



Юргинский технологический институт  
Специальность: 280202 Инженерная защита окружающей среды  
Специализация: Инженерная защита окружающей среды в машиностроении  
Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

### ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы
<b>Переработка древесных отходов в технологическом процессе получения пеллет (на примере ФКУ ЛИУ-21 ГУФСИН России по Кемеровской области)</b>
УДК 628.4:674.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17200	Усов Константин Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		

#### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭиАСУ	Нестерук Д.Н.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Луговцова Н.Ю.			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. БЖДЭиФВ	Филонов А.В.			

#### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
БЖДЭиФВ	Солодский С.А.	к.т.н.		

Юрга – 2016 г.



Юргинский технологический институт  
 Специальность: 280202 Инженерная защита окружающей среды  
 Специализация: Инженерная защита окружающей среды в машиностроении  
 Кафедра безопасности жизнедеятельности, экологии и физического воспитания

УТВЕРЖДАЮ:  
 Зав. кафедрой БЖДЭиФВ  
 \_\_\_\_\_ С.А. Солодский  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме

Дипломный проект
------------------

Студенту:

Группа	ФИО
3-17200	Усову Константину Сергеевичу

Тема работы:

Переработка древесных отходов в технологическом процессе получения пеллет (на примере ФКУ ЛИУ-21 ГУФСИН России по Кемеровской области)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2016 г. № 25/с

Срок сдачи студентов выполненной работы:	07.06.2016 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Структура и направления деятельности предприятия. Структура производственного контроля в области обращения с отходами. Количество образующихся древесных отходов за год – 860 м <sup>3</sup> .
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	1 Рассмотреть технологический процесс получения пеллет, преимущества и недостатки, а также их применение. 2 Выбрать оборудование для пеллетизации. 3 Произвести расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду и

	определить предотвращенный эколого-экономический ущерб.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Нестерук Дмитрий Николаевич
Социальная ответственность	Луговцова Наталья Юрьевна
Нормоконтроль	Филонов Александр Владимирович

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	10.02.2016 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. БЖДЭиФВ	Мальчик А.Г.	к.т.н.		10.02.2016

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-17200	Усов Константин Сергеевич		10.02.2016

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 108 с., 2 рис., 26 табл., 50 источников, 1 прил.

Ключевые слова: ДРЕВЕСНЫЕ ОТХОДЫ, ПЕРЕРАБОТКА ОПИЛОК, ПЕЛЛЕТЫ, ОБРЕЗЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ.

Объектом исследования является ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области».

Целью данной работы является разработка технологической линии производства пеллет в процессе переработки отходов древесины в ФКУ «ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области».

В процессе исследования проводился анализ производства механической мастерской при производстве металлических изделий и при обработке дерева, наносимый вред окружающей среде.

В результате исследования установлено, что от производства образуется один из основных отходов, кусковые отходы деревообработки (обрезь), опилки. Данный вид отхода накапливается на водонепроницаемой площадке временного хранения, а так же ни как не перерабатывается, просто продается. В соответствии с этим, решено выбрать технологию утилизации опилок и кусковых отходов деревообработки (обрези) и подобрать оборудование для пеллетизации.

В части «Социальной ответственности» отражены вопросы охраны труда и охраны окружающей среды.

В финансовом менеджменте определен предотвращённый экологический ущерб.

## ABSTRACT

Final qualifying workpages 108, drawings 2, tables 26, sources 50, annex 1.

Key words: WOOD WASTE, PROCESSING SAWDUST, PELLETS, WOODWORKING, PROCESSING LINE.

The object of this study is PKU «Medical correctional facility № 21 GUF SIN of the Kemerovo region»

The aim of this work is to develop technology for the production of pellets in the recycling process of waste wood in PKU «LIU-21 GUF SIN of Russia across the Kemerovo region».

In the process of investigation the analysis of the production of the mechanical workshop in the production of metal products and in the processing of wood, harms the environment.

The study found that from production formed one of the main wastes, bulk waste wood (trimmings), and sawdust. This type of waste accumulates on the waterproof platform temporary storage, as well as not processed, just sold. In sootvetstvii with this, it was decided to choose technology of utilization of sawdust and lumpy wood waste (trimmings) and select equipment for pelletization.

In terms of «Social responsibility» reflect the issues of labor protection and environmental protection.

In financial management identified the prevented environmental damage.

## Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

### Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы.

Классификация.

ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.

ГОСТ Р 50571.3-94. Требования по обеспечению безопасности. Защита поражения электрическим током.

ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности.

СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона и контрасты объекта с фоном. ГОСТ 30494-96 Параметры микроклимата в помещениях.

СН 2.2.4/2.1.8.562-86. Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

### Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

**древесноволокнистые плиты:** Материал, формируемый из волокнистой массы с последующей тепловой обработкой.

**арболит:** Легкий бетон на заполнителях растительного происхождения, предварительно обработанных раствором минерализатора.

**фибrolит:** Строительный плитный материал.

**пеллеты:** Биотопливо, получаемое из торфа, древесных отходов и отходов сельского хозяйства.

**пеллетайзер:** Оборудование для утилизации опила и производства пеллет.

#### Обозначения и сокращения

В данной работе использованы следующие сокращения:

ДВП – древесноволокнистая плита;

ДСП – древесно-стружечная плита;

ДПК – древесно-полимерный композит;

ФКУ – Федеральное казенное учреждение;

ЛИУ – лечебное исправительное учреждение;

ГУФСИН – главное управление федеральной службы исполнения наказаний;

КВР – котел водогрейный;

СОЖ – смазочно-охлаждающая жидкость;

ТБО – твердые бытовые отходы;

ОПС – окружающая природная среда;

ФККО – Федеральный классификационный каталог отходов;

ПНООЛР – проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение;

СДО – сжигание древесных отходов;

КСДО – комплекс сжигания древесных отходов;

КПД – коэффициент полезного действия.

## Оглавление

	С.
Введение	11
1 Обзор литературы	14
1.1 Состав и свойства древесины	16
1.2 Классификация древесины	17
1.2.1 Химический состав древесины	18
1.3 Древесные отходы	20
1.3.1 Классификация древесных отходов	20
1.3.1.1 Низкокачественная древесина и древесные отходы	21
1.3.1.2 Отходы лесозаготовок	23
1.3.2 Переработка древесных опилок	24
1.3.3 Технология сушки опилок	26
1.3.4 Способы прессовки опилок	26
1.4 Получение вторичного сырья	27
1.4.1 Использование в качестве удобрения	27
1.4.2 Производство этилового спирта из опилок	28
1.4.3 Материалы для производства мебели. Древесноволокнистые плиты (ДВП)	28
1.4.4 Производство строительных материалов. Арболит	29
1.4.5 Фибролит	30
1.4.6 Получение энергии. Сжигание	30
1.4.7 Брикетирование с последующим сжиганием	31
1.5 Российский опыт утилизации древесных отходов	32
1.6 Международный опыт переработки древесных отходов	32
2 Объект и методы исследования	35
2.1 Краткая характеристика ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области»	35
2.2 Характеристика района расположения предприятия	37
2.3 Площадка для обработки древесины	38
2.3.1 Устройство ленточной пилорамы	39
2.4 Сведения об отходах	41
2.5 Состав и свойства древесины	43
2.5.1 Внешний вид и физико-технические параметры осины	43
2.5.2 Внешний вид и физико-технические параметры березы	44
2.5.3 Внешний вид и физико-технические параметры ели	45
2.6 Состав производственного контроля в области обращения с отходами и их характеристика	47
2.7 Цели и задачи производственного контроля в области обращения с отходами	49



