вызывает утилизация несортированного стеклобоя. Такое стекло имеет стабильный химический состав и находит применение в процессе плавки шихты. Однако, несортированный стеклобой имеет большое количество посторонних примесей в виде органического мусора, пластмассовой и керамических фракции, а также черных и цветных металлов, попадание которых в сырьевую смесь не допустимо и сказывается на качестве и безопасности выпускаемой продукции [1].

Утилизация стекла и переработка стеклобоя на сегодняшнее время является актуальным вопросом, что нуждается в новых решениях и внедрении передового оборудования.

Проблемой данного исследования является снижение качества стеклоизделий, а именно увеличение инородных магнитных и немагнитных включений в стекле при увеличении процентного соотношения несортированного стеклобоя при производстве стеклотары.

Актуальностью работы является тенденция к увеличению количества использования несортированного стеклобоя на стекольных заводах, что позволяет не только экономить энергетические ресурсы и сырьевые материалы, используемые для стекловарения, но и решать экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды.

Практическое значение имеет модернизация линии переработки стеклобоя на предприятии и внедрение дополнительного дробильного и сортировочного оборудования. Объектом данной работы является проектирование дробилки и ее внедрение в линию по переработки стеклобоя с целью более мелкого измельчения стеклобоя и последующей сепарации от инородных магнитных и немагнитных примесей.

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Дробилки являются одними из основных технологических агрегатов, от эффективности работы которых во многом зависит качество переработанного стеклобоя. При этом эффективность дробления, под которой понимается возможность получения требуемой гранулометрии стекла при заданной производительности процесса измельчения, зависит не только от конструкции и технических характеристик дробильного оборудования, но и от вида исходного материала (стеклотара, листовое стекло, сортовая посуда и пр.) и общих компоновочных решений систем подготовки стеклобоя [2].

На данный момент необходимо выбрать дробилку для среднего и мелкого дробления с номинальной производительностью 20 т/ч. Для дробления несортированного стеклобоя оптимальный размер измельченных частиц на выходе не должен превышать 20 мм.

Для того, чтобы выявить недостатки существующих конструкций, а также достоинства, которые мы можем применить в нашей конструкции, проведем аналитический обзор дробильного оборудования, удовлетворяющих наши начальные требования.

1.1 Щековая дробилка

Щековые дробилки в промышленности чаще всего применяются для крупного и среднего дробления кусковых материалов. Они отличаются простотой и надежностью конструкции и не сложны в обслуживании. Дробление материала в щековой дробилке осуществляется раздавливанием, раскалыванием и частичным истиранием материала между подвижной и неподвижной щеками в тот момент, когда подвижная щека приближается к неподвижной. Разгрузка раздробленного материала осуществляется гравитационно при отходе подвижной щеки [5].

Промышленностью изготавливаются дробилки щековые трех типов:

- с простым движением щеки относительно оси ее подвеса и с одной подвижной щекой;

- со сложным движением щеки относительно оси подвеса и с одной подвижной щекой;

-со сложным движением обеих щек относительно их осей подвеса.

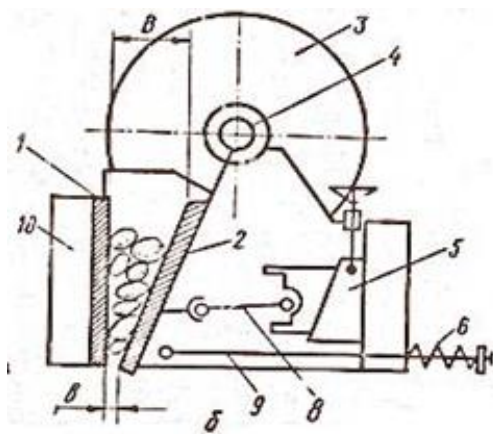
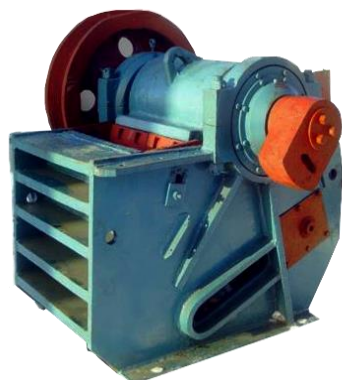


Рисунок 1.1 - Щековая дробилка

Во всех случаях движение щеки осуществляется эксцентриковым валом; в дробилке с простым качанием щеки на валу подвешен шатун, передающий движение щеке посредством распорной плиты, а в дробилке со сложным движением щеки последняя подвешена непосредственно на эксцентриковом валу.

Дробилки различаются между собой расположением оси повеса подвижной щеки. Существуют дробилки с верхней точкой подвеса и с нижней точкой подвеса подвижной щеки [6,7].

Преимуществом дробилок с нижним подвесом является более равномерный выход материала по крупности (минимальный ход щеки в нижней части). Однако небольшая производительность ограничивает их применение.

Среди различного дробильного оборудования щековые дробилки получили преимущественное распространение. Их применяют как для самого

крупного дробления, так и для более мелкого дробления на последующих стадиях [4].

К преимуществам щековых дробилок следует отнести:

- простота конструкции, надежность, небольшие габаритные размеры;
- простое обслуживание и ремонт, низкие эксплуатационные затраты;
- высокий коэффициент дробления, поэтому стеклобутылки и автомобильные стекла, можно раздавить сжатием, шлифованием;

К недостаткам щековых дробилок следует отнести:

- наличие больших качающихся масс, вследствие чего возникает сильная вибрация;
- повышенный износ футерованных плит вследствие истирающего воздействия дробимого материала;
- частый контроль размера фракции при разгрузке в пределах указанного диапазона.
- не подходит для мелкого дробления стеклобоя [3].

1.2 Молотковая дробилка

К молотковым дробилкам относятся дробилки ударного действия с шарнирно закрепленными на роторе ударными элементами - молотками. Дробление в молотковых дробилках осуществляется в основном под действием ударов по материалу стальными молотками, закрепленными на вращающемся валу. Сила удара обуславливается скоростью и массой молотка.

Дробление ударом в молотковых дробилках обеспечивает большой эффект измельчения, чем дробление раздавливанием других типах дробилок, например в щековых или конусных. Степень дробления в ней во много раз выше (доходит до 20-30), а удельный расход энергии на дробление ниже, чем в дробилках, работающих на других способах дробления. Они отличаются высокой производительностью, приходящейся на единицу массы, более компактны [8].

Молотковые дробилки экономичны, стоимость их на единицу производительности в 4-5 раз ниже, чем в щековых дробилках, а масса соответственно в 4-5 раз меньше. В молотковых дробилках гораздо ниже установленная мощность электродвигателя. Они пригодны для крупного, среднего и мелкого дробления самых различных материалов [9].

Герметичность корпуса и возможность плотного присоединения загрузочной и разгрузочной течек позволяют при малых затратах на аспирацию предупредить выброс пыли в окружающую среду.

Удобство и быстрота ремонта и обслуживания обеспечиваются легкостью доступа внутрь дробилки благодаря наличию дверок или применению гидравлической системы раскрытия корпуса. Установка молотковой дробилки с динамически сбалансированным ротором не требует сооружения тяжелого фундамента [9].

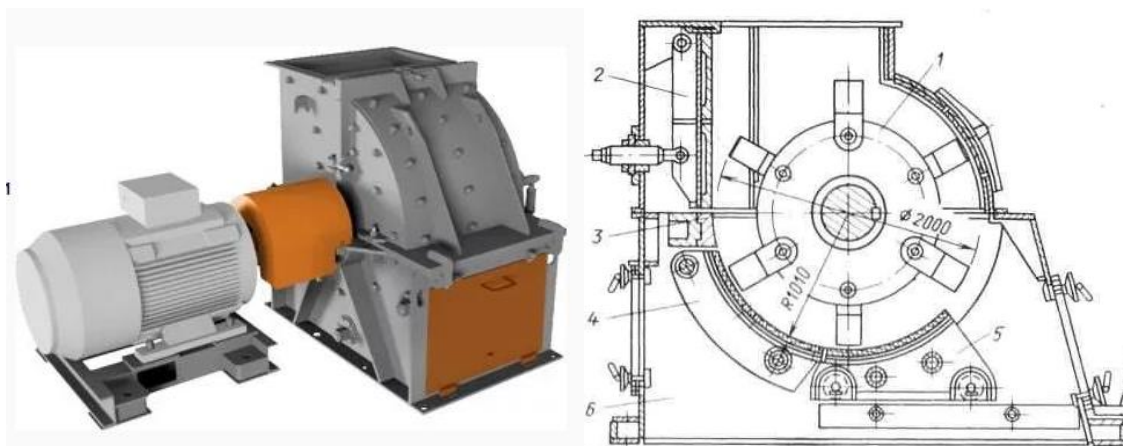
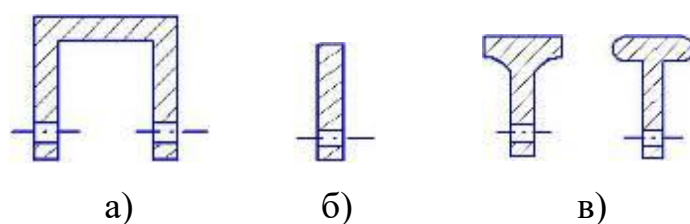


Рисунок 1.2 - Однороторная молотковая дробилка

На рисунке 1.2 представлена однороторная молотковая дробилка. Она состоит из следующих узлов: корпуса, ротора, отбойных молотков и колосниковой решётки. Материал, подлежащий дроблению, загружают в дробилку сверху. Под действием силы тяжести он падает или скользит по лотку и попадает под действие молотков быстро вращающегося ротора. В результате удара молотком кусок разрушается, его осколки разлетаются и

отбрасываются на футеровку - отбойные плиты или колосники, образующие камеру дробления. Ударяясь о футеровку, материал дополнительно измельчается и, отражаясь, снова попадает под действие ротора. Это повторяется многократно, пока куски материала, достигнув определенной крупности, не выйдут через разгрузочную щель или щель колосниковой решетки на разгрузку [10].

По конструкции молотков различают дробилки, изображенные на рисунке 1.3:



а) с П образными молотками б) с плоскими молотками
в) с утолщенными молотками

Рисунок 1.3 – конструкции молотков

До последнего времени вследствие сравнительно быстрого износа молотков, броневых плит, колосников и других внутренних деталей, а также возможности замазывания колосниковых решеток, низкого коэффициента использования и высоких эксплуатационных расходов область применения этих дробилок была ограниченной.

В последнее время в результате совершенствования их конструкции, применения износостойких материалов, упрощения способов изготовления и замены быстроизнашивающихся деталей они получают все более широкое распространение [10].

Рассмотрим технические характеристики дробилки молотковой ДМС-40А, предназначенной для утилизации отходов при производстве стеклотары, медицинского и листового стекла толщиной не более 12 мм, а также для

измельчения неразрушенных капель стекломассы, поступающих на дробление из гранулятора [2].

Таблица 1.1 - Технические характеристики дробилки молотковой ДМС-40А[2]

| Параметр | Значение |
|----------------------------------------------------------|---------------|
| Наибольшая производительность, т/ч | 40 |
| Размер фракции стеклобоя на выходе из дробилки, мм | До 30 |
| Номинальная частота вращения ротора, об./мин | 735 |
| Регулируемый зазор между молотками и отбойной плитой, мм | 10...40 |
| Количество молотков | 38 |
| Номинальная мощность электродвигателя, кВт | 11 |
| Степень защиты электродвигателя | IP55 |
| Напряжение питания от сети переменного тока, В | 380±38 |
| Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм | 2010×1565×810 |
| Масса вращающихся частей, кг, не более | 390 |
| Масса изделия, кг, не более | 1900 |

К преимуществам молотковых дробилок следует отнести:

- простота конструкции и удобство обслуживания и ремонта;
- стекло с легкостью разбивается ударной силой высокоскоростного молота;
- выходным размером фракции можно управлять, регулируя зазор решетки на выпускном отверстии;
- имеет малые габариты, низкий уровень шума и незначительное загрязнение окружающей среды;

К недостаткам молотковых дробилок следует отнести:

- быстрый износ молотков, бронеплит, колосниковой решётки при измельчении абразивных материалов;

- дробилка склонна к засорению при обработке липких и влажных стеклянных материалов, что приводит к простоям (влажность материалов не должна превышать 10%);

- при дроблении сухих стеклянных материалов легко образуется пыль. Пыль попадет в подшипник и смешается со смазкой, что приведет к плохой смазке и повреждению подшипника.

- сложность монтажа и балансировки ротора [3].

1.3 Валковая дробилка

Валковые дробилки широко применяются в промышленности строительных материалов, особенно при измельчении вязких и влажных материалов. Рабочим органом в валковой дробилке являются два цилиндра (валка), вращающиеся на встречу друг другу и раздвинутые на расстояние, определяемое максимальным размером выходящего продукта. Материал, подлежащий дроблению, вследствие трения затягивается между валками и при этом постепенно измельчается.

Принцип действия состоит в измельчении материала в основном раздавливанием, частично – истиранием, ударом или изгибом между двумя параллельными цилиндрическими валками, вращающимися навстречу друг другу с одинаковой скоростью [11].

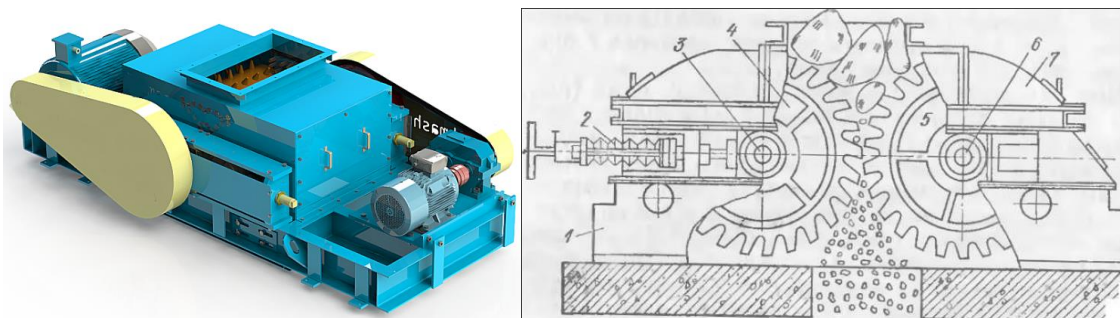


Рисунок 1.4 - Валковая дробилка

Валковые дробилки классифицируются по следующим признакам:

По методу установки подшипников валков:

- с одной парой подвижных и одной парой неподвижных подшипников;
- с неподвижно установленными подшипниками;
- с подвижно установленными подшипниками у двух валков.

По конструкции валков:

- дробилки с зубчатыми валками;
- дробилки с ребристыми валками;
- дробилки с гладкими валками.

Дробилки с одним подвижным валком наиболее распространены. Почти во всех существующих конструкциях валковых дробилок один из валков установлен в подвижных подшипниках, скользящих по направляющим.