3	Расчеты и аналитика	50
3.1	Выбор технологии утилизации	50
3.1.1	Топливные гранулы (пеллеты)	53
3.1.2	Технологический процесс производства пеллет	54
3.1.2.1	Поставка сырья хранение опилок	54
3.1.2.2	Предварительное измельчение влажного материала	55
3.1.2.3	Сушка сырья (опилок)	56
3.1.2.4	Дробление сухого материала	57
3.1.2.5	Грануляция опилок	58
3.1.3	Преимущества и недостатки	59
3.1.4	Применение пеллет	60
3.1.5	Классификация гранул	61
3.2	Технические характеристики котла	63
3.3	Выбор оборудования для пеллетизации	64
3.4	Выбор оборудования для измельчения древесных отходов	65
3.5	Выбор бункера с автоматической подачей сырья	66
3.6	Выбор оборудования для сушки древесных отходов	68
3.7	Линия по производству пеллет	69
3.7.1	Технические характеристики ЦН-15-600	70
3.8	Обоснование технологической линии	71
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	72
4.1	Расчет платы за загрязнение окружающей среды	72
4.1.1	Расчет сумм платы за выбросы от стационарных источников	73
4.1.2	Расчет суммы платы за сверхлимитные (неустановленные, несогласованные) выбросы стационарными источниками	74
4.1.3	Расчет суммы платы за выбросы от передвижных источников	75
4.1.4	Расчет суммы платы за размещение отходов	76
4.1.5	Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности	77
4.1.6	Расчет суммы платы за сброс загрязняющих веществ в пределах установленных лимитов	78
4.1.7	Расчет суммы платы за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ	79
4.2	Определение предотвращенного экономического ущерба	79
4.2.1	Расчет значения предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов	81

4.2.2	Расчет значения предотвращенного ущерба атмосферному воздуху от стационарных источников вследствие проведения природоохранных мероприятий	82
4.2.3	Расчет суммы предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу передвижными источниками	83
4.2.4	Расчет значения предотвращенного эколого-экономического ущерба вследствие прекращения деградации почв и земель после проведения природоохранных мероприятий	84
5	Социальная ответственность	85
5.1	Анализ выявленных вредных факторов производственной среды	85
5.2	Анализ выявленных опасных факторов производственной среды	89
5.3	Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	91
5.4	Защита в чрезвычайных ситуациях	92
5.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	94
5.6	Заключение по разделу «Социальная ответственность»	96
	Заключение	98
	Список используемых источников	101
	Приложение А Расчет суммы платы по объекту негативного воздействия	106

## Введение

Проблема экологии – одна из важнейших проблем современности. В последнее время, в связи с быстрым изменением внешней среды на Земле под влиянием деятельности человека, экология приобрела огромную популярность и стала объектом пристального внимания самых различных слоев населения. Главные составляющие этой проблемы – загрязнение незаменимых природных ресурсов: воздуха, воды, почвы отходами промышленности, транспорта, что привело к оскудению растительного и животного мира.

Актуальность работы. Россия обладает уникальным природным богатством – лесом, являющимся средообразующим фактором и природным ресурсом стратегического назначения. В связи с чем, сохранение лесного комплекса является важным направлением экологической политики России.

В то же время производства по переработке древесины являются узкопрофильными, они не предусматривают комплексного использования сырья, что приводит к образованию многотоннажных отходов. Ежегодно в России образуется более 45 млн. м<sup>3</sup> древесных отходов пригодных для производства топливных гранул.

В настоящее время использование отходов лесозаготовок и первичной переработки древесины является недостаточным. Перспективной технологией является изготовление из них топливных гранул.

Объектом исследования является Федеральное казенное учреждение «Лечебное исправительное учреждение № 21 по Кемеровской области»

Лечебно-исправительное учреждение для содержания и лечения осужденных мужчин, больных туберкулезом. Лимит наполнения колонии 640 мест.

Предприятие относится к отрасли обработки металла и дерева, и специализируется на выпуске изделий, товаров народного потребления. Основными целями деятельности предприятия являются: обеспечение трудовой

занятости осужденных, производство продукции, выполнение работ, оказание услуг в соответствии с профилем.

Основным видом деятельности является деятельность по управлению и эксплуатации тюрем, исправительных колоний и других мест лишения свободы, а так же по оказанию реабилитационной помощи бывшим заключенным.

В процессе работы проводился анализ производства механической мастерской при производстве металлических изделий и при обработке дерева, наносимый вред окружающей среде. При работе станков образуется – металлическая пыль, пыль абразивная, опилки, СОЖ, а так же от производства образуется один из основных отходов, кусковые отходы деревообработки (обрезь), опилки. Данный вид отхода накапливается на водонепроницаемой площадке временного хранения, которая оснащена ливневыми стоками и отдельно ливневой канализацией. А так же щепа древесная ни как не перерабатывается, просто продается.

В настоящее время активно внедряется технология сжигания опилок, щепы, старой древесины. Этот процесс прямого использования отходов лесопилки и деревообработки имеет ряд недостатков. Во-первых, для повышения эффективности сгорания опилки и щепы должны быть сухими, что требует дополнительных технологических процессов. Во-вторых, требует решения проблема складирования. Помимо необходимости больших складских площадей, свежие опилки и щепы подвержены самовоспламенению. В-третьих, мелкофракционные древесные отходы в виду их малой насыпной плотности невыгодно перевозить на расстояние более 20–40 км.

Некоторой альтернативой прямого использования древесных отходов в виде топлива является изготовление и применение топливных гранул (пеллет). При этом решаются проблемы повышения теплотворности топливного материала и уменьшения необходимых складских площадей. При хранении топливные гранулы не самовоспламеняются. Увеличивается коэффициент полезного действия котельных.

В целом задача производства эффективного и экологичного топлива из возобновляемых и неиспользуемых отходов является весьма благородной и благодарной, решая проблемы утилизации практически бесполезных, а зачастую и вредных отходов, дает потребителям дополнительный источник эффективного топлива, является предметом выгодного бизнеса производителей, давая им дополнительный хороший источник прибыли.

Целью данной работы является разработка технологической линии производства пеллет в процессе переработки отходов древесины в ФКУ «ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области».

В соответствии с данной целью были поставлены следующие задачи:

- проанализировать основные направления переработки и утилизации древесных отходов на основе обзора научно-технической литературы;

- изучить деятельность предприятия ФКУ «ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области» по обращению с отходами производства. Рассмотреть какие отходы образуются на производстве, их количество и состав;

- разработать технологическую линию получения пеллет из отходов древесины с подбором соответствующего оборудования;

- произвести расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду и определить предотвращенный эколого-экономический.

## 1 Обзор литературы

Россия – одна из самых богатых стран мира как по запасам древесины (табл. 1), так и по разнообразию ценных древесных пород. В лесах России растет более 570 видов деревьев, свыше 1050 видов кустарников и 53 вида лиан. За последние 250 лет было успешно акклиматизировано свыше 2000 видов деревьев и кустарников, завезенных из других стран. Покрытая лесом площадь на 73 % занята насаждениями хвойных пород, которые приобрели мировую известность своей ценнейшей древесиной. Лес в России простирается от субтропиков до субарктики и от западных границ до берегов Охотского моря, занимая значительные части территории Европы и Азии.