Конструкция валковых дробилок весьма проста. Дробилка состоит из двух валков, вращающихся навстречу друг другу и закрепленных на валах, опирающихся на подшипники. Одна пара подшипников закреплена на раме неподвижно, а вторая может передвигаться вдоль рамы. При этом корпуса этой пары подшипников постоянно прижаты к упорам пружинами. Между упорами и корпусами подшипников ставятся сменные стальные прокладки, регулирующие величину зазора между валками [12].

Привод валков осуществляется от электродвигателя через ременную передачу, зубчатую либо шестерёнчатую передачу [4].

В отличие от молотковых дробилок, ресурс которых при дроблении тарного и листового стекла относительно невысок, двухвалковые дробилки меньше пылят и имеют меньшую степень износа и истирания рабочих органов, что обусловлено низкой скоростью вращения дробящих элементов. А в связи с тем, что измельченный материал на двухвалковой дробилке разрушается за счет сдавливания при затягивании его между барабанами, а не за счет интенсивных ударных воздействий от вращающихся молотков, получаемая фракция стекла на выходе содержит значительно меньшее количество мелких и пылевидных частиц [2].

Таблица 1.2 - Технические характеристики валковых дробилок ДВ(С)[2]

| Параметр | Значение | |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | ДВ(С)2-10А | ДВ(С)2-15А |
| Производительность, т/ч | 6...10 | 9...15 |
| Размер частиц после измельчения, мм | 5...30 | 5...30 |
| Частота вращения приводного вала, об./мин | 60 | 60 |
| Регулируемый зазор между валковыми барабанами, мм | 5...40 | 5...40 |
| Тип мотор-редуктора | A503NH55 24,0 S4B3 M4SA4 | A503NH55 24,0 S4B3 M4LA4 |
| Номинальная мощность привода, кВт | 11 (2×5,5) | 15 (2×7,5) |
| Количество мотор-редукторов | 2 | 2 |
| Напряжение электрического питания, В | 380+38 | 380+38 |
| Степень защиты электродвигателя | IP55 | IP55 |
| Габаритные размеры (Д×Ш×В), мм | 1110×1790×745 | 1510×1790×745 |
| Масса, кг, не более | 925 | 1190 |

Конструктивной особенностью двухвалковых дробилок этих моделей является использование в них «плавающих» подпружиненных валов рабочих барабанов, снабженных в качестве приводов индивидуальными мотор-редукторами. Подпружиненные валы, закрепленные на специальных кронштейнах, имеющих возможность совершать качающееся движение и раздвигаться, предохраняют механизмы дробилки от поломки при попадании в зону работы барабанов вместе со стеклом недробимых тел.

Опытные испытания двухвалковой дробилки при дроблении на ней такого стеклобоя, имеющего в своем составе недробимые материалы и стекло с разной толщиной и разными прочностными характеристиками, выявили положительные моменты, связанные с изменением межосевого расстояния между барабанами при их раздвижке. К ним относится эффективное

измельчение и отделение различных пробок и пластиковых дозаторов от толстостенных бутылочных горлышек [2].

К преимуществам валковых дробилок следует отнести:

- простая конструкция, небольшие габариты, простота установки и замены деталей;

- дробит стекло путем сжатия и имеет легко регулируемый выпускной порт для удовлетворения различных требований к производительности;

- имеет высокую производительность;

- фракция стекла на выходе содержит значительно меньшее количество мелких и пылевидных частиц

- эффективное измельчение и отделение различных металлических пробок и пластиковых дозаторов от толстостенных бутылочных горлышек

К недостаткам валковых дробилок следует отнести:

- неравномерное изнашивание рабочих поверхностей валков. Валки изнашиваются в основном в средней части, что не дает возможности поддерживать стабильный размер выходной щели по всей ее длине [3].

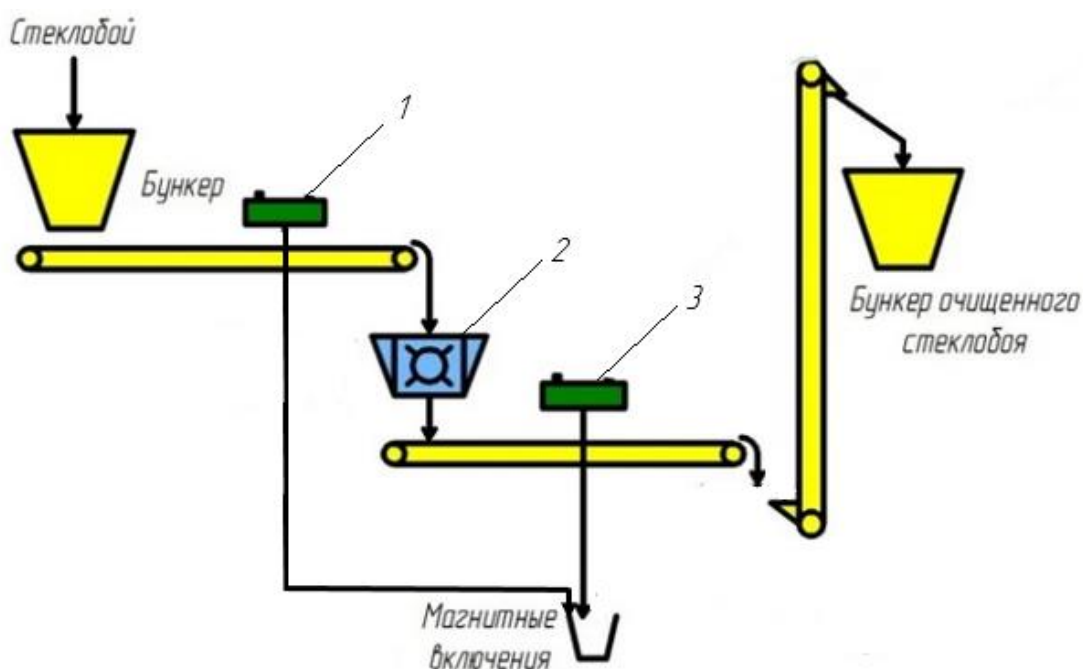
Выводы литературного обзора

В результате литературного обзора были получены данные о различных существующих конструкциях дробилок, достоинства и недостатки конструкций которых могут быть учтены в условиях поставленной задачи.

Таким образом, учитывая особенности исследованных типов дробильного оборудования, можно учесть, что для достижения максимально эффективного мелкого дробления необходимо использовать конструкцию валковой дробилки с ребристыми валками. Это обусловлено эффективным измельчением и отделением различных металлических и неметаллических пробок и пластиковых дозаторов от толстостенных бутылочных горлышек, для их последующей сепарации и недопущения попадания в стекловаренную печь.

2 МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Рассмотрим существующую технологическую схему, обработки, транспортировки, и хранения привозного несортированного стеклобоя на предприятии, приведенной на рисунке 2.1 [14].



1 – магнитный сепаратор СМПР 500х300; 2- молотковая дробилка ДМ-40; 3 – магнитный сепаратор ПСМ 600х300.

Рисунок 2.1 - Технологическая схема обработки несортированного стеклобоя

Несортированный стеклобой поступает на склад технологических материалов в полувагонах. Мостовым грейферным краном загружается в бункер приемный. Качающимся питателем стеклобой подается на конвейер ленточный на котором осуществляется магнитная сепарация, а также стеклобой проходит стадию ручной сортировки. На данном этапе из стеклобоя удаляются все инородные включения, такие как: камни, металл, дерево и др.

После сортировки стеклобой подается на дробление в дробилку молотковую ДМ-40, где происходит дробление стеклобоя до фракции не более 50мм.

Раздробленный стеклобой по конвейеру ленточному, пройдя магнитный сепаратор ПСМ 600х300, при помощи элеватора ЭЛС-250, подается в бункера расходные [14].

Недостатками данной схемы обработки несортированного стеклобоя является недостаточное дробление горлышек бутылок, вследствие чего происходит их попадание с металлическими крышками и крышками из цветных металлов в стекловаренную печь, что недопустимо для производства стеклотары высокого качества.

Для решения данной проблемы выполним модернизацию данной линии обработки.

1) Для более мелкого дробления горлышек бутылок спроектируем и внедрим в схему дополнительную валковую дробилку.

2) Для дополнительной сепарации стеклобоя от металлических крышек внедрим в схему магнитный сепаратор типа БС, а сепарации от крышек из цветных металлов вихретоковый магнитный сепаратор типа ВС.

Приведем характеристики внедряемого оборудования в модернизацию технологической схемы.

Магнитный сепаратор типа БС (барабанного типа) предназначен для сухого обогащения рудных и нерудных материалов, а также для очистки разных немагнитных материалов от магнитных примесей [14].

Применяется на предприятиях черной и цветной металлургии для:

- выведение хвостов сухим способом перед операцией мокрого измельчения при обогащении магнетитовых руд;
- обогащение шлаков углеродистого феррохрома;
- обогащение черного ильменитового концентрата.

Принцип работы:

При вращении барабан переносит продукт через стационарное магнитное поле, создаваемое постоянными магнитами, которое притягивает магнитный материал к рабочей поверхности барабана. Немагнитный материал свободно падает с барабана, а магнитный по его поверхности переносится в

зону разгрузки.

Конструктивные особенности:

- Изготавливается с использованием как ферритовых, так и современных высокоэнергетических неодимовых магнитов (Nd-Fe-B), что позволяет обеспечить значение магнитной индукции на поверхности барабана в пределах 80-800 мТл.
- Имеет верхнюю систему подачи продукта или с лотком скольжения, или с лоточным вибропитателем для обеспечения равномерной подачи.
- Выпускается с диаметрами барабана от 400 до 900 мм и длиной рабочей зоны от 500 до 1500 мм.
- Применяются комплектующие ведущих мировых производителей (Nord, SKF), которые имеют высокие эксплуатационные характеристики.

Вихрековый магнитный сепаратор типа ВС предназначен для извлечения цветных металлов из неэлектропроводного материала [14].

Применяется на предприятиях следующих отраслей промышленности:

- стекольной;
- переработки твердых бытовых отходов;
- переработки лома электронной техники;
- переработки (рециклинга) стеклобоя и других.

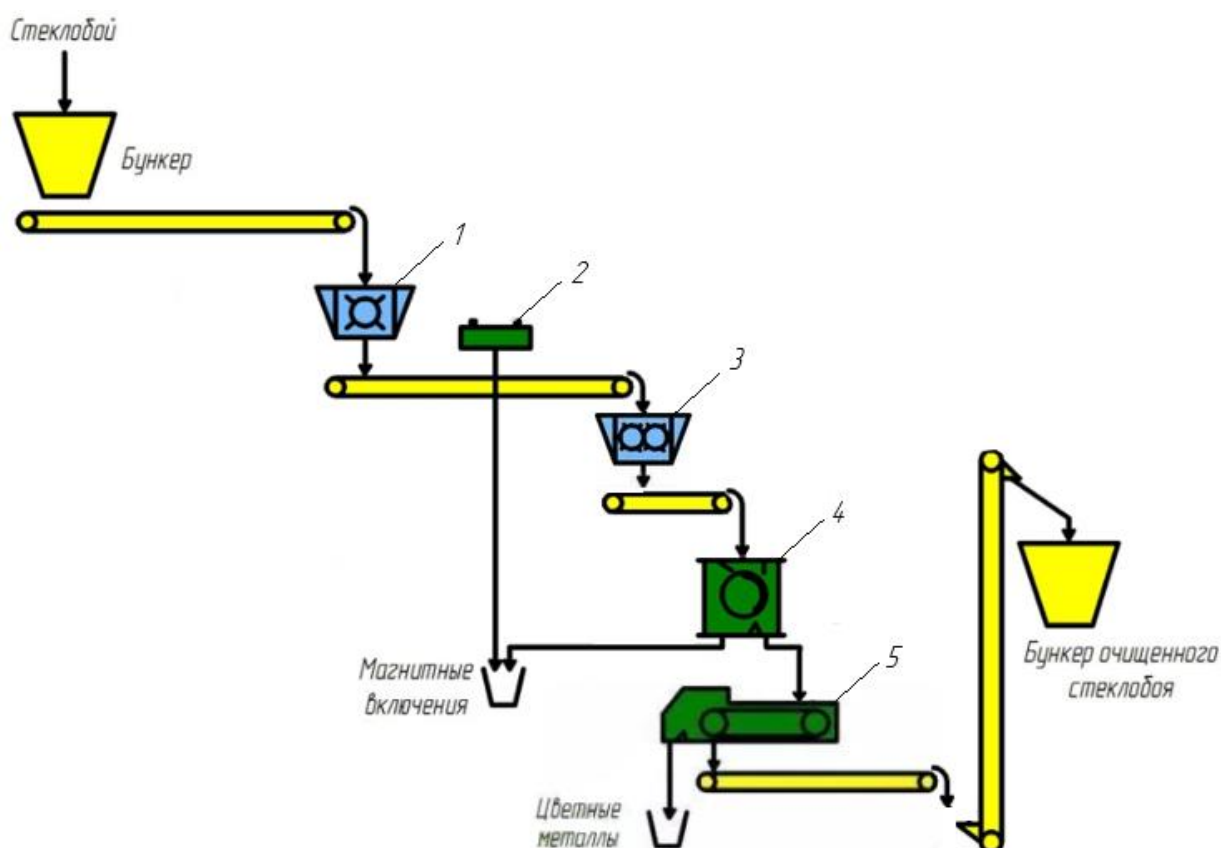
Принцип работы:

Исходный материал конвейерной лентой направляется в рабочую зону магнитного ролика. При его вращении создается эффект вращающегося магнитного поля, которое наводит электродвижущую силу, возбуждающую вихревые токи в предметах из цветных металлов, которые изменяют траекторию движения электропроводящих предметов относительно траектории неэлектропроводящего материала.

Конструктивные особенности:

- Стеклопластиковая обечайка барабана защищена от попадания металлических примесей, стеклобоя и других загрязнений специальной транспортной лентой, которая имеет спаренные боковые гофры.
- Скорость движения транспортера регулируемая, от 1 м/с до 2,5 м/с.
- Скорость вращения магнитного барабана регулируемая, от 1000 об/мин до 3000 об/мин.
- Оригинальная магнитная система обеспечивает эффективное извлечение металлов фракцией от 3 мм.
- Применяются комплектующие ведущих мировых производителей (Nord, SKF), имеющие высокие эксплуатационные характеристики.

На рисунке 2.2 представлена модернизированная схема обработки несортированного стеклобоя.



1 - молотковая дробилка ДМ-40; 2 – магнитный сепаратор ПСМ 600х300; 3- валковая дробилка; 4- магнитный сепаратор типа БС;

5 – вихретоковый магнитный сепаратор типа ВС

Рисунок 2.2 – Модернизированная технологическая схема обработки несортированного стеклобоя

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

Исходные данные: Валковая дробилка для мелкого дробления, с целью последующего извлечения из стеклобоя инородных черных и цветных металлов при помощи магнитного и вихретокового сепараторов; дробилка должна обеспечивать безопасность при эксплуатации; номинальная производительность дробилки 20 т/ч; входная фракция не более 50 мм, максимальная фракция на выходе не более 20мм.

3.1 Выбор конструкционных материалов

Основными критериями выбора конструкционных материалов для изготовления отдельных элементов конструкции валковой дробилки являются: обеспечение необходимой коррозионной стойкости материала в рабочих условиях, высокие механические и технологические свойства материала, низкая стоимость и не дефицитность.

Так как перерабатываемая среда не является коррозионно - активной то наиболее оптимальным выбором для изготовления деталей валковой дробилки не испытывающих нагрузок, а так же рамы – сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества общего назначения Ст3 ГОСТ380-94.

Раму привода сваривают из швеллеров. Швеллеры представляют собой прокатный профиль. Корпус дробилки состоит из листовой стали 3, сваренных между собой.

Для изготовления корпусов подшипников, колёс ременной передачи с учётом того, что они изготавливаются методом литья, выберем в качестве конструкционного материала серый чугун марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85 [13].

Оптимальной для дробления стеклобоя являются валковые дробилки с применением ребристых валков, на цилиндрических поверхностях которых

находятся полосы из износостойкого материала разной длины и ширины, изображенных на рисунке 3.1.



Рисунок 3.1 – измельчающие ребристые валки

При выборе материала валков следует учитывать термомеханические условия их службы. Валки подвергаются значительным статическим и ударным нагрузкам, а также термическому воздействию. При таких жестких условиях работы весьма затруднительно подобрать материал, обеспечивающий одновременно высокую прочность и износостойкость [2].

Валок состоит из бандажа и ступицы, на которую он опирается. К ступице валка предъявляются различные требования. Сердцевина должна обладать достаточной вязкостью и прочностью, хорошо сопротивляться действию изгибающих, крутящих моментов и ударным нагрузкам. Поверхность ступицы должна обладать достаточной твердостью, износостойкостью, термостойкостью. Ступицу валка в большинстве случаев изготавливают из серого чугуна СЧ 15.

К материалам бандажей валков предъявляются повышенные требования по износостойкости, так как эти детали непосредственно контактируют с измельчаемым материалом и наиболее подвержены физическому износу. Высокими прочностными свойствами и высокой износостойкостью при относительно малой стоимости обладает модифицированный чугун, так называемый белый чугун ИЧХ28Н2 (содержание углерода 2,7-3%, хрома 28-30%, никеля 1,5-3,0%, марганца 0,8%,

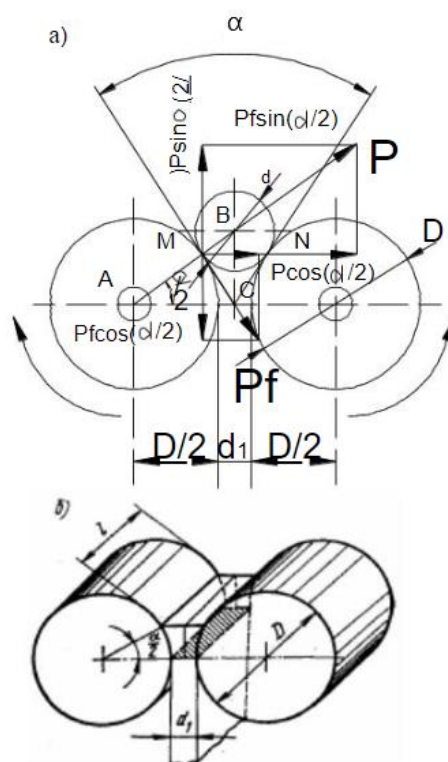
кремния 0,7-1,4%), который оптимально подходит для мелкого дробления материала.

Для изготовления валов выбираем конструкционную углеродистую сталь марки Ст 45 по ГОСТ 1050-74 с термообработкой улучшение. Она широко используется в промышленности для изготовления валов, шестерен, шпинделей, цилиндров, кулачков и других нормализуемых, улучшаемых и подвергаемых поверхностной термообработке деталей, от которых требуется повышенная прочность.

Необходимые конструктивные свойства для пружин обеспечиваются за счёт применения пружинной стали марки Сталь 65 ГОСТ 1050-74 [13].

3.2 Расчёт основных параметров дробилки

Основными параметрами валковой дробилки являются: ширина выходной щели, угол захвата α , диаметр D , длины валков L , частоты их вращения n , и потребляемая мощность N [15].



а – вид в плане, б - изометрия

Рисунок 3.2 – Схема к расчету угла захвата

Из схемы (рисунок 3.2) видно, что углом захвата валковых дробилок является угол между плоскостями, касательными к поверхности валков в точках соприкосновения с ними наибольшего шарообразного куса материала, затягиваемого в пространство между валками силами трения P_f при раздавливающих силах P . На схеме показаны силы, действующие на кусок материала со стороны левого валка. Такие же силы действуют и со стороны правого валка, благодаря чему горизонтальные проекции сил взаимно уравниваются. Угол захвата валковых дробилок определяют так же, как и угол захвата у щековых дробилок. Он равен двойному углу трения, а практически составляет $15...25^\circ$.

Для осуществления процесса дробления необходимо обеспечить захват исходного материала, т.е. куса стеклобоя рабочими органами установками. Углом захвата α называют угол, образованный касательными, проведенными через точки соприкосновения куса материала с поверхностью валков. В момент захвата кусков материала диаметром d в точках соприкосновения его с валками возникают силы нормального давления P , действующего на материал под углом $\alpha/2$.

Сила P раскладывается на составляющие силы $P\cos\alpha/2$ и выталкивающую $P\sin\alpha/2$. С другой стороны, под прямым углом к силе P действует сила трения $F = Pf$, которая раскладывается на силу $Pf\sin\alpha/2$ и втягивающую материал $Pf\cos\alpha/2$. Очевидно, для нормальной работы валковой дробилки необходимо, чтобы было соблюдено условие:

$$2P\sin \alpha/2 \leq 2Pf\cos \alpha/2$$

Разделив обе части неравенства на $2P\cos\alpha/2$, получаем

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq f$$

но $f = \operatorname{tg} \varphi$ (φ - угол трения), тогда $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \leq \operatorname{tg} \varphi$

или $\frac{\alpha}{2} \leq \operatorname{tg} \varphi: \alpha \leq 2 \varphi$

Следовательно, для нормальной работы валков необходимо, чтобы угол захвата был меньше двойного угла трения. На практике в большинстве случаев принимают $\alpha=32-48^\circ$, что соответствует коэффициенту трения $f = 0,3-0,45$.

Определение соотношения между диаметром валков и размеров кусков материала, поступающих в дробилку [17].

Из рисунка 3.2 видно, что:

$$\frac{D}{2} + \frac{d'}{2} = \left(\frac{D}{2} + \frac{d}{2}\right) \cos \frac{\alpha}{2} \quad (3.1)$$

Разделив уравнение на d , получаем:

$$\frac{D}{d} + \frac{d'}{d} = \left(\frac{D}{d} + 1\right) \cos \frac{\alpha}{2} \quad (3.2)$$

Учитывая, что степень измельчения в валковых дробилках принимается в среднем равной 4, можно записать, что $d'/d = 0,25$. Сделав необходимые преобразования в уравнении, получим:

$$\frac{D}{d} = \frac{\cos \alpha - 0,25}{1 - \cos \alpha} \quad (3.3)$$

Величина коэффициента трения f кусков стекла о поверхность стального валка в среднем равна 0,3. Для указанных значений f предельный угол $\beta = \alpha/2$ составляет 16° .

Таким образом, отношение D/d определяем по формуле:

$$\frac{D}{d} = \frac{\cos 16^\circ - 0,25}{1 - \cos 16^\circ} \approx 17$$

Наибольший диаметр загружаемого материала d равен 50 мм, поэтому диаметр валка равен:

$$D = 17 \cdot d = 17 \cdot 0,05 = 0,85 \text{ м}$$

Определяем ширину выходной щели d' . Учитывая, что степень измельчения в валковых дробилках принимается в среднем равной 4, можно записать, что:

$$d'/d = 0,25 \quad (3.4)$$

где d – диаметр куска материала, $d = 50\text{мм} = 0,05 \text{ м}$

$$d' = d \times 0,25$$

$$d' = 0,05 \times 0,25 = 0,0125\text{м}$$

Частота вращения валков с учетом действия на материал, находящийся на вращающемся цилиндре, центробежной силы, определяется по формуле:

$$n \leq 102,5 \sqrt{\frac{f}{\rho \cdot d_i \cdot D}} \quad (3.5)$$

где ρ – плотность материала, для стекла $\rho = 2200 \text{ кг/см}^3$;

f - коэффициент трения кусков стекла о поверхность стального валка, $f = 0,3$;

d' - ширина выходной щели, м;

D – диаметр валка, м.

$$n_{\max} \leq 102,5 \sqrt{\frac{0,3}{2200 \cdot 0,05 \cdot 0,85}} = 5,8 \text{ об/с}$$

Практически с целью уменьшения износа поверхности валков частоту их вращения принимают:

$$n_{\text{ср}} = (0,4 \div 0,7) n_{\max} \quad (3.6)$$

$$n_{\text{ср}} = 0,5 \cdot 5,8 = 2,9 \text{ об/с} = 174 \text{ об/мин}$$

Длину валков устанавливают в зависимости от твердости дробимого материала: для крепких пород принимают:

$$L = (0,4-1,0) \cdot D \quad (3.7)$$

$$\text{Тогда } L = 0,6 \cdot 0,85 = 0,51\text{м}$$

Принимаем длину валков 0,5м.

3.2.1 Нагрузки в основных элементах

Давление, которое необходимо для дробления материала между валками, создается пружинами, установленными у подшипников подвижного вала.

Величина потребного давления зависит от целого ряда факторов, учет которых весьма затруднителен. К числу этих факторов относятся физические свойства измельчаемого материала, как-то: твердость, сопротивление дроблению, степень измельчения, модуль упругости и т. д. вследствие этого величина давления, которое должно быть обеспечено нажатием пружины, может быть определена только приближенно на основе следующего допущения [16].

Предположим, что среднее суммарное усилие между валками при дроблении материала равно P_{cp} (Н). Площадь, на которой будет действовать это усилие:

$$F = L \cdot l \quad (3.8)$$

где L - длина валков, м;

l - длина дуги на участке измельчения материала, м,

$$l = R\alpha \quad (3.9)$$

где $R = D/2 = 0,425$ м - радиус вала, м;

α - угол дуги, рад. $\alpha = 0,29$ рад. (при измельчении прочных материалов $\alpha = 16^\circ$).

Тогда $l = 0,29 \cdot 0,425 = 0,12$ м

$$F = 0,5 \cdot 0,12 = 0,06 \text{ м}^2$$

Сила нормального давления, действующая на материал (усилие раздавливания), Н:

$$P_{cp} = (4...8) \cdot 10^{-4} \cdot \sigma_{сж} \cdot L \cdot D \quad (3.10)$$

где $\sigma_{сж}$ - предел прочности материала при сжатии, $\text{H}\backslash\text{м}^2$ ($\sigma_{сж} = 1000 \cdot 10^6 \text{H}\backslash\text{м}^2$);

$$P_{cp} = 6 \cdot 10^{-4} \cdot 1000 \cdot 10^6 \cdot 0,5 \cdot 0,85 = 255 \text{кН}$$

Затягивание куска породы между валками осуществляется за счёт сил трения.

Максимальная сила нормального давления на оси валков должна компенсироваться силой сжатия пружин подвижного валка.

3.2.2 Производительность дробилки

Производительность валковых дробилок можно вычислить, если представить процесс дробления как движение ленты материала шириной, равной длине L валка, и толщиной, равной ширине выходной щели. Тогда за один оборот вала объем (м^3) ленты материала, прошедший через выходную щель [18]:

$$V = \pi \cdot D \cdot L \cdot d_k \quad (3.11)$$

Значит, при n (об/с) производительность ($\text{м}^3/\text{с}$) дробилки будет:

$$Q = \pi \cdot D \cdot L \cdot d_k \cdot n \quad (3.12)$$

При измельчении твердых пород возрастает сопротивление раздавливанию: валки, сжимая пружины, раздвигаются на величину $1,25a$. Так как обычно длина валка используется не полностью и материал выходит из дробилки в разрыхленном виде, а не плотной лентой, то в формулу учитывающий степень разрыхленности материала: принимают для прочных материалов $\mu = 0,2-0,3$.

Часто в формулу вводят также плотность дробимого материала ρ ($\text{т}/\text{м}^3$). Тогда окончательно производительность Q ($\text{т}/\text{с}$) валковой дробилки

$$Q = 1.25 \cdot \pi \cdot D \cdot L \cdot d_k \cdot n \cdot \mu \cdot \rho \quad (3.13)$$

$$Q = 1,25 \cdot 3,14 \cdot 0,85 \cdot 0,5 \cdot 0,0125 \cdot 2,9 \cdot 0,2 \cdot 2,2 = 0,0212 \text{ т/с} = 76 \text{ т/ч}$$

Производительность дробилки $Q = 76 \text{ т/ч}$, что удовлетворяет предъявляемым требованиям производительности в 20 т/ч .

3.2.3 Расчёт потребляемой мощности

При проведении процесса измельчения стеклобоя на валковой дробилке энергия расходуется на: непосредственно сам процесс раскалывания и раздавливания кусков материала, преодоление сил трения в подшипниках, преодоление сил сопротивления в приводе валковой дробилки [17].

Мощность двигателя $N_{\text{дв}}$ валковой дробилки с учетом затрат мощности на преодоление всех сопротивлений при работе машины:

$$N_{\text{дв}} = (N_1 + N_2) / \eta \quad (3.14)$$

где N_1 – мощность, расходуемая на дробление с учетом трения материалов о валок;

N_2 – мощность расходуемая на трение подшипников;

η – КПД клиноременной передачи, $\eta = 0,90-0,95$

Мощность двигателя N_1 необходима для дробления (Вт):

$$N_1 = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot P_{\text{ср}} \cdot f \cdot \lambda \cdot R \quad (3.15)$$

где n – частота вращения валка, об/сек;

f - коэффициент трения кусков стекла о поверхность стального валка, $f = 0,3$;

$P_{\text{ср}}$ - среднее суммарное усилие дробления, Н;

R – радиус валка, м;

λ – коэффициент, учитывающий одновременность раскалывания материалов, $\lambda = 0,02$.

$$N_1 = 2 \cdot 3,14 \cdot 2,9 \cdot 255 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,02 \cdot 0,425 = 37842 \text{ Вт}$$

Мощность N_2 , необходимая на преодоление трения в подшипниках двух валков, Вт:

$$N_2 = 2 \times \pi \times n \times d_{\text{ш}} \times f_1 \times G \quad (3.16)$$

где $d_{\text{ш}}$ – диаметр шейки вала, м;

f_1 – коэффициент трения качения, приведенный к валу, $f_1 = 0,001$;

G – нагрузка на подшипники, Н.

$$G = \sqrt{Q^2 + P_{\text{ср}}^2} \quad (3.17)$$

где Q – сила тяжести валка, Н, $Q = 33000\text{Н}$

$$G = \sqrt{33000^2 + (12 \times 10^6)^2} = 960005\text{Н}$$

$$N_2 = 2 \times 3,14 \times 2,9 \times 0,1 \times 0,001 \times 960005 = 1399\text{Вт}$$

$$N_{\text{дв}} = (37842 + 1399)/0,95 = 41306 \text{ Вт} = 41,3\text{кВт}$$

Согласно расчетной мощности подбираем электродвигатель. Привод каждого валка дробилки будет выполняться отдельным электродвигателем, следовательно, мощности электродвигателей будут равны:

$$N = N_{\text{дв}}/2 \quad (3.18)$$

$$N = 41,3 / 2 = 20,65 \text{ кВт}$$

Исходя из требуемой мощности на один валок, получаем, что нам требуются два двигателя с минимальной мощностью $N=20,65$ кВт. Выбираем трехфазный асинхронный двигатель марки АИР 220L8, мощностью $N = 22$ кВт, частотой вращения $n = 750$ об/мин. в количестве – 2 шт.