Таблица 1 – Список мировых запасов круглого леса

Страна	Поверхность, га
Россия	809000000
Бразилия	520000000
Канада	310000000
США	304000000
Китай	207000000
Швеция	28000000
Всего по всему миру	4000000000

Около 80 % лесопокрытой площади сосредоточено главным образом в Азиатской части страны.

Более половины территории нашей страны (55 %) занято землями Гослесфонда. Средняя лесистость (отношение покрытой лесом площади к суше) составляет 34,3 %. Леса на территории России распределены крайне неравномерно.

В Европейско-Уральской зоне страны находится 19 % площади лесного фонда, 26 % общего запаса насаждений, 18 % запаса спелого и перестойного леса.

В лесах России преобладают насаждения ценных хвойных пород, они занимают 78 % покрытой лесом площади основных лесообразующих 5 пород.

На твердолиственные, главным образом широколиственные (дуб, бук, граб, ясень и др.), приходится 5 %; мягколиственные, большей частью мелколиственные (береза, осина), а из широколиственных липа, занимают 17 % покрытой лесом площади.

К основным лесобразующим породам относятся также породы: из хвойных – пихта и арча (древовидные можжевельники); из твердолиственных – граб, ясень, клен, ильмовые, каменная береза, саксаул и белая акация; из мягколиственных – ольха, липа, тополь и древовидные ивы. Общий запас древесины в лесах – 76,6 млрд. м<sup>3</sup>, из них 1 млрд. м<sup>3</sup> – кустарники, тальники и прочие кустарниковые формации. Запас в спелых и перестойных древостоях составляет 69 % общего запаса насаждений. Спелый и перестойный лес сосредоточен в Сибири и на Дальнем Востоке: в Западной Сибири – 7 млрд. м<sup>3</sup>, в Восточной Сибири – 20 млрд. м<sup>3</sup> и на Дальнем Востоке – около 16 млрд. м<sup>3</sup>. В Европейско-Уральской части страны около 80 % запаса спелой и перестойной древесины находится в Северо-Западном и Уральском экономических районах.

США является страной с самыми большими объемами заготовки круглого леса. Согласно последним цифрам, около 480 миллионов кубических метров в год заготавливается в США, а это более чем в два раза больше чем в Канаде. Именно такие объемы заготовки леса делают из США одного из самых важных лесных регионов мира. Подробнее объемы заготовки смотрите в таблице 2.

Таблица 2 – Ежегодные объемы перерабатываемого круглого леса в мире

Страна	Ежегодная вырубка, м <sup>3</sup>
США	480000000
Канада	210000000
Россия	134000000
Бразилия	117000000
Швеция	85000000
Китай	63000000
Германия	58000000
Финляндия	55000000
Всего по всему миру	3000000000

## 1.1 Состав и свойства древесины

Древесина – сравнительно твердый и прочный волокнистый материал; скрытая корой основная часть стволов, ветвей и корней деревьев и кустарника. Состоит из бесчисленных трубковидных клеток с оболочками в основном из целлюлозы, прочно сцементированных пектатами кальция и магния в почти однородную массу. В природном виде используется в качестве строительного материала и топлива, а в размельченном и химически обработано виде – как сырье для производства бумаги, древесноволокнистых плит, искусственного волокна [1].

Древесина состоит из комплекса органических веществ, в состав которых входит углерод (49,5 %), кислород (44,1 %), водород (6,3 %) и азот (0,1 %). Кроме органических веществ, древесина содержит минеральные соединения, которые при сгорании дают 0,2–1,7 % золы. Наибольшее количество золы приходится на кору и листья. По данным В.Н. Козлова [2], в золе из древесины сосны, ели и березы содержится свыше 40 % солей кальция, более 20 % солей калия и натрия и до 10 % солей магния. Входящие в состав древесины углерод, водород и кислород образуют сложные органические вещества. Основные из них – целлюлоза, лигнин, гемицеллюлозы – пентозаны и гексозаны, – составляющие 90–95 % массы абсолютно сухой древесины и образующие клеточную оболочку.

Целлюлоза является основным веществом древесины, обеспечивающим ее упругость и механическую прочность.

Рассмотрим свойства, которые имеют наибольшее значение при производстве из древесных отходов строительных материалов и изделий. Одно из таких свойств – влажность. Под абсолютной влажностью древесины следует понимать выраженное в процентах отношение массы влаги, содержащейся в данном объеме древесины, к массе сухой древесины.

В производстве большинства строительных материалов и изделий из древесных отходов требуемая по технологии влажность древесины не должна



превышать 10–15 %. Так как влажность исходного сырья в производственных условиях обычно выше указанной нормы, большинство технологических линии по производству строительных материалов из древесных отходов снабжается различными сушильными агрегатами.

## 1.2 Классификация древесины

Существует большое количество классификаций древесины по различным показателям:

- по породе дерева;
- по твердости;
- по плотности;
- по влажности;
- по стойкости к гниению.

Древесину по породе делят по нескольким классифицирующим основаниям. Основной классификацией древесины на породы является деление на хвойную и лиственную. К хвойным относятся: сосна, ель, лиственница, кедр, пихта. К лиственным относятся: дуб, бук, ясень, береза, тик, рябина, черешня, каштан, орех, осина, тополь, ольха, липа, яблоня, груша, слива, палисандр.

По степени твердости древесные породы делят на три группы: мягкие – ель, сосна, кедр, пихта, можжевельник, тополь, липа, осина, ольха, каштан, ива; твердые – лиственница, береза обыкновенная, бук, дуб, вяз, ильм, карагач (берест), платан, рябина, клен, грецкий орех, ясень, яблоня; очень твердые – акация белая, граб, кизил, самшит, береза железная, фисташковое дерево, тис. Твердость древесины зависит от многих факторов: ее влажности, содержания в годичных слоях поздней древесины, места произрастания, времени заготовки.

Твердые породы, как правило, больше пригодны для механической обработки. Они находят применение в изготовлении паркета, стеновых панелей, инструментов, приспособлений. Мягкие породы используют для ручной обработки с применением ножей, резаков, стамесок.

Плотность древесины имеет большое практическое значение. Более плотная древесина тяжелее и тверже, соответственно она более прочнее и труднее в обработке. Более плотная древесина хуже пропитывается антисептиками, менее подвержена истиранию на таких местах как полы, лестницы, перила.

По степени влажности древесину различают на следующие виды:

- Мокрая древесина. Ее влажность составляет более 100 %;
- Свежесрубленная. Ее влажность составляет от 50 до 100 %;
- Воздушно-сухая. Ее влажность может составлять 15–20 %;
- Комнатно-сухая. Ее влажность обычно равна 8–10 %;
- Абсолютно сухая. Ее влажность равна 0 %;

### 1.2.1 Химический состав древесины

Строение древесины можно рассматривать как с физической, так и с химической точки зрения.

Основными составляющими древесины являются целлюлоза, лигнин и гемицеллюлоза, которые в свою очередь состоят из химических элементов:

- углерода;
- кислорода;
- водорода;
- азота.

Взаимодействуя между собой целлюлоза, гемицеллюлоза и лигнин, являются цементирующими веществами клеточных стенок, и определяют емкость стенок, их механическую прочность и эластичность. Что в конечном итоге создает конкретные свойства древесины. К дополнительным компонентам древесины относят эфирные масла, смолы, крахмал, жиры, дубильные вещества и даже минеральные вещества (табл. 3).

Целлюлоза представляет собой полисахарид с длинной цепью молекул глюкозы. Целлюлоза образуется на основе водородных связей в элементарные волокна.

Таблица 3 – Химический состав древесины

Вещество	Свойства
Целлюлоза	Нитевидные, длинноцепочечные макромолекулы в древесине содержится около 40–55 %. вещество клеточной стенки, придающее дереву прочность на растяжение.
Гемицеллюлоза	Короткая цепь разветвленных макромолекул в древесине содержится около 15–35 %. Вещество являющееся пластификатором в древесине, придает дереву пластичность, прочность при скреплении клеток. В зимний период времени является питательным веществом для дерева.
Лигнин	Трехмерная макромолекула, содержание около 20–30 %. Вещество являющееся наполнителем в древесине. Придает цвет древесине, создает герметичность клеточных стенок. Придает древесине прочность на сжатие и на разрыв. При повышении давления и температуры, происходит химическая реакция лигнина и он выступает в качестве природного клея (так делают pellets).
Пектин	Трехмерная макромолекула. Цементирующее вещество, находящееся между стенками клеток.
Другие ингредиенты: эфирные масла и смолы, крахмал и жиры, танины и фенольные вещества, минералы	Неорганические и органические ингредиенты, которые влияют на биологические, физические и химические свойства древесины содержание около 1–7 %.

Такую молекулу часто называют полимером или макромолекулой. Параллельные, соседние молекулы цепи называют мицеллы. От 5 до 20 фибрилл образуют микрофибриллу.

Лигнин представляет собой трехмерное, ароматическое соединение углеводорода. Он в основном расположен в стенках древесных растений.

## 1.3 Древесные отходы

### 1.3.1 Классификация древесных отходов

Основным источником древесного сырья являются спелые леса. Древесное сырьё подразделяется на основное (традиционное) и дополнительное (не традиционное).

Основное древесное сырьё служит для выработки продукции различного назначения (хлыстов, крупных и колотых лесоматериалов, сырья для химико-механической обработки).

Основное древесное сырьё подразделяется на древесное сырьё лесов защитной группы (лесов 1-ой группы) и древесное сырьё эксплуатационной группы лесов (2-ой группы).

К дополнительному древесному сырью относятся древесина низкой товарной сортности, маломерная древесина, отходы лесозаготовок и деревообработки. К дополнительному древесному сырью относится древесина низкой товарной сортности, маломерная древесина, отходы лесозаготовок и деревопереработки.

Дополнительное древесное сырьё подразделяется на:

- древесные запасы на трассах, ЛЭП, нефтепроводов, площадей для добычи торфа;
- древесные запасы на землях пригодных к переводу в сельскохозяйственные угодья;
- отходы лесозаготовок (сучья, ветви, вершины, древесная зелень, куски стволовой древесины, пни, корни);
- низкокачественная древесина (древесина низкой товарной сортности, мягколиственные породы, маломерная древесина и т.д.);
- отходы лесобработки (отходы раскряжёвки, кусковые отходы, опилки, кора и т.д.).

Низкокачественной древесиной считаются лиственные и хвойные круглые лесоматериалы, в том числе хлысты, которые по качественным и количественным характеристикам не отвечают требованиям стандартов. Использовать низкокачественную древесину как полноценное сырье возможно только после ее предварительной подготовки.

Отходами называются остатки сырья, материалов или полуфабрикатов, образующиеся на всех стадиях технологического процесса, частично или полностью утратившие потребительскую ценность исходного сырья и материалов.

Ресурсы дополнительного сырья принято разделять на потенциальные, реальные и экономически доступные.

Потенциальные ресурсы включают в себя весь объем дополнительного сырья, находящегося в составе отводимого в рубку лесосечного фонда, а также образующегося при переработке древесного сырья и материалов.

Реальные ресурсы определяют как потенциальные за вычетом неизбежных потерь, возникающих в процессе заготовки, транспортировки, переработки и хранения. К неизбежным потерям относят древесину, расходуемую на производственные нужды в процессе лесосечных работ, а также технологические потери при валке, транспортировке, погрузке и переработке.

Экономически доступные ресурсы представляют собой часть реальных ресурсов, освоение и переработка которых в конечные продукты экономически эффективна в данный момент времени.

#### 1.3.1.1 Низкокачественная древесина и древесные отходы

Количество низкокачественной древесины, поступающей на склады зависит от класса товарности и породного состава древостоев, а также от общего объема вывозки. Выход низкокачественной древесины равняется в среднем 20–40 %.



Рисунок 1 – Древесные отходы

Основным сортообразующим пороком, характеризующим низкокачественную древесину, является внутренняя гниль. 85 % сортиментов низкокачественной древесины имеет этот порок. До 15 % низкокачественной древесины, обусловлены кривизной, неправильным наклоном волокон, свилеватостью, сучковатостью и др.

В низкокачественной древесине, предназначенной для сухой перегонки или используемой в качестве топлива, допускаются все пороки, при этом внутренняя гниль может занимать до 65 % площади торца. В дровяной древесине, используемой как технологическое сырье, внутренняя гниль в зависимости от диаметра может занимать от 1/3 до 1/2 площади торца.

Дополнительная обработка и переработка низкокачественной древесины позволяют применять ее для производства деловых сортиментов, короткомерных пиломатериалов, черновых заготовок, технологической щепы и другой продукции.

В основу их классификации древесных отходов положены следующие признаки:

- размерно-качественный (породный состав, вид отходов и их размеры);

- экономический (места образования отходов, примыкания транспортных путей, размещения производственных мощностей по переработке, наличие и степень удаленности потребителя);
- производственный (лесозаготовка, первичная обработка, деревообработка).

### 1.3.1.2 Отходы лесозаготовок

К отходам лесозаготовок относятся пни, корни, вершины, сучья, ветви, откомлевки, немерные отрезки и обломки хлыстов, кора, хвоя, листья и опилки. Использование отходов является важной задачей лесозаготовительных предприятий. Использование пней и корней позволяет увеличить выход древесины с единицы площади на 15–20 %. Основное направление переработки пневой древесины – получение соснового и кедрового пневого осмола. Технически доказана возможность использования пневой и корневой древесины для получения древесностружечных и древесно-волокнистых плит.

Древесина вершин пригодна для получения высококачественной технологической щепы. Древесина сучьев характеризуется повышенной плотностью и высоким содержанием смолы (у хвойных пород), повышенной теплотворной способностью. Выход целлюлозы из сучьев на 8–10 % ниже, чем из стволовой древесины. Наиболее целесообразный путь использования сучьев и ветвей – получение зеленой щепы, кроме того, их можно использовать как топливо.

Основной путь использования немерных отрезков и обломков стволов деревьев, образующихся в процессе их падения при валке, получение балансовой древесины и технологической щепы.

Кора, как составная часть дерева, естественное органическое удобрение. При ее медленном разложении в почве органически связанный азот становится доступным для питания растений. Кроме азота, кора содержит другие химические элементы: кальций, магний, калий, фосфор, марганец, бор. В коре

также содержатся клетчатка и др. ценные питательные и биологически активные вещества. Это позволяет отнести ее к дополнительному источнику сырья для производства кормовых продуктов. Кора может использоваться и как топливо. Главными теплотворными элементами при сжигании коры являются углерод и водород. Для использования коры как топлива необходимо, чтобы она имела небольшую влажность (10–20 %), относительно мелкий и однородный фракционный состав и достаточно плотную массу.

Для выполнения этих требований осуществляют обезвоживание коры различными способами, измельчение ее на мелкую однородную массу, прессование этой массы в брикеты или поленья плотностью до 1 г/см<sup>3</sup>.