Крутящий момент электродвигателя равен:

$$T_{\text{эд}} = 9550 \frac{N}{n} = 9550 \frac{22}{750} = 280\text{Н} \cdot \text{м} \quad (3.19)$$

3.2.4 Расчет валов

Составим расчетную схему вала [15].

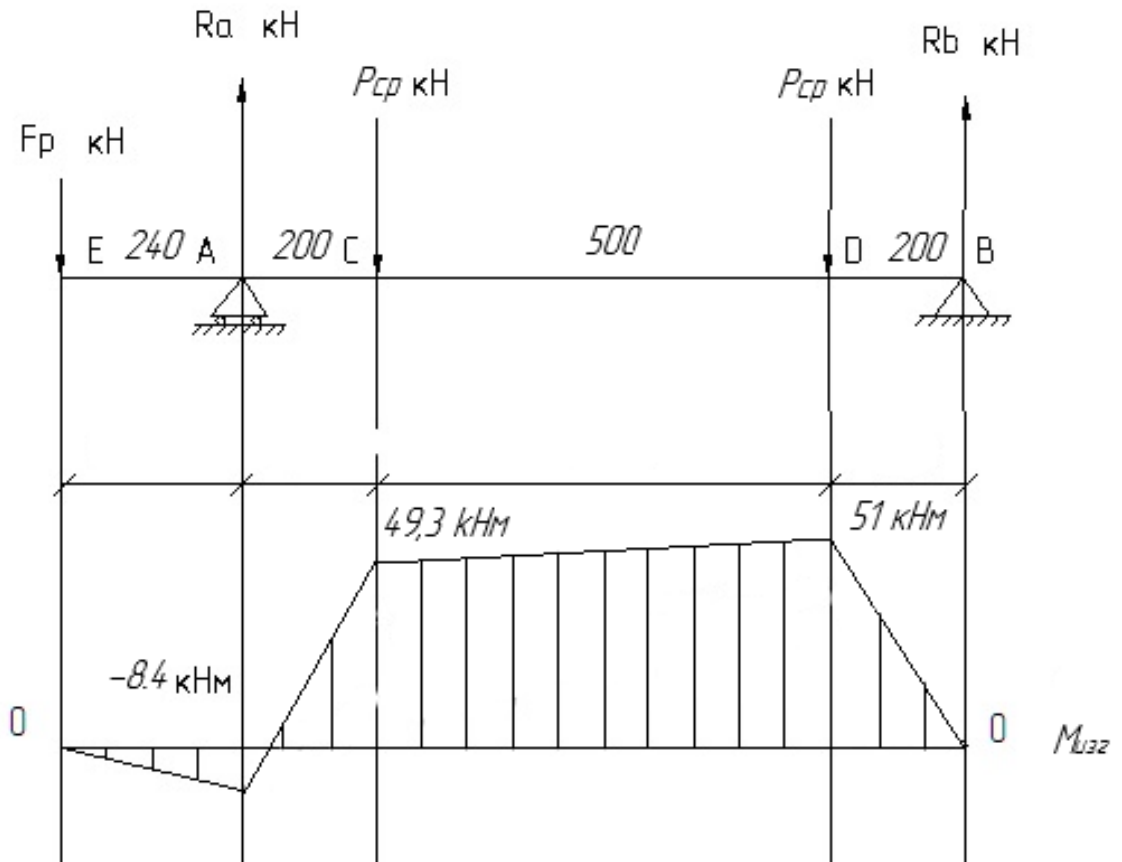


Рисунок 3.3 – расчетная схема вала

Найдем реакции опор:

$$R_A + R_B = F_p + 2P_{cp} \quad (3.20)$$

$$R_B \cdot 900 = P_{cp} \cdot 200 + P_{cp} \cdot 700 - F_p \cdot 240$$

$$R_B = \frac{P_{cp} (200 + 700) - F_p \cdot 240}{900} = \frac{255 \cdot 900 + 28 \cdot 240}{900} = 247,5 \text{ кН}$$

$$R_A = F_p + 2P_{cp} - R_B = 28 + 2 \cdot 255 - 247,5 = 290,5 \text{ кН}$$

Найдем изгибающие моменты:

$$M_{Eи} = 0 \quad (3.21)$$

$$M_{\text{Аи}} = -F_p \cdot 0.3 = -28 \cdot 0.3 = -8,4 \text{кНм}$$

$$M_{\text{Си}} = M_{\text{А}} + P_{\text{ср}} \cdot 0.2 = -8,4 + 255 \cdot 0.2 = 49,3 \text{кНм}$$

$$M_{\text{Ви}} = 0$$

$$M_{\text{Ди}} = P_{\text{ср}} \cdot 0.2 = 255 \cdot 0.2 = 51 \text{кНм}$$

Определяем крутящий момент на ведомом валу:

$$T_2 = \frac{T_1 \cdot D_2}{D_1} = \frac{280 \cdot 900}{200} = 1260 \text{ Нм} \quad (3.22)$$

где $T_1 = T_{\text{эд}}$ – крутящий момент на ведущем валу, Нм;

D_2 – диаметр ведомого шкива, мм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм.

Найдем приведенный момент для каждого сечения:

$$M_{\text{Е}} = T_2 = 1260 \text{кНм}$$

$$M_{\text{А}} = \sqrt{M_{\text{Аи}}^2 + 0.45T^2} = \sqrt{8,4^2 + 0,45 \cdot 1260^2} = 845,3 \text{кНм}$$

$$M_{\text{С}} = \sqrt{M_{\text{Си}}^2 + 0.45T^2} = \sqrt{49,3^2 + 0,45 \cdot 1260^2} = 846,7 \text{кНм} \quad (3.23)$$

$$M_{\text{В}} = T_2 = 1260 \text{кНм}$$

$$M_{\text{D}} = \sqrt{M_{\text{Ди}}^2 + 0.45T^2} = \sqrt{51^2 + 0,45 \cdot 1260^2} = 846,8 \text{кНм}$$

Найдем момент сопротивления в опасном сечении по формуле:

$$W = \frac{M}{[\sigma]}$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0.1d^3 \quad (3.24)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}}$$

Материал для изготовления вала принимаем - Сталь 45.

Механические свойства стали приведены ниже:

Предел текучести $\sigma_T = 245 \text{ МПа}$;

Предел прочности $\sigma_B = 530 \text{ МПа}$;

$\sigma_{-1} = 0.43\sigma_B = 0.43 \cdot 530 = 228 \text{ МПа}$

Допускаемое напряжение при симметричном цикле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{-1}}{k_0 \cdot [n]} = \frac{228}{2 \cdot 1,8} = 63 \text{ МПа} \quad (3.25)$$

где k_0 – эффективный коэффициент запаса прочности, $k_0 = 2$

$[n]$ – требуемый коэффициент запаса прочности, для стали $[n] = 1,8$

Тогда:

$$d_E = \sqrt[3]{\frac{M_E}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{1260}{0.1 \cdot 63 \cdot 10^6}} = 0,078 \text{ м}$$

$$d_A = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{845,3}{0.1 \cdot 63 \cdot 10^6}} = 0,091 \text{ м}$$

$$d_C = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{846,7}{0.1 \cdot 63 \cdot 10^6}} = 0,091 \text{ м}$$

$$d_B = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{1260}{0.1 \cdot 63 \cdot 10^6}} = 0,078 \text{ м}$$

$$d_D = \sqrt[3]{\frac{M}{0.1[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{846,8}{0.1 \cdot 63 \cdot 10^6}} = 0,091 \text{ м}$$

Принимаем диаметр вала в месте присоединения шкива ременной передачи - 80 мм, диаметр под подшипники - 100мм, диаметр в середине вала - 120 мм.

3.2.5 Расчет и выбор подшипников

Предварительно назначим для подшипниковых опор роликовый радиально-сферический двухрядный подшипник легкой серии- 3003220 ГОСТ 5721 [21].

Радиальные нагрузки на подшипники $F = 255$ кН, частота вращения вала 174 об/мин, срок службы $L_h' = 10000$ ч, режим нагрузки –тяжелый, температура подшипникового узла - не выше 100°C , динамическая грузоподъемность $C = 414$ кН, грузоподъемность статическая $C_o = 600$ кН.

По формуле определим эквивалентную динамическую нагрузку:

$$P = (XV F_r + Y F_a) k_\delta k_T \quad (3.26)$$

где: X и Y - коэффициенты радиальной и осевой нагрузок;

F_r, F_a - радиальная и осевая нагрузки, Н;

K_δ - коэффициент безопасности, учитывающий характер нагрузки; $K_\delta = 1,8$ (для дробилок).

K_T - температурный коэффициент, $K_T = 1$.

Так как осевая нагрузка на подшипники валков отсутствует, то:

$$F_a / (V \cdot F_r) < e$$

следовательно $X = 1$, $e = 1.5 \operatorname{tg} \alpha = 0$, $F_a = 0$ (принимаем $\alpha = 0$), тогда:

$$P = (XV F_r + Y F_a) k_\delta k_T = (1 \cdot 1 \cdot 127500) \cdot 1,8 \cdot 1 = 229500 \text{ Н}$$

Определим долговечность подшипника в часах по формуле:

$$L_h = a_1 \cdot a_{23} \cdot \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^k \quad (3.27)$$

где C - базовая динамическая грузоподъемность подшипника, Н;

P - эквивалентная динамическая нагрузка, Н;

k - показатель степени, $k = 10/3$ для роликовых подшипников;

n - частота вращения кольца (вала), об/мин;

a_1 - коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от необходимой надежности, $a_1 = 1$;

a_{23} - коэффициент, характеризующий совместное влияние на ресурс особых свойств подшипника и условий его эксплуатации, $a_{23} = 0,6$.

$$L_h = 1 \cdot 0,6 \cdot \frac{10^6}{60 \cdot 174} \left(\frac{414000}{229500} \right)^{10/3} = 19655 \text{ч}$$

Оценим пригодность предварительно назначенного подшипника.

$$L_h \geq L_h' = 19655 > 10000$$

Подшипник пригоден, т.к расчетный ресурс больше требуемого.

3.2.6 Расчет и выбор пружин

Прижимные пружины рассчитываются на действие усилия P_{cp} . Из-за большой величины усилия выбираем винтовые цилиндрические пружины сжатия, устанавливая их с каждой стороны валка [18].

$$F_2 = \frac{P_{cp}}{2} = \frac{255}{2} = 127,5 \text{ кН} \quad (3.28)$$

Из условия, что рабочая деформация пружины равна 80% от максимальной, получим:

$$S = 0,8 \cdot S_3$$

из этого следует:

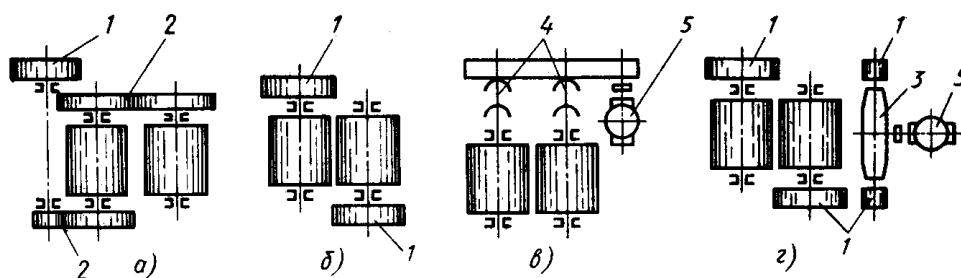
$$F_3 = \frac{F_2}{0,8} = \frac{127,5}{0,8} = 159,3 \text{ кН} \quad (3.29)$$

Выбираем пружину №247 II класса, разряда 4 из стали круглого сечения по ГОСТ 13773-86, $F = 160 \text{ кН}$

3.3 Выбор схемы привода

Основной задачей, которая ставится перед конструкцией привода валковой дробилки это эффективная передача мощности от двигателя к вращающимся валкам с минимальными потерями энергии при обеспечении простоты конструкции и высокой надёжности. При этом необходимо обеспечить вращение валков с разными скоростями. За счёт незначительной разницы в скорости вращения валков дробилки обеспечивается более эффективное втягивание кусков дробимого материала, а также разрушение материала за счёт истирания о поверхности валков [13].

Основные варианты привода валков изображены на рисунке 3.4.



а – шестеренчатая передача; б – отдельный ременный привод каждого валка; в – привод через редуктор; г – привод через карданный вал.

Рисунок 3.4 - Варианты привода валков двухвалковых дробилок

Для проектируемой валковой дробилки выберем отдельный ременный привод на каждый валок, т.к. эта схема наиболее простая в обслуживании и получила большее распространение.

Произведем расчет диаметра ведомых и ведущих клиновых шкивов.

Расчетный передаваемый момент:

$$T_{1p} = T_1 \cdot C_p \quad (3.30)$$

где C_p – коэффициент, учитывающий динамичность нагружения передачи и режим ее работы, $C_p = 1,1$;

T_1 - крутящий момент на ведущем шкиву $T_1 = T_{эд} = 280 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

$$T_{1p} = 280 \cdot 1,1 = 308 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Выбор сечения ремня производим по номограмме (рисунок 3.5) в зависимости от мощности, передаваемой ведущим шкивом $P = 22 \text{ кВт}$ и его частоты вращения $n = 750 \text{ об/мин}$ [20]

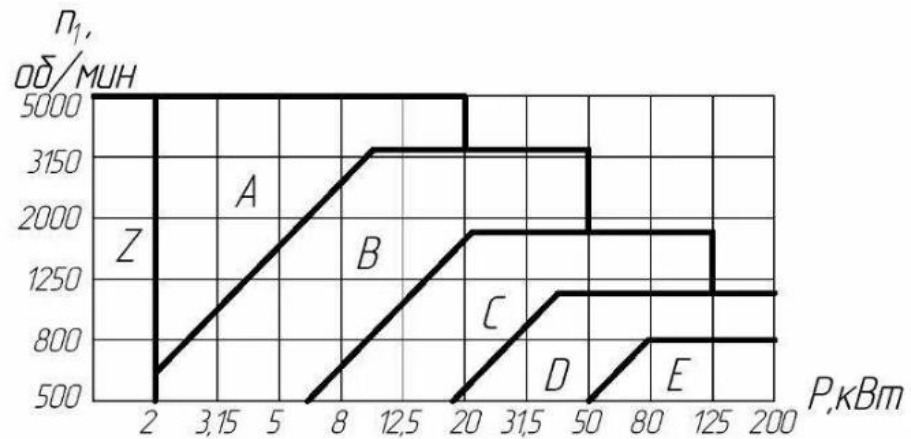


Рисунок 3.5 – номограмма для выбора сечения клинового ремня

Выбираем сечение ремня (C), для которого:

- рабочая ширина ремня $W_p = 19 \text{ мм}$;
- полная ширина ремня $W = 22 \text{ мм}$;
- рабочая высота ремня $T = 13,5 \text{ мм}$.

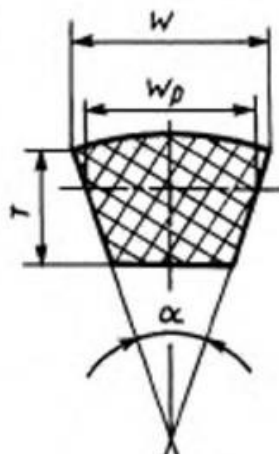


Рисунок 3.6 – размеры сечения ремней

Передаточное отношение определяют по формуле:

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{в}}} \quad (3.31)$$

где $n_{\text{дв}}$ – частота вращения двигателя, $n_{\text{дв}} = 750$ об/мин;

$n_{\text{в}}$ – частота вращения валков, $n_{\text{в}} = 174$ об/мин.

$$u = \frac{750}{174} = 4,3$$

Диаметр шкивов определяют из соотношения:

$$u = \frac{D_1}{D_2} \quad (3.32)$$

где D_1 – диаметр ведущего шкива, м. В соответствии с выбранным сечением ремня (С) принимаем диаметр ведущего шкива $d_1 = 200$ мм.

Расчетный диаметр ведомого шкива D_2 выражаем из формулы 3.32:

$$D_2 = D_1 \cdot u = 200 \cdot 4,3 = 860 \text{ мм.}$$

Принимаем согласно ГОСТ 20889 – 88 диаметр ведомого шкива $D_2 = 900$ мм [19].

Действительное передаточное число проектируемой передачи:

$$u_{\text{д}} = \frac{D_1}{D_2(1-\varepsilon)} \quad (3.33)$$

где $\varepsilon = 0,015$ – коэффициент упругого скольжения.

$$u_{\text{д}} = \frac{900}{200 \cdot (1 - 0,015)} = 4,56$$

Определяем минимальное межосевое расстояние:

$$a'_{\text{min}} = 0,55 \cdot (D_1 + D_2) = 0,55 \cdot (200 + 900) = 605 \text{ мм} \quad (3.34)$$

Определяем расчетную длину ремня по формуле:

$$L'_p = \frac{2 \cdot a_{\text{min}} + 0,5 \cdot \pi \cdot (D_1 + D_2) + (D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a_{\text{min}}} \quad (3.35)$$

$$L = 2 \cdot 605 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (200 + 900) + \frac{(900 - 200)^2}{4 \cdot 605} = 3150 \text{ мм}$$

Согласно ГОСТ 1284.1-89 принимаем длину ремня 3150 мм. Однако по конструктивным соображениям, чтобы более рационально разместить двигатель на раме, принимаем длину ремня $L_p = 5300$ мм [20]

Действительное межосевое расстояние будет равно:

$$a = a'_{\min} + 0,5(L_p - L) = 605 + 0,5 \cdot (5300 - 3150) = 1680 \text{ мм.}$$

Для компенсации возможных отклонений длины ремня от номинала, вытяжки его в процессе эксплуатации, а также для свободного надевания новых ремней, предусматривается регулировка межцентрового расстояния шкивов в сторону уменьшения на 1% $l' = 0,01 \cdot 1680 = 16,8$ мм и в сторону увеличения на 5,5% $l'' = 0,055 \cdot 1680 = 92,4$ мм

Угол обхвата ремнем меньшего шкива определяем по формуле:

$$\alpha_1^\circ = 180^\circ - 57^\circ(d_2 - d_1)/a = 180 - 57 \cdot (900 - 200)/1680 = 156,25^\circ \quad (3.36)$$

Линейную скорость ремня v в метрах в секунду вычисляют по формуле:

$$v = \frac{\pi \cdot D_1 \cdot n_1}{60000} \quad (3.37)$$

где D_1 - расчетный диаметр меньшего шкива, мм;

n_1 - частота вращения меньшего шкива, мин.

$$v = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 750}{60000} = 7,85 \text{ м/с}$$

Согласно ГОСТ 1284.3-96 по выбранному сечению ремня и рассчитанной скорости определяем номинальную мощность, передаваемую одним ремнем, $P_0 = 5,83$ кВт

Необходимое число ремней в приводе вычисляют по формуле:

$$z = \frac{P_{\text{ном}} \cdot C_p}{P_o \cdot C_\alpha \cdot C_L \cdot C_K} \quad (3.38)$$

где C_p - коэффициент, учитывающий динамичность нагружения передачи и режим ее работы, $C_p = 1,1$;

C_α - коэффициент угла обхвата, $C_\alpha = 0,95$;

C_L - коэффициент, учитывающий длину ремня, $C_L = 0,89$;

C_K - коэффициент, учитывающий число ремней в передаче, $C_K = 1$.

$$z = \frac{22 \cdot 1,1}{5,83 \cdot 0,95 \cdot 1,09 \cdot 1} = 4,001$$

Принимаем $z = 4$ (округляем рассчитанное значение до ближайшего большего целого), затем уточняем коэффициент числа ремней $C_K = 0,8$

Пересчитываем необходимое число ремней, z :

$$z = \frac{22 \cdot 1,1}{5,83 \cdot 0,95 \cdot 1,07 \cdot 0,8} = 5,008$$

Принимаем $z = 5$.

Подбираем ширину шкива. Расчет произведем по формуле:

$$B = (z-1) \cdot e + 2 \cdot f \quad (3.39)$$

где z - число ремней в передаче;

e и f определяются по ГОСТ 20889-88, для ремня сечения (С) - $e = 25,5$ и $f = 17$

$$B = (5-1) \cdot 25,5 + 2 \cdot 17,5 = 137 \text{ мм}$$

Проверочный расчет ременной передачи

Выполним проверку долговечности ремня по частоте пробегов:

$$\vartheta = \frac{V}{L_p} \leq [\vartheta]_{\text{кл}} = 10 \div 15 \text{ с}^{-1} \quad (3.40)$$

где V – линейная скорость ремня, м/с;

L_p – расчетная длина ремня, м.

$$\vartheta = \frac{7,85}{5,3} = 1,48 \text{ с}^{-1} \leq [\vartheta]_{\text{кл}} - \text{условие выполняется.}$$

Проверка прочности ремня. Прочностной проверочный расчет ведется по опасному сечению ведущей ветви ремня при набегании на малый шкив, в котором действуют максимальные напряжения:

$$\sigma_{\text{max}} = \sigma_1 + \sigma_V + \sigma_u \leq [\sigma_p] \quad (3.41)$$

где σ_1 – напряжение растяжения:

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A_0} + \frac{F_t}{2A_0z} \quad (3.42)$$

где F_t – окружная сила на ведущем шкиву, Н:

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot T_1}{D_1} = \frac{2000 \cdot 280}{200} = 2800 \text{ Н} \quad (3.43)$$

где T_1 – крутящий момент на ведущем шкиву, Нм;

D_1 – диаметр ведущего шкива, мм.

Сила предварительного натяжения ремня рассчитаем по формуле:

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot F_t \cdot C_L \cdot C_p}{z \cdot C_\alpha} = \frac{0,85 \cdot 2800 \cdot 1,09 \cdot 1,1}{5 \cdot 0,95} = 600 \text{ Н} \quad (3.44)$$

$$\sigma_1 = \frac{600}{230} + \frac{2800}{2 \cdot 230 \cdot 5} = 3,6 \text{ МПа}$$

где A_0 – площадь сечение ремня, мм, $A_0 = 230 \text{ мм}$.

Рассчитаем σ_V – напряжение от центробежных сил:

$$\sigma_V = \rho V^2 \cdot 10^{-6} \quad (3.45)$$

где $\rho = 1250 \dots 1400 \text{ кг/м}^3$ - плотность материала клинового ремня.

$$\sigma_V = 1400 \cdot 7,85^2 \cdot 10^{-6} = 0,08 \text{ Мпа}$$

Рассчитаем σ_u – напряжение изгиба:

$$\sigma_u = E \frac{T}{d_1} \quad (3.46)$$

где E – модуль упругости материала ремня, Мпа. Для резинотканевых ремней: $E = 100 \div 200$ Мпа;

T - толщина клинового ремня, мм; $T = 13,5$ мм

$$\sigma_u = 100 \cdot \frac{13,5}{200} = 6,75 \text{ Мпа}$$

Окончательно, подставив все, получаем:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_V + \sigma_u = 3,6 + 0,08 + 6,75 = 10,43 > [\sigma_p]$$

где $[\sigma_p]$ – допускаемое напряжение растяжения; для клинового ремня $[\sigma_p] = 10$ Мпа.

Определим перенапряжение:

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{\max} - [\sigma_p]}{[\sigma_p]} = \frac{10,43 - 10}{10} = 4,3\% < 5\%$$

Перенапряжение меньше 5%, можно считать, что условие прочности ремня выполнено.

Вывод по разделу

В данном разделе выполнен расчёт основных параметров валковой дробилки, а именно: диаметр валков D составил 850мм, ширина валков $B = 500$ мм, ширина выходной щели $d = 12,5$ мм, частота вращения валков $n = 2,9$ об/сек. Расчетная производительность дробилки составила 76 т/час. Общий расход мощности для работы дробилки $N = 41,3$ кВт. Согласно произведенным расчетам были выбраны 2 двигателя мощностью $N = 22$ кВт для привода валков.

Для проектируемой валковой дробилки выбран отдельный ременной привод на каждый валок, т.к. эта схема наиболее простая в обслуживании и получила большее распространение. Выбраны приводные клиновые ремни

сечения С в количестве по 5 шт. для привода каждого валка дробилки. Рассчитаны диаметры шкивов привода, ведущий - 200мм, ведомый - 900мм.

В разделе выполнены расчеты для определения диаметров валов под посадку валков, подшипников и шкивов, а также подобраны роликовые радиально-сферические двухрядные подшипники.

Произведен подбор конструкционных материалов для изготовления дробилки.

Раму и корпус дробилки изготовим из Ст3 ГОСТ380-94.

Для изготовления корпусов подшипников, колёс ременной передачи выберем в качестве конструкционного материала серый чугун марки СЧ 20 ГОСТ 1412-85.

В проектируемой дробилке выбрали оптимальные для дробления стеклобоя ребристые валки на цилиндрических поверхностях которых находятся полосы из износостойкого материала. Ступицу валка изготавливают из серого чугуна СЧ 15, а для изготовления бандажа валков применим износостойкий модифицированный чугун, так называемый белый чугун ИЧХ28Н2.

Для изготовления валов выберем конструкционную углеродистую сталь марки Ст 45 ГОСТ 1050-74 с термообработкой улучшение.

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

| | |
|---------------|--------------------------------|
| Группа | ФИО |
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович |

| | | | |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Школа | Инженерная школа новых производственных технологий | Отделение (НОЦ) | НОЦ Н.М. Кижнера |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/ специальность | 18.03.01 Химическая технология |

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

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Рассчитать стоимость материалов, оборудования, оплаты труда, отчислений, накладные расходы. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов | Премии 30%. Надбавки 20%. Доп. заработная плата 12%. Накладные расходы 16%. |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования | Страховые взносы 30%. |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Оценочная карта для сравнения конкурентных решений |
| 2. Планирование и формирование бюджета научных исследований | План составления графика Ганта |
| 3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования | Эффективность исследования. |

Перечень графического материала:

| |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. Альтернативы проведения НИ 4. График проведения и бюджет НИ 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком | 20.02.2023 г. |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------------|------------------------------------|------------------------|---------|------|
| Доцент ОСГН ШБИП | Верховская Марина Витальевна | К.Э.Н. | | |

Задание принял к исполнению обучающийся:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович | | |

Цель раздела – комплексное описание и анализ финансово-экономических аспектов модернизации технологической схемы обработки стеклобоя на предприятии по производству стеклотары с целью повышения ресурсоэффективности технологического процесса. Необходимо оценить полные денежные затраты на разработку технологического процесса, а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы. Раздел должен быть завершен комплексной оценкой научно-технического уровня ВКР на основе экспертных данных.

Цель работы и ее задачи заключаются в разработке технологического процесса изготовления дробилки для переработки стеклобоя, а также чтоб технологический процесс был подобран экономически выгодно [22].

4.1 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 4.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | | | Конкурентоспособность | | |
|---------------------------------------------------------|--------------|-------|-----|-----|-----------------------|-----|-----|
| | | Бф | Бк1 | Бк2 | Кф | Кк1 | Кк2 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Технические критерии оценки ресурсоэффективности | | | | | | | |
| 1. Повышение производительности труда пользователя | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 2. Удобство в эксплуатации | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 3. Энергоэкономичность | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| 4. Надежность | 0,05 | 4 | 4 | 4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 5. Безопасность | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 6. Функциональная мощность | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |

| | | | | | | | |
|----------------------------------------------------|------|----|----|----|------|------|------|
| 7. Простота эксплуатации | 0,1 | 4 | 3 | 3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| Экономические критерии оценки эффективности | | | | | | | |
| 1. Конкурентоспособность продукта | 0,1 | 3 | 4 | 4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| 2. Уровень проникновения на рынок | 0,02 | 3 | 4 | 3 | 0,06 | 0,08 | 0,06 |
| 3. Цена | 0,1 | 4 | 4 | 3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| 4. Предполагаемый срок эксплуатации | 0,1 | 4 | 4 | 2 | 0,4 | 0,4 | 0,2 |
| 5. Послепродажное обслуживание | 0,01 | 2 | 2 | 1 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| 6. Срок выхода на рынок | 0,01 | 2 | 2 | 2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 7. Наличие сертификации разработки | 0,01 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0,04 | 0,04 |
| Итого | 1 | 46 | 46 | 41 | 3,8 | 3,36 | 3,03 |

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка: $K = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,8 = 174,8$

Конкуренты:

$$K_1 = \sum V_i \cdot B_i = 46 \cdot 3,36 = 154,56$$

$$K_2 = \sum V_i \cdot B_i = 41 \cdot 3,03 = 124,23.$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТП.