Древесная зелень (хвоя и листья) богата витаминами и углеводами, протеинами, аминокислотами, поэтому она применяется как сырье для получения витаминной муки, которая добавляется к комбикормам для животных. Из хвои извлекают хлорофилл, каротин и эфирные масла, которые используют в фармацевтической промышленности и медицине. Переработка древесной зелени сопряжена с рядом трудностей: рассредоточенность и малые объемы, приходящиеся на единицу лесной площади, невозможность создания значительных запасов из-за быстрой порчи сырья, а также высокая засоренность минеральными примесями.

Опилки образуются в процессе лесопиления. Практическое значение имеют опилки размером не менее 3 мм, которые могут использоваться как добавка к основному сырью в производстве целлюлозы, бумаги, картона, а также в гидролизном производстве для получения древесного спирта, дрожжей и фурфурола [3].

### 1.3.2 Переработка древесных опилок

В данное время для теплоснабжения производственных и жилых строений, а также подачи горячей воды, пара и воздуха, необходимых как в бытовых, так и в промышленных целях, деревообрабатывающая



промышленность использует паровые, водогрейные котлы, а также теплогенераторы. Для функционирования которых необходимы такие дорогостоящие средства, как: электроэнергия, природный газ, каменный уголь и мазут, что значительно повышает стоимость конечной продукции, тем самым существенно снижая уровень конкурентоспособности предприятия.

В то время как существует более экономичный вид топлива. Так, например оборудование по утилизации опилок и переработке отходов древесины, предусматривает трансформацию бросового, низкосортного топлива в горючий газ и электроэнергию и прочее высококалорийное дизельное или бензиновое горючее, полученного из таких отходов древесины:

- обрезки;
- опилки;
- щепа;
- горбыль;
- стружки.

Также используются такие отходы с различными химическими пропитками:

- фанера;
- шпалы;
- ДВП;
- ДСП.

Тем самым, оборудование по переработке опилок позволяет значительно экономить природные ресурсы и сохранять чистоту экосистемы планеты. Первым делом опилки подвергаются сушке до уровня 10–12 %, после чего подвергаются процедуре прессования. В качестве топлива для сушки опилок могут использоваться древесные отходы, так и в некоторых случаях такие материалы как: дизельное или керосиновое топливо, а также мазут.

Технологии утилизации и переработки древесных отходов делят на четыре группы:

- 1) получение вторичного сырья;

- 2) получение материалов для изготовления мебели;
- 3) получение строительных материалов;
- 4) получение энергии.

На данный момент существует множество технологий, таких как: брикетирование, получение спирта, внесение в почву в качестве удобрений, газификация, производство арболита, фибролита, опилкобетона, древесно-полимерного композита и другие [4].

### 1.3.3 Технология сушки опилок

Оборудование по переработке опилок, предусматривает их сушку посредством теплогенераторов могущих функционировать по таким двум схемам как:

- дымовые газы поступают непосредственно в отделение сушки;
- дымовые газы поступают в теплообменник, после чего чистый воздух поступает в отделение сушки.

### 1.3.4 Способы прессовки опилок

Прессовка опилок выполняется следующими двумя методами:

- в первом случае опилки пропускаются через специальные фильтры диаметром от 6 мм до 8 мм, в результате чего опилки трансформируются в гранулы;
- во втором случае выполняется прямое прессование опилок посредством механических или гидравлических прессов, результатом чего становятся прессованные брикеты.

Бесперебойный выход готовой продукции обеспечивается за счет метода шнекового прессования.

## 1.4 Получение вторичного сырья

### 1.4.1 Использование в качестве удобрения

Для повышения производительного потенциала почв практикуется внесение древесных отходов без предварительной обработки. Однако их включение в экосистему вызывает азотное голодание растений, хотя наличие там целлюлозно-лигнинного комплекса способствует обогащению почвы гумусом и её структурированию. В связи с этим важной характеристикой субстрата, применяемого для формирования удобрений, является вклад азота, его соотношение в биомассе с углеродом. Данные для некоторых древесных отходов сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Вклад азота в биомассе некоторых отходов

Древесные отходы	Содержание азота, %	Соотношение азота и углерода, %
Кора хвойных пород	0,40	115
Кора лиственных пород	0,65	65
Отходы окорки с большим вкладом древесины и гнили	0,20	240
Опилки	0,10	500
Лигнин гидролизный	0,10	550
Отработанная древесная зелень пихты	1,60	28

Опилки, другие древесные материалы, лигнин не являются ценным сырьем для получения компостов. Однако их скопление на промплощадке может рассматриваться как серьезный аргумент в пользу использования таких отходов для почвообразовательных целей. Более эффективна для компостирования кора хвойных и лиственных деревьев и древесная зелень после гидротермообработки. Кора и древесная зелень являются эффективными источниками дотирования почвы микро- и макроэлементами. Отходы способны фильтровать и адсорбировать вредные для культур приносимые почвенной

водой компоненты и постепенно отдавать полезные для растений элементы, прежде всего калий и магний.

Немаловажно, что внесение коры, опилок, других древесных отходов улучшает структуру почвы, делает ее комковатой. На таких почвах, как правило, не отмечается подкисления, возрастает влагоемкость и рыхлость. Все это обеспечивает повышение урожайности.

#### 1.4.2 Производство этилового спирта из опилок

Технический спирт получают из растительного сырья с высоким содержанием клетчатки негидролизруемыми ферментами дрожжевой клетки (древесных опилок, соломы, торфа, мха), и из сульфитных щелоков (отходов целлюлозно-бумажного производства), содержащих до 1,5 % сахара. Технический этиловый спирт вырабатывают также синтетическим путем – гидратацией (в присутствии катализатора) углеводорода этилена.

Этиловый спирт из пищевого сырья и древесины получают по одному и тому же принципу путем сбраживания сахаров под действием ферментов дрожжей. Отличие состоит лишь в способах гидролиза полисахаридов сырья до сбраживаемых сахаров: крахмал пищевого сырья гидролизуют биохимическим путем с помощью ферментов (амилаз), а целлюлозу древесины – химическим способом, воздействуя на нее минеральными кислотами.

#### 1.4.3 Материалы для производства мебели. Древесноволокнистые плиты (ДВП)

Древесноволокнистые плиты – материал, формируемый из волокнистой массы с последующей тепловой обработкой. Примерно 90 % всех древесноволокнистых плит изготавливают из древесины. Исходным сырьем служат неделовая древесина и отходы лесопильного и деревообрабатывающего

производств. Плиты можно получать из волокон лубяных растений и из другого волокнистого сырья, обладающего достаточной прочностью и гибкостью.

Преимущества клееной древесины – низкая объемная масса, водостойкость, возможность получения из маломерного материала изделий сложной формы, крупных конструктивных элементов. ДСП – это экологичный, легкий в обработке, практичный материал, высокотехнологичная альтернатива массиву дерева, успешно используемая для обшивки стен и крыш, изготовления стеновых панелей, изготовления настилов под ковровые и линолеумные покрытия, полов, разных перегородок, производства съемной опалубки, изготовления полок, мебели, упаковки, строительства ограждений и разборных конструкций, декорирования и отделки помещений.

#### 1.4.4 Производство строительных материалов. Арболит

Арболит представляет собой смесь цемента или другого вяжущего с органическим наполнителем в виде опилок, мелкой щепы и тому подобное. Появился у нас он где-то в шестидесятые годы прошлого столетия. Наряду с керамзитобетоном, пенобетоном и газобетоном это был один из наиболее эффективных конструктивных и, в тоже время, теплоизоляционных материалов. В те времена страна старалась строить быстро, поэтому такие материалы были востребованы по сравнению с обычным кирпичом, однако предпочтение всё же было в пользу панельных и блочных домов, они возводились быстрее. В тоже время, по сравнению с газобетоном или керамзитобетоном, надо было брать где-то опилки. Маловероятно, что для этих целей специально пилили древесину. Скорее всего, это были отходы древесной промышленности, или же сельхозпродукции. По этой причине дома из арболита должны быть менее распространены, чем дома из других теплоизоляционных материалов, хотя информация эта нуждается в уточнении [5].

#### 1.4.5 Фибролит

Фибролит – современный строительный материал, который отличается не только своей широкой функциональностью, но и прекрасными показателями экологичности, что позволяет с успехом использовать его при обустройстве комфортного безопасного жилья.

Это плитный материал, обладающий прекрасными показателями тепло- и звукоизоляции, в основе которого лежит специальная смесь, полученная путем соединения «древесной шерсти» с обожженным магнезитом или же портландцементом и спрессованная в процессе производства, благодаря чему, получается материал высокой плотности, устойчивый к внешним раздражителям и физическим нагрузкам [6].

#### 1.4.6 Получение энергии. Сжигание

Прямое сжигание происходит в топках с горизонтальной, конусообразной, наклонной или подвижной колосниковой решеткой. Данный метод используется в водогрейных котлах и печах малой мощности (менее 20 МВт) для сжигания древесного топлива, в том числе с высокой влажностью: кусковых и длинномерных отходов, щепы, коры, опилок, топливных брикетов, гранул и т.д. Для автоматизированного сжигания измельченных отходов также используются трубчатые горелки со шнековой подачей. Обычное использование тепла – для сушки древесины в сушильных камерах, в водогрейных котлах для обогрева производственных или жилых помещений. Для выработки электрической энергии отходы сжигаются в паровом котле с последующим использованием пара в паровой турбине. Эта технология имеет низкий электрический КПД порядка 8–13 % (для мини-ТЭЦ мощностью 600–1000 кВт), который повышается благодаря использованию более совершенных методов сжигания. Однако эти методы используются в электростанциях мощностью не менее 5 МВт, строительство которых требует больших

капитальных затрат. Недостатком этого метода является низкая эффективность и высокий уровень эмиссии отходов горения в дымовых газах.

#### 1.4.7 Брикетирование с последующим сжиганием

Топливные брикеты – форма подготовки различных отходов деревообработки, торфа, отходов сельского хозяйства и т. п. для использования в качестве топлива, прессованные отходы деревообработки (опилки, щепа, стружка и др.), сельского хозяйства (солома, шелуха, кукуруза и др.), торфа, древесного угля.

На сегодняшний день одним из наиболее распространенных способов утилизации отходов деревообрабатывающей промышленности является переработка отходов в топливные брикеты, которые уже давно являются экономичным топливом во многих развитых странах. Для производства топливных брикетов могут быть использованы отходы как хвойных, так и лиственных пород. Технология изготовления брикетов гарантирует отсутствие в конечном продукте клеев и прочих вредных веществ – спекание брикетов происходит при высокой температуре под значительным давлением без добавления каких-либо связующих. Брикеты могут использовать в качестве топлива в любых видах печей, топок, котлов, а так же в каминах или грилях.

Преимущества:

- незначительный выход в атмосферу загрязняющих компонентов;
- благодаря низкой зольности упрощает вывоз отходов производства;
- высокая длительность горения, в среднем брикеты горят в три раза дольше чем дрова;
- высокая теплотворность;
- экологичность.

## 1.5 Российский опыт утилизации древесных отходов

Общий запас древесины в Российской Федерации по разным оценкам составляет от 90 до 120 млрд. м<sup>3</sup>. В среднем, это в четыре раза больше, чем в США, в сорок раз больше, чем в Швеции, и в шестнадцать раз больше, чем в Финляндии. Учитывая разницу в цифрах, а также отставание в области технологического процесса переработки древесины, в России существует значительно больший объем древесных отходов в лесной и лесоперерабатывающей промышленности.

Из тех способов переработки отходов древесины, которые сейчас известны, в России используется только половина, а в Сибири – третья часть. Основные потери в процессе переработки приходятся на лесосечные отходы, отходы деревообработки, отходы лесопиления. Это говорит о плачевном состоянии отрасли. С каждым годом количество древесных отходов растет. В частности, масса древесной зелени составляет 3 млрд. т, из которой 1,5–2 млн. т могли бы использоваться. Существует несколько достаточно эффективных схем переработки древесного сырья. Но современными лесными хозяйствами они используются недостаточно. Во-первых, это требует больших капиталовложений. Во-вторых, квалифицированных кадров. В-третьих, сложного оборудования.

Гораздо проще производить продукцию без крупных денежных вложений, используя достаточно простые средства. И это, несмотря на то, что современные технологии дают ощутимый экономический эффект.

## 1.6 Международный опыт переработки древесных отходов

Доля использования древесины в целях получения энергии существенно возросла в странах ЕС и в США. Одно из перспективных направлений повышения энергетической ценности древесных отходов, в том числе и опилок – брикетирование, состоящее из сбора, хранения, сушки, измельчения до



необходимых размеров, смешения со связующим веществом, прессования и охлаждения брикетов.

Опилки начинают широко применять и в сельском хозяйстве в качестве заменителя торфа при выращивании овощей.

Так, в Литве на Клайпедском комбинате древесных материалов налажено производство топливных брикетов. Ежегодный выпуск брикетов составляет 6 тыс. т.

В США и Канаде такие топливные брикеты пользуются большим спросом в качестве топлива для каминов.

В Германии были разработаны технология и оборудование для введения низкосортных отходов древесины в массу при изготовлении кирпича. В шихту вводят до 20–25 % древесных отходов. При этом снижаются расходы сырья и топлива, улучшаются технологические свойства массы и кирпича. На Вестфальском кирпичном заводе (Германия) древесные отходы, измельченные до состояния мягкой стружки, поступают дозированными порциями непосредственно в открытое пламя, образуемое мазутными форсунками.

В США разработана и действует технология по переработке древесных отходов различного происхождения в городах производительностью 360 т/сут. В качестве сырья используют самые разнообразные древесные отходы, часто содержащие гвозди, болты, стальную проволоку, ленту и другие металлические твердые детали. Отсортированная древесина поступает на термомеханическую переработку в древесную массу с последующим использованием в производстве бумаги и картона.

Как указывалось ранее, практически для всех строительных материалов, изготавливаемых из древесных отходов (от санитарных рубок и рубок ухода), ограничивается содержание коры, отрицательно влияющей на гидратацию цементного вяжущего. Однако имеется много технологий, подтверждающих, что древесная кора является ценным органическим сырьем для получения промышленной продукции, медицинских препаратов, а также топлива.

Разработана технология компостирования коры, при компостировании совместно с корой можно использовать опилки и стружку.

В США и Германии, так же как и в России, кору используют при компостировании.

Один из путей использования древесных отходов, например переработка кроны на различные кормовые добавки и лекарственную продукцию. Технология получения такой продукции основана на измельчении зеленой части кроны с последующим разделением ее на древесную зелень и щепу.

Отходы от переработки древесины можно применять при производстве технического углерода, используемого как сорбент при водоподготовке, а также в нефтегазодобывающей промышленности.