4.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QQuality ADvisor) описывает качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100

– наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

| Критерии оценки | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение (3/4) | Средневзвешенное значение (5x2) |
|--------------------------------------------------------------|--------------|-------|-------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Показатели оценки качества разработки | | | | | |
| 1. Энергоэффективность | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |
| 2. Надежность | 0,05 | 70 | 100 | 0,7 | 0,035 |
| 3. Унифицированность | 0,1 | 60 | 100 | 0,8 | 0,08 |
| 4. Уровень материалоемкости разработки | 0,1 | 50 | 100 | 0,5 | 0,05 |
| 5. Безопасность | 0,08 | 50 | 100 | 0,5 | 0,04 |
| 6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности) | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |
| 7. Простота эксплуатации | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |
| 8. Качество интеллектуального интерфейса | 0 | 50 | 100 | 0,5 | 0 |
| Показатели оценки коммерческого потенциала разработки | | | | | |
| 9. Конкурентоспособность | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |

| | | | | | |
|-------------------------------------------------|------|-----|-----|-----|-------|
| продукта | | | | | |
| 10. Уровень проникновения на рынок | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,07 |
| 11. Перспективность рынка | 0,01 | 50 | 100 | 0,5 | 0,05 |
| 12. Цена | 0,1 | 70 | 100 | 0,7 | 0,03 |
| 13. Срок выхода на рынок | 0,01 | 50 | 100 | 0,5 | 0,002 |
| 14. Финансовая эффективность научной разработки | 0,05 | 70 | 100 | 0,7 | 0,014 |
| Итого | 1 | 890 | | 8,9 | 0,605 |

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot Bi = 890 \cdot 0,605 = 538,45 \quad (4.2)$$

где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Разработка считается перспективной, если средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки более 80, в нашем случае 538,45, разработка перспективна.

4.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 4.3 – Матрица SWOT

| Сильные стороны научно-исследовательского проекта | Слабые стороны научно-исследовательского проекта |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С1. Наличие бюджетного финансирования С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта С6. Использование УП | Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала. |
| Возможности | Угрозы |
| В1. Возможность автоматизации технологического процесса В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции | У1. Появление новых конкурентных технологий У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции |

Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта | | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 | С6 |
| | В1 | + | - | + | + | 0 | + |
| | В2 | 0 | - | - | - | 0 | - |

Таблица 4.5 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

| Слабые стороны проекта | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Возможности проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
| | B1 | + | - | 0 |
| | B2 | 0 | - | 0 |

Таблица 4.6 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

| Сильные стороны проекта | | | | | | | |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта | | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 |
| | У1 | 0 | 0 | + | + | + | + |
| | У2 | 0 | 0 | + | + | 0 | + |

Таблица 4.7 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

| Слабые стороны проекта | | | | |
|------------------------|----|-----|-----|-----|
| Угрозы проекта | | Сл1 | Сл2 | Сл3 |
| | У1 | + | - | + |
| | У2 | + | 0 | 0 |

Таблица 4.8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

| | Сильные стороны научно-исследовательского проекта: | Слабые стороны научно-исследовательского проекта: |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | С1. Наличие бюджетного финансирования. С2. Наличие опытного руководителя С3. Использование современного оборудования С4. Наличие современного программного продукта С5. Актуальность проекта | Сл1. Развитие новых технологий Сл2. Высокая стоимость оборудования Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| В1. Возможность автоматизации технологического процесса | При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению | Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий |
| В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции | себестоимости продукции; | |
| У1. Появление новых конкурентных технологий | Использование современного оборудования побуждает | Развитие технологий приводит к введению дополнительных |
| У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции | введение дополнительных требований к сертификации продукции | государственных требований к сертификации продукции |

4.4 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо рационально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Наглядным результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Так как число исполнителей редко превышает двух (степень распараллеливания всего комплекса работ незначительна) в большинстве случаев предпочтительным является линейный график. Для его построения хронологически упорядоченные вышеуказанные данные должны быть сведены в таблицу 4.9.

Таблица 4.9 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

| Этапы работы | Исполнители | Загрузка исполнителей |
|-----------------------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Постановка целей и задач, получение исходных данных | НР | НР – 100% |

| | | |
|------------------------------------------------------|-------|----------------------|
| Составление и утверждение плана работ | НР, И | НР – 100% И – 5% |
| Подбор и изучение материалов по тематике | НР, И | НР – 20% И – 100% |
| Составление и согласование технологического маршрута | НР, И | НР – 40% И – 100% |
| Выбор средств технологического обеспечения | НР, И | НР – 15% И – 100% |
| Выбор и расчет режимов резания | И | И – 100% |
| Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ | И | И – 100% |
| Оформление графического материала | И | И – 100% |
| Выбор средства технологического обеспечения | НР, И | НР – 20% И – 100% |
| Расчет средства технологического обеспечения | И | И – 100% |
| Оформление комплекта технологической документации | И | И – 100% |
| Расчет социальной ответственности | И | И – 100% |
| Расчет финансового менеджмента | И | И – 100% |
| Подведение итогов | НР, И | НР – 60% И – 100% |

Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Так как исполнитель работы зачастую не располагает соответствующими нормативами, то используется опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;
- экспертный.

Аналоговый способ привлекает внешней простотой и около нулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исполнителя НИР не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы).

Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется по усмотрению исполнителя одна из двух формул:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (4.3)$$

$$t_{ож} = \frac{t_{min} + 4 \cdot t_{prob} + t_{max}}{6} \quad (4.4)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дни;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дни;

t_{prob} – наиболее вероятная продолжительность работы, дни.

Вторая формула дает более надежные оценки, но предполагает большую «нагрузку» на экспертов.

Для выполнения перечисленных в таблице 9 работ требуются специалисты:

- инженер – в его роли действует исполнитель НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{РД}$) ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (4.5)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дни;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{вн} = 1$;

$K_{д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (4.6)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (4.7)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 365$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 10$).

$$T_{К} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,2052$$

В таблице 4.10 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ. Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и инженер) с учетом коэффициента $K_{д} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{ож} \cdot K_{д}$.

Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_k . Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последних величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям $T_{кд}$ (данные столбцов 8 и 9 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта, представленный в таблице 4.11.

Таблица 4.10 – Трудозатраты на выполнение проекта

| Этап | Исполнители | Продолжительность работ, дни | | | Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн. | | | |
|------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|------|------|-----------------------------------------------|--------|---------|----------|
| | | | | | Трд | | Ткд | |
| | | tmin | tmax | tож | НР | И | НР | И |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Постановка целей и задач, получение исходных данных | НР | 1 | 4 | 2,2 | 2,64 | - | 3,1812 | - |
| Составление и утверждение плана работ | НР, И | 2 | 6 | 3,6 | 4,32 | 0,216 | 5,2056 | 0,26028 |
| Подбор и изучение материалов по тематике | НР, И | 12 | 15 | 13,2 | 3,168 | 15,84 | 3,81744 | 19,0872 |
| Составление и согласование технологического маршрута | НР, И | 3 | 8 | 5 | 2,4 | 6 | 2,892 | 7,23 |
| Выбор средств технологического обеспечения | НР, И | 2 | 6 | 3,6 | 0,648 | 4,32 | 0,78084 | 5,2056 |
| Выбор и расчет режимов резания | И | 2 | 4 | 2,8 | - | 3,36 | - | 4,0488 |
| Оформление графического материала | И | 3 | 8 | 5 | - | 6 | - | 7,23 |
| Выбор средства технологического обеспечения | НР, И | 4 | 6 | 4,8 | 1,152 | 5,76 | 1,38816 | 6,9408 |
| Расчет средства технологического обеспечения | И | 1 | 6 | 3 | - | 3,6 | - | 4,338 |
| Оформление комплекта технологической документации | И | 3 | 6 | 4,2 | - | 5,04 | - | 6,0732 |
| Расчет социальной ответственности | И | 2 | 6 | 3,6 | - | 4,32 | - | 5,2056 |
| Расчет финансового менеджмента | И | 3 | 6 | 4,2 | - | 5,04 | - | 6,0732 |
| Подведение итогов | НР, И | 2 | 6 | 3,6 | 2,592 | 4,32 | 3,12336 | 5,2056 |
| Итого: | | | | 58,8 | 16,92 | 63,816 | 20,3886 | 76,89828 |

Таблица 4.11 – Линейный график работ

| Этап | НР | И | Март | | | Апрель | | | Май | | | Июнь | | | |
|------|---------|---------|------|----|----|--------|----|----|-----|----|----|------|---|---|---|
| | | | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | | | |
| 1 | 4,0488 | - | ■ | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 6,9408 | 0,34704 | | ■ | | | | | | | | | | | |
| 3 | 3,4704 | 17,352 | | | ■ | | | | | | | | | | |
| 4 | 3,23904 | 8,0976 | | | | ■ | | | | | | | | | |
| 5 | 1,04112 | 6,9408 | | | | | ■ | | | | | | | | |
| 6 | - | 4,0488 | | | | | | ■ | | | | | | | |
| 8 | - | 8,0976 | | | | | | | ■ | | | | | | |
| 9 | 1,38816 | 6,9408 | | | | | | | | ■ | | | | | |
| 10 | - | 5,2056 | | | | | | | | | ■ | | | | |
| 11 | - | 5,2056 | | | | | | | | | | ■ | | | |
| 12 | - | 5,2056 | | | | | | | | | | | ■ | | |
| 13 | - | 6,0732 | | | | | | | | | | | | ■ | |
| 14 | 3,12336 | 5,2056 | | | | | | | | | | | | | ■ |

■ - НР

■ - И

4.5 Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- материалы и покупные изделия;
- заработная плата;
- социальный налог;
- расходы на электроэнергию (без освещения);
- амортизационные отчисления;
- командировочные расходы;
- оплата услуг связи;
- арендная плата за пользование имуществом;
- прочие услуги (сторонних организаций);
- прочие (накладные расходы) расходы.

Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам или договорам поставки. Кроме того, статья включает так называемые транспортно-заготовительные расходы, связанные с транспортировкой от поставщика к потребителю, хранением и прочими процессами, обеспечивающими движение (доставку) материальных ресурсов от поставщиков к потребителю. Сюда же включаются расходы на совершение сделки купли-продажи (т.н. транзакции). Приблизительно они оцениваются в

процентах к отпускной цене закупаемых материалов, как правило, это 5 ÷ 20 %. Исполнитель работы самостоятельно выбирает их величину в указанных границах.

Таблица 4.12 – Расчет затрат на материалы

| Наименование материалов | Цена за ед., руб | Кол - во | Сумма, руб. |
|----------------------------|------------------|----------|-------------|
| Услуги печати: | | | |
| А4 | 3 | 110 | 660 |
| А1 (cdw, .dwg) | 100 | 2 | |
| Брошюровка | 130 | 1 | |
| Канцелярия: | | | |
| тетрадь | 40 | 1 | 110 |
| ручка | 50 | 1 | |
| пишущий стержень | 10 | 2 | |
| Лицензия КОМПАС – 3D v17.1 | 2500 | 1 | 5500 |
| Microsoft Office 2020 | 3000 | 1 | |
| Итого: | | | 6270 |

Допустим, что ТЗР составляют 5 % от отпускной цены материалов, тогда расходы на материалы с учетом ТЗР равны:

$$C_{\text{мат}} = 6270 + 5\% = 6583 \text{ руб} \quad (4.8)$$

Расчет заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя. Оклад инженера принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации в организации, где исполнитель проходил преддипломную практику. При отсутствии такового берется оклад инженера собственной кафедры (лаборатории).

Среднедневная тарифная заработная плата ($ЗП_{\text{дн-т}}$) рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{\text{дн-т}} = MO/25,083 \quad (4.9)$$

учитывающей, что в году 301 рабочий день и, следовательно, в месяце в среднем 25,083 рабочих дня (при шестидневной рабочей неделе).

Расчет затрат на полную заработную плату приведем в виде таблицы 13. Затраты времени по каждому исполнителю в рабочих днях с округлением до целого взяты из таблицы 10. Для учета в ее составе премий, дополнительной зарплаты и районной надбавки используется следующий ряд коэффициентов: $K_{\text{ПР}} = 1,1$; $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,118$; $K_{\text{р}} = 1,3$. Таким образом, для перехода от тарифной (базовой) суммы заработка исполнителя, связанной с участием в проекте, к соответствующему полному заработку (зарплатной части сметы) необходимо первую умножить на интегральный коэффициент $K_{\text{и}} = 1,1 * 1,118 * 1,3 = 1,699$. Вышеуказанное значение $K_{\text{доп.ЗП}}$ применяется при шестидневной рабочей неделе, при пятидневной оно равно 1,113, соответственно в этом случае $K_{\text{и}} = 1,62$.

Расчет заработной платы представим в виде таблицы:

Таблица 4.13 – затраты на заработную плату

| Исполнитель | Оклад, руб./мес. | Среднедневная ставка, руб./раб. день | Затраты времени, раб. дни | Коэффициент | Фонд з/платы, руб. |
|-------------------|---------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------|--------------------------|
| НР (профессор) | 52700 | 1882 | 17 | 1,699 | 54 358 |
| И | 39000 | 1393 | 64 | 1,62 | 144 426 |
| Итого | | | | | 198 784 |

Расчет затрат на социальный налог

Затраты на единый социальный налог (ЕСН), включающий в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное и медицинское страхование, составляют 30 % от полной заработной платы по проекту, т.е.

$$C_{\text{соц.}} = C_{\text{зп}} \cdot 0,3 \quad (4.10)$$

$$C_{\text{соц.}} = 198\,784 \cdot 0,3 = 59635 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию, потраченную в ходе выполнения проекта на работу используемого оборудования, рассчитываемые по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \quad (4.11)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Так как работа на 99% выполнялась на домашнем ПК тариф одноставочный на электроэнергию для населения (на первое полугодие 2023года) $Ц_{\text{э}} = 3,36 \text{ руб./кВт·час}$

Время работы оборудования вычисляется на основе итоговых данных таблицы 4.10 для инженера ($T_{\text{рд}}$) из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

$$t_{\text{об}} = T_{\text{рд}} \cdot K_t \quad (4.12)$$

где $K_t \leq 1$ – коэффициент использования оборудования по времени, равный отношению времени его работы в процессе выполнения проекта к $T_{\text{рд}}$, определяется исполнителем самостоятельно. В ряде случаев возможно определение $t_{\text{об}}$ путем прямого учета, особенно при ограниченном использовании соответствующего оборудования.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{ном.}} \cdot K_c \quad (4.13)$$

где $P_{\text{ном.}}$ – номинальная мощность оборудования, кВт;

$K_C \leq 1$ – коэффициент загрузки, зависящий от средней степени использования номинальной мощности. Для технологического оборудования малой мощности $K_C = 1$.

Расчет затрат на электроэнергию для технологических целей представим в виде таблицы:

Таблица 4.14 – Затраты на электроэнергию технологическую

| Наименование оборудования | Время работы оборудования $t_{об}$, час | Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт | Затраты $\Delta_{об}$, руб. |
|---------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|
| Персональный компьютер | 592·0,8 | 0,6 | 955 |

Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» рассчитывается амортизация используемого оборудования за время выполнения проекта. Используется формула:

$$C_{AM} = \frac{N_A \cdot C_{ОБ} \cdot t_{рф} \cdot n}{F_D}, \quad (4.14)$$

где N_A – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$C_{ОБ}$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

F_D – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} . Например, для ПК в 2015 г. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе) можно принять $F_D = 298 \cdot 8 = 2384$ часа;

$t_{\text{рф}}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

При использовании нескольких типов оборудования расчет по формуле делается соответствующее число раз, затем результаты суммируются.

Для определения N_A следует обратиться к приложению 1, содержащему фрагменты из постановления правительства РФ «О классификации основных средств, включенных в амортизационные группы». Оно позволяет получить рамочные значения сроков амортизации (полезного использования) оборудования – CA . Например, для ПК это $2 \div 3$ года. Необходимо задать конкретное значение CA из указанного интервала, например, 2,5 года. Далее определяется N_A как величина обратная CA , в данном случае это $1 : 2,5 = 0,4$.