В начале 60-х годов был разработан и широко внедрен способ производства из древесной зелени витаминной муки для обогащения комбикормов каротином.

Древесная мука представляет собой продукт сухого измельчения древесины. Ее используют как наполнитель, фильтрующий материал и поглотитель в различных отраслях промышленности. Древесную муку можно изготавливать из древесины хвойных, лиственных пород и их смеси.

## 2 Объект и методы исследования

### 2.1 Краткая характеристика ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области»

Объектом исследования является Федеральное казенное учреждение «Лечебное исправительное учреждение № 21 по Кемеровской области» (сокращенное наименование ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области»).

Лечебно-исправительное учреждение для содержания и лечения осужденных мужчин, больных туберкулезом.

Предприятие относится к отрасли обработки металла и дерева, и специализируется на выпуске изделий, товаров народного потребления. Основными целями деятельности предприятия являются: обеспечение трудовой занятости осужденных, производство продукции, выполнение работ, оказание услуг в соответствии с профилем.

Основным видом деятельности является деятельность по управлению и эксплуатации тюрем, исправительных колоний и других мест лишения свободы, а так же по оказанию реабилитационной помощи бывшим заключенным.

Производственная площадка ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» размещена в г. Тайга, пос. Таежный на которой расположены следующие производства, являющиеся источником загрязнения:

Котельная:

- котел водогрейный;
- склад угля;
- склад шлака.

Гаражные боксы:

- гараж;
- работа транспорта по территории.

Механическая мастерская:

- механический цех;
- кузница.

Площадь занимаемой предприятием территории – 179208 м<sup>2</sup> и находится в собственности.

В котельной установлено два водогрейных котла марки КВР – 1,0: один рабочий, второй резервный. На котлах установлены вентиляторы ВНД 6,3 и оснащены неподвижными решетками с ручным забросом топлива и выгрузкой золы. Система золошлакоудаления сухая.

В качестве топлива используется уголь каменный марки Д ОАО «Шахта Алексеевская». Годовой расход топлива – 1800 тонн, калорийность 5700–5550 ккал (23,88–23,35 МДж · кг), зольность топлива – 12,8–14,5 %.

Котельная работает круглый год, в работе один котел.

На предприятии от работы котельной образуется 75,25 тонн/год шлака.

Склад шлака – закрытый с трех сторон, площадь 100 м<sup>2</sup>. Шлак на складе не хранится и вывозится по мере накопления.

Кузничный горн оборудован вентилятором, в качестве топлива используется уголь каменный марки Д ОАО «Шахта Алексеевская», расход угля составляет 4 тонн/год.

Механическая мастерская отапливаемый бокс предназначен для проведения обработки металла, обработки древесины.

Металлообработка ведется с применением СОЖ: на предприятии числятся токарный станок – 2 штуки, заточный станок – 1 штука, фрезерный станок – 2 штуки.

Станок деревообрабатывающий фуговальный – 2 штуки, строгальный – 1 штука, ленточная пилорама 63 – 1 штука.

На предприятии от работы деревообрабатывающих станков образуются:

- опилки 246,3 м<sup>3</sup>/год;

- кусковые отходы деревообработки (обрезь) 614,28 м<sup>3</sup>/год.

Гараж – отапливаемое здание предназначено для хранения автотранспорта. В результате деятельности которого образуются следующие отходы:

- аккумуляторы свинцовые отработанные 0,116 тонн/год;
- масла индустриальные отработанные 0,276 тонн/год;
- фильтры автомашин отработанные 0,02 тонн/год;
- шины пневматические отработанные 0,3 тонн/год;
- ТБО (твердые бытовые отходы) 79,9 тонн/год.

Данные виды отходов передаются другим организациям (с передачей права собственности на отходы).

## 2.2 Характеристика района расположения предприятия

Климат района расположения ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» характеризуется как резко континентальный, с суровой продолжительной зимой, коротким и жарким летом, короткими переходными периодами. Атмосферное увлажнение избыточное. Многолетняя мерзлота отсутствует.

Средняя минимальная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет – минус 23,6 °С.

В течение всего года в данном районе преобладают южные и юго-западные ветра. Повторяемость юго-западных ветров в течение всего года равна 36 %, а в южном направлении – 20 %. Среднегодовая повторяемость направлений ветра и штилей приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Среднегодовая повторяемость направлений ветра и штилей

Румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
%	5	11	5	7	20	36	9	4	13

Скорость ветра в районе составляет 3,9 м/сек, скорость ветра, вероятность превышения которой составляет 5 % ( $U^*$ ), принята равной 14 м/сек.

Отличительной особенностью климата района является большая повторяемость инверсий, наличие которых значительно снижает рассеивающую способность атмосферы.

Коэффициент  $\Phi$ , зависящий от температурной стратификации атмосферы, согласно ОНД-86 [5], равен 200.

Поправочный коэффициент на рельеф местности принят равным 1,2.

### 2.3 Площадка для обработки древесины

Пилорама расположена на участке площадью 30 соток, на котором есть:

- навес для защиты оборудования от неблагоприятных погодных условий. Исходя из габаритов ленточной пилорамы (8 х 2 х 2,4 м), квадратура навеса 10 х 20 м, а высота – 5 м (если планируется работа кран-балки). Одна из стен по длине оборудования сплошная – так удобнее собирать опилки;

- подъездные пути (не только для спецтранспорта);

- подключение к электросети 380 V;

- склад для размещения сырья, оборудован по требованиям СНиП21-05-2003 «Склады лесных материалов»;

- склад для хранения готовой продукции.

Площадка расположена на твердом и горизонтальном месте с перепадами не более 3 см, установленная на точечные бетонные подушки толщиной 20 см. Станина пилорамы закреплена анкерными болтами диаметром 24 мм и больше.

Станина ленточной пилорамы выставлена по горизонтали и выровнена регулировочными болтами, которые расположены в углах половин станины. Остальные болты, которыми станина опирается на поверхность площадки – опорные. Опорные болты выкручиваются по окончании установки и проверки уровня.

Станина пилорамы состоит из трех половин, которые стянуты между собой болтами. При стыковке и стягивании половин направляющие рельсы

совпадают, и между ними нет зазоров. Совместив крепёжные отверстия на станине с отверстиями в бетоне.

Станина ленточной пилорамы установлена по горизонтали с использованием гидроуровня. Выравнивание сделано по верхнему краю направляющей. Направляющие смазаны литолом.

Пильная каретка, установлена роликами на направляющие, после чего проверяется плавность хода по направляющим.

### 2.3.1 Устройство ленточной пилорамы

Рассмотрим подробнее пилораму. Устройство ленточной пилорамы обусловлено спецификой ее работы. Ленточная пилорама состоит из следующих узлов и деталей:

- рама с двумя направляющими вертикального перемещения пильной ленты;
- винтовой механизм подъема пильной ленты с двумя вертикальными винтами;
- механизм натяжения пильной ленты (механический пружинный или гидравлический);
- ведущее и ведомое колеса;
- ограждающий кожух пильных колес;
- держатель пильной ленты;
- клиноременная передача;
- электродвигатель;
- пульт управления;
- рельсовый путь передвижения пилорамы (два сегмента по 4 м, общая длина 8 м);
- два эксцентриковых зажима бревна;
- 4 упора, 2 зажима;
- бак со смачивающей жидкостью.

Рама ленточной пилорамы собрана из двух сварных подошв, на которых находятся ролики передвижений пилорамы. Сверху на подошвах крепятся две цилиндрические направляющие, по которым с помощью винтов осуществляется вертикальное передвижение всего пильного механизма с лентой. Благодаря этому пилорама приобретает устойчивость.