Стоимость ПК 45000 руб., время использования 592 часа, тогда для него

$$C_{\text{ам}} = \frac{0,4 \cdot 45000 \cdot 592 \cdot 1}{2384} = 4470 \text{руб} \quad (4.15)$$

Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными 10% от суммы всех предыдущих расходов, т.е:

$$C_{\text{проч.}} = (C_{\text{мат}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{соц}} + C_{\text{эл.об.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,1 \quad (4.16)$$

$$C_{\text{проч.}} = (6583 + 198784 + 59635 + 955 + 4470) \cdot 0,1 = 27043 \text{руб.}$$

Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта

Таблица 4.15 – Смета затрат на разработку проекта

| Статья затрат | Условное обозначение | Сумма, руб |
|-------------------------------|----------------------|---------------|
| Материалы и покупные изделия | $C_{\text{мат}}$ | 6583 |
| Основная заработная плата | $C_{\text{зп}}$ | 198784 |
| Отчисления в социальные фонды | $C_{\text{соц}}$ | 59635 |
| Расходы на электроэнергию | $C_{\text{эл.}}$ | 955 |
| Амортизационные отчисления | $C_{\text{ам}}$ | 4470 |
| Прочие расходы | $C_{\text{проч}}$ | 27043 |
| Итого: | | 297470 |

Таким образом, затраты на разработку составили $C = 297\,470$ руб.

Расчет прибыли

Прибыль от реализации проекта в зависимости от конкретной ситуации (масштаб и характер получаемого результата, степень его определенности и коммерциализации, специфика целевого сегмента рынка и т.д.) может определяться различными способами. Если исполнитель не располагает данными для применения сложных методов, то прибыль следует принять в размере 5-20% от себестоимости проекта. В нашем проекте прибыль будет составлять 44620 (15%) от расходов на разработку проекта.

Расчет НДС

НДС составляет 20% от суммы затрат на разработку и прибыли. В нашем случае это:

$$\text{НДС} = (297470 + 44620) \cdot 0,2 = 68418 \text{ руб} \quad (4.17)$$

Цена разработки НИР

Цена равна сумме полной себестоимости, прибыли и НДС, в нашем случае

$$C_{\text{НИР(КР)}} = 297470 + 44620 + 68418 = 410\,508 \text{ руб} \quad (4.18)$$

4.6 Оценка экономической эффективности проекта

Актуальным аспектом качества выполненного проекта является экономическая эффективность его реализации, т.е. соотношение обусловленного ей экономического результата (эффекта) и затрат на разработку проекта. Так как последние являются единовременными, то мы имеем дело с частным случаем задачи оценки экономической эффективности инвестиций, т.е. вложением денежных средств в предприятие с целью получения определенного результата в будущем. Отличительными особенностями инвестиций, особенно когда речь идет о вложениях в нематериальные активы в форме НИР и ОКР являются:

- результат может быть получен в течение ряда последующих лет, в общем случае – на протяжении жизненного цикла создаваемой системы;
- результаты инвестиций содержат элементы риска и неопределенности;
- связывание на некоторое время финансовых средств инвестора.

Инвестиции предполагают расширение функциональных возможностей их объектов, влияя на многие стороны их деятельности. Посредством правильной инвестиционной политики организации достигают своих стратегических и тактических целей, таких как проникновение на рынок, увеличение доли рынка, рост доходности и т.д.

Необходимость экономической оценки инвестиций связана со следующими факторами:

- ограниченность источников финансирования;
- наличие многих направлений инвестирования средств;
- различие в отдаче инвестиций, направляемых на различные цели.

Это вызывает необходимость качественного и количественного анализа исходного множества инвестиционных проектов с целью отбора ограниченного множества наиболее эффективных. Исходным является

качественный анализ, в ходе которого проекты проверяются по ряду критериев, среди которых типовыми являются:

- соответствие целям и стратегии развития объекта инвестирования;
- соответствие финансовым возможностям инвестора;
- правовая обеспеченность проекта;
- обеспеченность кадрами специалистов, сырьевой базой, каналами сбыта и т.д.

Качественный анализ позволяет радикально ограничить круг перспективных проектов, но зачастую его недостаточно для формирования окончательного множества, подлежащего реализации. В этом случае он дополняется количественным анализом, предполагающим использование ряда расчетных показателей, позволяющих в итоге про ранжировать оставшиеся проекты с точки зрения их экономической эффективности.

Прежде чем приступить к расчету данных показателей, необходимо основательно разобраться с содержанием и масштабами ожидаемого эффекта. Что касается инвестиций, будем считать, что их характеристики определены в ходе предварительной проработки проекта.

Определение круга учитываемых при расчете показателей эффектов является одним из исходных пунктов оценки эффективности инвестиций и делается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта.

Определение срока окупаемости инвестиций (PP – payback period)

Данный показатель определяет продолжительность того периода, через который инвестиции будут возвращены полученной благодаря им прибылью. Чем меньше PP, тем эффективнее проект. Использование показателя предполагает установление для него приемлемого значения как меры эффективности инвестиций.

Используется формула:

$$PP = \frac{I_0}{PP_{\text{ч}}} \quad (4.18)$$

где I_0 – величина инвестиций;

$PP_{\text{ч}}$ – годовая чистая прибыль.

Применяется в тех случаях, когда величины $PP_{\text{ч}}$ примерно равны по годам эксплуатационной стадии проекта. Если это не так, то применяется следующая модификация:

$$PP = n_{\text{ц}j} + \frac{\Delta PP_{\text{ч}j}}{PP_{\text{ч}j+1}} \quad (4.19)$$

где $n_{\text{ц}j}$ – целое число лет, при котором накопленная сумма прибыли наиболее близка к величине инвестиций I_0 , но не превосходит ее;

$\Delta PP_{\text{ч}j}$ – непокрытая часть инвестиций по истечении $n_{\text{ц}j}$ лет реализации проекта;

$PP_{\text{ч}j+1}$ – прибыль за период, следующий за $n_{\text{ц}j}$ -м.

Произведем расчет и представим его в виде таблицы

Таблица 4.16 – Накопленные денежные поступления по проекту

| Год | Инвестиции | Прибыль | Накопленный денежный поток |
|-----|------------|---------|----------------------------|
| 0 | -20 | 0 | -20 |
| 1 | - | 8 | -12 |
| 2 | - | 6,5 | -5,5 |
| 3 | - | 5 | -0,5 |
| 4 | - | 4 | 3,5 |
| 5 | - | 4 | 7,5 |

Здесь 3-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,5) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{\text{ц}j} = 3$.

$$\frac{\Delta PP_{\text{ч}j}}{PP_{\text{ч}j+1}} = 0,5/3,5 = 0,159;$$

следовательно, $PP \approx 3,16$ лет.

Очевидным недостатком рассмотренного показателя является его относительный характер – он не отражает масштаб проекта и соответственно объем полученного результата. Поэтому наряду с РР целесообразно рассчитать величину накопленного чистого эффекта по формуле

$$NPV = \sum_{j=1}^n \text{ПР}_{чj} - I_0$$

где n – продолжительность в годах периода оценки эффекта, например, жизненного цикла проекта или прогнозируемого периода. Очевидно, что в итоге реализации проекта эта величина должна быть положительной, иначе проект убыточен.

Если период реализации проекта больше одного года и величины $\text{ПР}_{чj}$ существенно различаются по годам реализационного периода, то необходимо учесть изменение ценности денег во времени. В этом случае при расчете по формулам вместо величин $\Delta\text{ПР}_{чj}$ и $\text{ПР}_{чj+1}$ следует использовать их дисконтированные аналоги, получаемые путем деления $\Delta\text{ПР}_{чj}$ и $\text{ПР}_{чj+1}$ на $(1 + i)^j$, где i – ставка дисконтирования (целевой уровень годовой доходности инвестируемых средств). Она принимается исполнителем по согласованию с руководителем экономической части проекта. При определении $\text{п}_{чj}$ также используются дисконтированные значения ежегодной прибыли. Такая (динамическая) оценка инвестиций является более надежной, особенно при сравнении конкурирующих проектов.

Таблица 4.17 – Расчет дисконтированного срока окупаемости

| Год | Инвестиции | Номинальная прибыль | Коэффициент дисконтирования $1/(1+0,1)$ | Дисконтированная прибыль | Накопленный денежный поток |
|-----|------------|---------------------|-----------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 0 | -20 | 0 | 1 | 0 | -20 |
| 1 | - | 8 | 0,9091 | 7,2728 | -12,7272 |
| 2 | - | 6,5 | 0,8264 | 5,3716 | -7,3556 |
| 3 | - | 5 | 0,7513 | 3,7565 | -3,5991 |
| 4 | - | 4 | 0,683 | 2,732 | -0,8671 |
| 5 | - | 4 | 0,6209 | 2,4836 | 1,6165 |

Здесь 4-й год эксплуатационного периода дает минимум непокрытого остатка (0,8671) от инвестированной суммы в 20 млн. руб., следовательно, $n_{цj} =$

4. Тогда:

$$\frac{\Delta ПР_{чj}}{ПР_{чj+1}} = 0,8671/1,6165 = 0,5364$$

следовательно, $PP \approx 4,536$ лет.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

| | | | |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| Группа | | ФИО | |
| 3-4Г81 | | Петрищев Дмитрий Александрович | |
| Школа | Инженерная школа новых производственных технологий | Отделение (НОЦ) | НОЦ Н.М. Кижнера |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/ специальность | 18.03.01 Химическая технология |

Тема ВКР:

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Проектирование дробилки для переработки стеклобоя</i> | |
| Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: | |
| <p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при эксплуатации | <p>Объект исследования: дробилка для переработки стеклобоя.</p> <p>Область применения: стекольная промышленность</p> <p>Рабочая зона: производственное помещение составного цеха</p> <p>Размеры помещения 10м x 25м.</p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: Дробилка валковая – 1шт Дробилка молотковая – 1шт Магнитный сепаратор – 2 шт.</p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: дробление и измельчение несортированного стеклобоя.</p> |
| Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке: | |
| <p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. | <ul style="list-style-type: none"> - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197 - ФЗ (ред. от 19.11.2022, с изм. от 11.04.2023); - ГОСТ ISO 21873-2-2013 Машины и оборудование строительные. Передвижные дробилки; - «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых"»; - ГОСТ 12.2.049.80 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. |
| <p>2. Производственная безопасность при эксплуатации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов | <p>Вредные производственные факторы в рабочей зоне при эксплуатации оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - повышенный уровень общей вибрации; - повышенный уровень шума; - отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения; <p>Опасные производственные факторы в рабочей зоне при эксплуатации оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> - движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; |

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>- неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов;</p> <p>– Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</p> <p>Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: звукоизолирующие или звукопоглощающие устройства, беруши или наушники, заземленные металлические конструкции, индивидуальные экранирующие комплекты, использование защитных костюмов, применение СИЗ органов дыхания и зрения.</p> |
| 3. Экологическая безопасность при эксплуатации: | <p>Воздействие на селитебную зону – не оказывается</p> <p>Воздействие на литосферу– твердые отходы, образовавшиеся при переработке стеклобоя.</p> <p>Воздействие на гидросферу– не оказывается</p> <p>Воздействие на атмосферу– не оказывается.</p> |
| 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации: | <p>Возможные ЧС: пожар, подтопление территории, обрушение сооружения.</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар на производственном объекте</p> |
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
| 15.04.2023 г | |

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|---------|---------------|
| Старший преподаватель | Мезенцева Ирина Леонидовна | | | 15.04.2023 г. |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 3-4Г81 | Петрищев Дмитрий Александрович | | |

В ходе дипломной работы проектируется валковая дробилка для мелкого дробления стеклобоя, с целью его последующей сепарации от магнитных и немагнитных примесей. Раздел социальной ответственности необходим для определения условий труда на данном оборудовании, обнаружение и изучение факторов рабочей среды, отрицательно влияющих на здоровье человека, а также утверждение требуемых норм безопасности и методов обеспечения безопасности при эксплуатации и в условиях ЧС. Раздел социальной ответственности направлен на обеспечение безопасности работника, общества и окружающей среды. В данном разделе необходимо разработать комплекс мероприятий минимизирующих неблагоприятные последствия производства и эксплуатации разработки. Производственная среда должна соответствовать существующим стандартам техники безопасности, эргономики, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности [23].

Рабочая зона: производственное помещение составного цеха

Размеры помещения 10м x 25м.

Количество и наименование оборудования рабочей зоны:

Дробилка валковая – 1шт

Дробилка молотковая – 1шт

Магнитный сепаратор – 2 шт.

Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: дробление и измельчение несортированного стеклобоя.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Основные правовые гарантии в части обеспечения производственной безопасности регламентирует Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197 - ФЗ (ред. От 19.11.2022, с изм. От 11.04.2023) [24].

Трудовой Кодекс РФ устанавливает права и обязанности работника и работодателя, регулирует вопросы охраны труда, профессиональной подготовки и переподготовки, повышения квалификации, трудоустройства. Закрепляются правила оплаты и нормирования труда, порядок разрешения трудовых споров.

Условия труда согласно результатам проведения специальной оценки условий труда согласно ст.14 Федеральному закону от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 30.12.2020) "О специальной оценке условий труда", являются вредными (3 класс, подкласс 3.2), при которых уровни воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов превышают уровни, установленные нормативами (гигиеническими нормативами) условий труда.

Основными компенсациями для работников, работающих на дробильном оборудовании с вредными условиями труда являются:

- повышенная оплата труда на 4% , согласно ст. 147 ТК РФ
- ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск - 7 дней, согласно ст. 117 ТК РФ.

Продолжительность рабочей смены работника составляет 12 часов, график работы - сменный ст.103 ТК РФ. Данный график исключает сокращенный рабочий день.

Согласно трудовому кодексу РФ и федеральному закону РФ «О специальной оценке условий труда» работникам с вредными условиями труда предусматриваются следующие обязанности и гарантии:

1) В соответствии с ч. 1 ст. 213 ТК РФ персонал проходит обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры для определения пригодности выполнения поручаемой работы и предупреждения профессиональных заболеваний;

2) В соответствии с законодательством на работах с вредными и или опасными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, работодатель обязан бесплатно обеспечить выдачу сертифицированных средств индивидуальной защиты согласно действующим типовым отраслевым

нормам бесплатной выдачи работникам спецодежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты;

3) Защита передаваемых персональных данных работодателю, от неправомерного их использования или утраты;

4) Своевременную выплату заработной платы согласно ст. 135 ТК РФ в соответствии с квалификацией и сложностью труда;

5) Обязательное медицинское страхование и обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в порядке и на условиях, установленных для работников действующим законодательством РФ;

6) Ущерб, нанесенный работнику увечьем либо иным повреждением здоровья, связанным с использованием им своих трудовых обязанностей, подлежит возмещению [24].

Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны

Важным направлением охраны труда на предприятии является выполнение физиологических и психологических требований при эксплуатации машин и другого оборудования, организации и планировании рабочих мест. Правильное расположение и компоновка рабочего места, обеспечение удобной позы и свободы трудовых движений, использование оборудования, отвечающего требованиям эргономики и инженерной психологии, обеспечивают наиболее эффективный трудовой процесс, уменьшают утомляемость и предотвращают опасность возникновения профессиональных заболеваний.

Рабочее место оператора должно соответствовать эргономическим требованиям указанным в Приказе Минтруда России от 29.10.2021 N 774н "Об утверждении общих требований к организации безопасного рабочего места" а так же ГОСТ 12.2.049.80 Система стандартов безопасности труда. «Оборудование производственное. Общие эргономические требования»

Рабочее место должно обеспечивать возможность удобного выполнения работ в положении сидя или стоя.

5.2 Производственная безопасность

Рассмотрим опасные и вредные производственные факторы, возникающие при эксплуатации валковой дробилки [25].

Таблица 5.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте при эксплуатации и работе на валковой дробилке.

| Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) | Нормативные документы |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Повышенный уровень общей вибрации | ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» |
| Повышенный уровень шума | СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменениями N 1, 2) |
| Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения | СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* |
| Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования) | - ГОСТ ISO 21873-2-2013 Машины и оборудование строительные. Передвижные дробилки. Требования безопасности; - «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» |
| Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов | ГОСТ 12.4.280-2014 Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий |
| Производственные факторы, связанные с электрическим током | ГОСТ 12.4.124-83 «Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования» |

Анализ опасных и вредных производственных факторов.

1. Повышенный уровень общей вибрации.

1) Источник: движущиеся части (валки) дробилки, качающийся питатель.

2) Типичные заболевания: при действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный. Эти нарушения вызывают головные боли,

головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности, расстройство зрения, онемение и отечность пальцев рук, заболевание суставов, снижение чувствительности.

3) Общие требования по вибрационной безопасности для персонала представлены в таблице 2 (согласно СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»).

Таблица 5.2 – Общие требования по вибрационной безопасности

| Вид вибрации | Допустимый уровень вибростойкости, дБ, в октавных полосах с среднегеометрическими частотами, Гц | | | |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|
| | 2 | 4 | 8 | 50 |
| Технологическая | 108 | 99 | 93 | 92 |

4) Вибрационная безопасность труда должна обеспечиваться:

– системой технических, технологических и организационных решений и мероприятий по созданию машин и оборудования с низкой вибрационной активностью;

– устранение непосредственного контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, автоматизации оборудования;

- оборудование, являющееся источником вибраций, должно быть установлено на виброопорах, либо самостоятельных виброгасящих фундаментах.

2. Повышенный уровень шума [26]

1) Источник: работающее основное оборудование: дробилки, электродвигатели и т.д.

2) Типичные заболевания и травмы: снижение уровня слуха, в последующем тугоухость, различные вегетативные сдвиги и изменения в работе сердечно-сосудистой системы.

3) Согласно постановлению Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2 об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685 - 21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» п.35., при работе в помещении, уровень шума не должен превышать 80 дБ.

4) При эксплуатации машины, а также при организации рабочего места следует принимать все необходимые меры по снижению шума, такие как:

- разработкой шумобезопасной техники;
- применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 (защитные экраны и т.д)
- применением средств индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051-87. (наушники, беруши, противошумные каски, специальная противошумная одежда) [20].

3. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения [27]

1) Источник: отсутствие достаточного искусственного освещения.

2) Типичные травмы: недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

3) Необходимо руководствоваться СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение» при выборе освещения в производственном помещении: освещенность рабочего места должна быть не менее 200 лк.

4) Наилучшим видом освещения является дневное, солнечное. Однако, как уже было сказано выше, дневной свет не может обеспечить нужное освещение в течении всего рабочего дня. Поэтому в соответствии с СП все помещения предприятия имеют искусственное освещение. В качестве источников искусственного освещения применяются энергосберегающие светодиодные и газоразрядные лампы.

4. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования)

1) Источник: работающее основное оборудование: валковая дробилка, конвейеры, разлетающиеся осколки стекла, механические движения качающегося питателя.

2) Типичные травмы: ушибы, защемления, растяжения, переломы, вывихи, повреждения внутренних органов.

3) Необходимо руководствоваться по обеспечению охраны труда при работе на дробильном оборудовании по ГОСТ ISO 21873-2-2013 «Машины и оборудование строительные. Передвижные дробилки. Требования безопасности», а также «Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»

4) Безопасность конструкции производственного оборудования обеспечивается:

- выбором принципов действия и конструктивных решений, источников энергии и характеристик энергоносителей, параметров рабочих процессов, системы управления и ее элементов;

- выбором комплектующих изделий и материалов для изготовления конструкций, а также применяемых при эксплуатации;

- применением встроенных в конструкцию средств защиты работающих, а также средств информации, предупреждающих о возникновении опасных ситуаций;

- надежностью конструкции и ее элементов (в том числе дублированием отдельных систем управления, средств защиты и информации, отказы которых могут привести к созданию опасных ситуаций);

- применением средств механизации, автоматизации (в том числе автоматического регулирования параметров рабочих процессов) дистанционного управления и контроля;
- возможностью использования средств защиты, не входящих в конструкцию;
- выполнением эргономических требований;
- ограничением физических и нервнопсихических нагрузок на работающих.

5. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов

- 1) Источник: корпус, рама валковой дробилки.
- 2) Наиболее типичные травмы: порезы, ушибы.
- 3) Значения разрывной нагрузки ниточных швов соединений основных деталей в изделиях спецодежды должны соответствовать таблице 1 ГОСТ 12.4.280-2014
- 4) Работник должен быть обеспечен СИЗ: спецодеждой, специальной обувью соответствующей характеру и условиям выполняемой работы [28]

6. Производственные факторы, связанные с электрическим током

- 1) Источник: незаземлённые электропроводные узлы и детали оборудования, нарушение изоляции электропроводки.
- 2) Наиболее типичные травмы: электротравмы.
- 3) Безопасные номинальные значения: напряжение - менее 12 В; ток - менее 0,1 А; заземление менее 4 Ом.
- 4) Для защиты персонала от поражения электрическим током на рабочих местах предприятия используются следующие меры:
 - изоляция проводов и её непрерывный контроль;
 - безопасное расположение токоведущих частей;
 - предупредительная сигнализация и блокировка;

- использование знаков безопасности и предупреждающих плакатов;
- защита от случайного прикосновения;
- защитное заземление;
- защитное отключение;
- зануление.

5.3 Экологическая безопасность

При проектировании и эксплуатации валковой дробилки не оказывается воздействие на селитебную зону, гидросферу и атмосферу. При эксплуатации данного оборудования при дроблении стеклобоя возникают отходы, которые наносят оказывают негативное воздействие на литосферу. Основными отходами при переработке стеклобоя являются: пластиковые, металлические пробки, фарфор, бумага. Так же воздействие на литосферу оказывается при проектировании и обслуживании валковой дробилки. Т.к. элементы конструкции выполняются из металла, то отходами производства будут являться: металлическая стружка, использованное масло и СОЖ [29]

Мероприятия направленные на защиту земли и земляных ресурсов

Загрязнение земляных ресурсов может быть в результате неправильной утилизации твердых отходов, таких как: отходы после переработки (крышки бутылок), отработанные детали оборудования, промасленная ветошь, бытовые отходы, коммунальные отходы.

Для исключения загрязнения необходимо обеспечить территорию площадками временного хранения твердых бытовых отходов (ТБО) и твердых коммунальных отходов (ТКО), и ящиками накопления для промасленной ветоши. Для последующей утилизации отходов заключаются договора с лицензированными организациями.

Отработанное масло может быть утилизировано следующими способами: отправка на нефтеперерабатывающий завод, регенерация, переработка и сжигание для извлечения энергии.

Утилизация СОЖ осуществляется несколькими методами: разделением масла и воды, сжиганием масляной фазы и очистка воды [29].

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным чрезвычайным ситуациям на данном рабочем месте выделяют: пожар, подтопление территории, обрушение сооружения.

С учетом специфики работы и наличием электрического оборудования наиболее вероятно возникновение пожара, под которым понимается вышедший из-под контроля процесс горения, обусловленный возгоранием электропроводки, электродвигателей конвейерных лент и угрожающий жизни и здоровью работников.

Класс пожара: в зависимости от вещества, которое будет гореть, его можно отнести к классу В (пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов) или к классу Е (пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением).

Причины возникновения пожара:

- возгорание материалов от электроэнергии высокого напряжения;
- неисправность электродвигателей;
- возгорание взрывопожарных веществ, обусловленное их возможностью накапливать заряды статического электричества при транспортировании.

Первичные средства пожаротушения, используемые в целях борьбы с пожарами: переносные и передвижные огнетушители; пожарный инвентарь (пожарные багры, ломы, топоры, крюки, пилы, лопаты); покрывала для изоляции очага возгорания (противопожарное полотно); генераторные огнетушители аэрозольные переносные.

Мероприятия для обеспечения пожарной безопасности [30]:

- Проведение ТО и ППР электроустановок и средств пожаротушения.

- Проведение первичных и повторных инструктажей.
- Проверка целостности электрооборудования перед началом работы.
- Оборудование помещения средствами пожаротушения и пожарной сигнализацией.

План действий в случае ЧС:

- установить факт пожара и сообщить о нем. Сообщить нужно в пожарную охрану по тел. «01» или «112», уведомить о ситуации руководство и всех сотрудников, работающих в загоревшемся здании.
- остановить работу и все производственные процессы.
- постараться потушить очаг самостоятельно. При возможности это сделать безопасно и не дать огню распространиться.
- эвакуироваться из горящего здания предприятия. Предварительно (по возможности) отключив подачу электроэнергии на оборудование, горючих материалов.

Выводы по разделу

В данной главе выпускной квалификационной работы было рассмотрено рабочее место оператора валковой дробилки и действий на него возможных опасных и вредных производственных факторов.

Определено, что помещение рабочей зоны относится к категории ВЗ по взрывопожарной и пожарной опасности и к II классу по электробезопасности. По микроклиматическим условиям работа персонала (оператора) относится к Пб категории, а по нормируемой освещенности – к V разряду.

Были описаны возможные чрезвычайные ситуации при эксплуатации валковой дробилки при переработке стеклобоя, а также разработаны меры по их предотвращению и ликвидации последствий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы была спроектирована валковая дробилка для мелкого дробления стеклобоя. Производительность дробилки составила 76 т/час, что удовлетворяет требованиям задания. Были выполнены расчеты основных параметров дробилки, подобраны необходимые конструкционные материалы. Для привода дробилки выбрана схема с отдельным ременным приводом на каждый валок и подобраны электродвигатели.

Спроектированная валковая дробилка может быть включена в модернизированную технологическую схему переработки несортированного стеклобоя на стекольном предприятии, что повысит его качество и качество выпускаемой продукции, снижение потерь и увеличение прибыли предприятия.

В разделе «Финансовый менеджмент» выполнен расчет затрат на проектирование валковой дробилки, а также выполнена оценка экономической эффективности проекта.

В разделе «Социальная ответственность» определены условия труда на данном оборудовании, проведен анализ опасных и вредных производственных факторов при работе на данном оборудовании, разработан комплекс мероприятий для их минимизации. Так же рассмотрены вопросы экологической безопасности и освещены вопросы при чрезвычайных ситуациях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мелконян Р. Г. Экологические и экономические проблемы использования стеклобоя в производстве стекла/ Мелконян Р. Г., Власова С. Г. - УрФУ- 2013г, 99с.
2. Особенности использования дробилок различной конструкции в линиях рециклинга стеклобоя – ООО Стромизмеритель, [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.stromi-nn.ru/site.aspx?IID=2661549&SECTIONID=912450>
3. Интернет ресурс <https://www.ftmmachinery.com/ru/blog/5-types-of-glass-crusher-for-sale.html>
4. Перов В.А. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых: Учеб. пособие для вузов. 4-е изд. / Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф., - М.: Недра, 1990г., 301 с
5. Богданов В.С., Булгаков С.Б., Ильин А.С. Технологические комплексы и механическое оборудование предприятий строительной индустрии- Изд-во «Перспект науки», 2010. - 624с
6. Строительные машины / А.В. Раннев, В.Ф. Корелин, А.В. Жаворонков и др. М.: Машиностроение, 1991. 496 с.
7. Степанов Л. П. Устройство и монтаж дробильно-обогащительного оборудования / Л. П. Степанов, А. И. Косарев. М.: Высш. шк., 1982. 192 с.
8. Васильев А. А. Дорожные машины / А. А. Васильев. М.: Машиностроение, 1987. 416 с
9. Фейгин П. А. Дробильные, сортировочные и транспортирующие машины / П. А. Фейгин. М.: Высш. шк., 1983. 223 с.
10. Андреев С.Е. Перов В.А. Зверевич В.В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. Москва: Изд-во Недра, 1980 – 223 с.
11. Иванов Э.Э. Колтунов А.В. Дробление, измельчение и подготовка сырья к обогащению. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 33 с.

12. Колтунов А.В. Комлев С.Г. Дробление, измельчение, грохочение. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014 – 122 с.
13. Клушанцев Б.В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации/ Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. - Машиностроение, Москва, 1990 г., 320 с.
14. TP-GA5-15 Технологический регламент производства шихты и подготовки стеклобоя ООО «Сибстекло»
15. Методические указания к практическим занятиям для студентов направлений подготовки 18.03.01 «Химическая технология» Расчет процессов измельчения и механоактивации твердых топлив - Казань 2015, 57с.
16. Методическое указание к практическим занятиям по дисциплине "Строительные и дорожные машины"-Тюмень 2007 г, [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5341389/#2>
17. Дамдинова Д.Р. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Механическое оборудование предприятий строительной индустрии», ВСГТУ/Сост. Дамдинова Д.Р., Изд-во ВСГТУ, Улан-Уде 2000г.
18. Поскребышев В.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий/ В.А. Поскребышев – Братск 2009г, 379с. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://biblio.rii.kz/wp-content/uploads/Books/RUS/PSM/08/Поскребышев.мех.оборудование1.pdf>
19. ГОСТ 20889 – 88 Шкивы для приводных клиновых ремней нормальных сечений. Общие технические условия
20. ГОСТ 1284.1-89 - Ремни приводные клиновые нормальных сечений. Основные размеры и методы контроля.
21. ГОСТ 5721-75 Подшипники роликовые радиальные сферические двухрядные. Типы и основные размеры.
22. Видяев И.Г. Учебно-методическое пособие по выполнению раздела выпускной квалификационной работы «Финансовый менеджмент,

ресурсоэффективность и ресурсосбережение» ТПУ/Сост. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.

23. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» ВКР бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева, О.А. Антоневиц, И.И. Авдеева – Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 18 с.

24. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197 - ФЗ (ред. от 19.11.2022, с изм. от 11.04.2023);

25. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация

26. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

27. СНиП 23-05-95* Естественное и искусственное освещение

28. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

29. ГОСТ Р 53692-2009 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов».

30. Верескунов В.К. Организация работы по профилактике пожаров на промышленных предприятиях. - М.: Стройиздат, 1986.