Вверху направляющие соединены между собой швеллерной балкой, в которой размещен цепной механизм вертикального перемещения пильного механизма. По направляющим ходят, соединенные распорками, два прямоугольных корпуса, на которых смонтированы пильные колеса. Для предотвращения схода пильной ленты с пильных колес, в механизме натяжения ленты, предусмотрена возможность регулирования положения ведомого колеса, таким образом, чтобы он находился к нему под некоторым углом в горизонтальной плоскости, при этом пильная лента выступает за края колеса на величину высоты зуба. Последнее сделано для того, чтобы не допустить нарушения развода зубьев пилы. С одной стороны рельсового пути расположены неподвижные упоры, с другой стороны установлены подвижные винтовые упоры флажкового типа.

Бревно укладывается между двух направляющих и фиксируется подвижными упорами. Пилорама перемещается по направляющим, вдоль бревна. Толщина получаемого материала выставляется оператором по его усмотрению с помощью электронной линейки. Рельсовый путь может устанавливаться без специального фундамента и состоит из двух саморегулируемых секций по 4 м длиной, обеспечивающих в базовом варианте поставки распиловку бревен длиной до 7,5 м. Он может быть удлинен за счет присоединения дополнительных секций. Органы управления и контроля расположены таким образом, чтобы максимально упростить процесс управления установкой. Мерная линейка, обеспечивает дополнительный контроль за толщиной получаемых материалов; зона резания находится в секторе видимости оператора и располагается на комфортной высоте –



приблизительно на уровне пояса оператора. Манипуляции с распиливаемым бревном: укладка, перевороты, зажим производятся вручную.

Встроенная система подачи смазывающей жидкости, предотвращает налипание опилок на пыльные шкивы, а следственно продлевает срок службы ленточных пил. Подвеска промежуточного кабеля питания электродвигателей исполнительных агрегатов расположена над пилорамой и не создает помех при загрузке бревна и его распиловке. Силовая конструкция портала станка изготовлена из прочного специального профиля, одновременно выполняющего функции направляющих для пыльной каретки.

Конструкция станка обеспечивает жесткость и стабильность работы по всем параметрам в самых суровых условиях эксплуатации. Перемещение пыльной каретки осуществляется при помощи винтового механизма, приводимого в движение электродвигателем и обеспечивает надежную фиксацию пыльной каретки в нужном положении, и ее точную (до 0,2 мм) настройку по заданной высоте .

Ленточная пилорама считается оптимальным оборудованием для малого и среднего бизнеса

Основные преимущества:

- минимальное количество отходов (около 20 %);
- малое потребление энергии (в среднем, 50 Вт);
- приемлемая цена (около 3,5 тысяч долларов).

Главный минус – необходимость часто менять пилящую ленту, в среднем, каждые 3 часа.

#### 2.4 Сведения об отходах

В результате хозяйственной деятельности предприятия ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» образуются отходы производства и потребления 1–5 класса опасности.

Отходы (6 видов), зарегистрированные в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО). Класс опасности отходов для окружающей природной среды (ОПС) принят в соответствии с регистрацией в Федеральном классификационном каталоге отходов (ФККО) с учетом дополнений согласно Приказу МПР РФ от 30.07.2003 г. № 663.

По 2 видам отходов класс опасности отхода определен расчетным методом в соответствии с Приказом МПР РФ от 15.06.01г. № 511.

По расчетам 2 видов отходов имеют 5 класс опасности. Согласно п. 4 Приказа МПР РФ от 15.06.2001г. № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» при отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-ому классу опасности. Принимаем для данных видов отходов 4 класс опасности для ОПС.

На основании указаний Приказа Ростехнадзора от 15.08.2007г. № 570 «Об организации работы по паспортизации опасных отходов» проводится работа по паспортизации опасных отходов.

Сведения об отходах образующихся в результате деятельности предприятия приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Сведения об отходах

Наименование отхода	Класс опасности	Образуется тонн/год
Золошлаки	5	75,25
Аккумуляторы свинцовые отработанные	1	0,116
Масла промышленные отработанные	3	0,276
Фильтры автомашин отработанные	3	0,02
Шины пневматические отработанные	4	0,3
ТБО (твердые бытовые отходы)	4	79,9
Опилки	5	124,57
Кусковые отходы деревообработки (обрезь)	5	311,44

На предприятии в результате обработки дерева такой породы как ель, осина, береза образуются опилки и кусковые отходы деревообработки (обрезь).

## 2.5 Состав и свойства древесины

### 2.5.1 Внешний вид и физико-технические параметры осины

По строению своей древесной части осина относится к безъядровым породам рассеянно-сосудистого типа. Древесина этого дерева имеет беловатый цвет со слегка зеленоватым оттенком. При этом текстура осины не отличается особой выразительностью и эффектностью.

Вместе с этим данный материал отличается хорошей устойчивостью к истиранию, хорошо поддается токарной обработке и резке. Он достаточно однороден, и за счет этого, при изготовлении заготовок, он может разрезаться в любых направлениях, без возникновения вмятин и сколов. Одним из важных показателей, оказывающих непосредственное влияние на качество и конечный вид обрабатываемого древесного сырья, является плотность древесины. Под этим термином подразумевается отношение массы древесины определенной влажности к ее объему.

При этом, чем более влажной является древесная часть дерева, тем большей плотностью она обладает. Кроме того, при оценке древесины также используется показатель условной плотности древесины, представляющий собой отношение массы исследуемого образца в полностью высушенном состоянии к его объему на пределе гигроскопичности.

Таблица 7 – Показатели плотности и условной плотности осины

Показатель	Значение
Плотность в высушенном состоянии	480 кг/м <sup>3</sup>
Условная плотность	400 кг/м <sup>3</sup>

В число важных показателей, на основании которых производится оценка качества используемой древесины, входят ее удельный и объемный вес. Для вычисления удельного или относительного веса древесного материала его вес делится на такое же количество воды.

У древесины осины он составляет, при влажности в 12 %, 510 кг/м<sup>3</sup>. При этом в отличие от деревьев других пород, значения данного показателя у осины не являются постоянными, а могут варьироваться достаточно широко.

Это связано со строением волокон материала, которые отличаются большой пористостью. Иначе говоря, в составе деловой древесины осины всегда содержится определенное количество влаги, которую она легко отдает при высыхании и с такой же легкости набирает при помещении в более влажную среду.

Кроме удельного веса также принято различать объемный вес древесины или вес единицы объема, измерение которого происходит при влажности сырья в 15 %.

Таблица 8 – Данные об объемном весе осины при изменении ее влажности

Влажность, %	Вес 1 кг древесины
12–18	500
18–23	550
23–45	600
Свежесрубленная	800

### 2.5.2 Внешний вид и физико-технические параметры березы

Береза не относится к материалам лидерам строительной индустрии. Её древесину используют здесь для производства полуфабрикатов. Однако в мебельном производстве ей отведена большая роль. Такое предназначение обусловлено различными физическими показателями древесины. Береза растет быстро, легко приспосабливается, хорошо восстанавливается. Её древесина легко подвержена обработке, отлично полируется.

Из березы производят паркет, лыжи, фанеру, изделия для токарного производства, мебель.

Древесина не подвержена гноению, именно поэтому были найдены берестяные грамоты, а также туеса, короба, ладьи. Каждому из этих изделий

более 500 лет. Славяне считали, что береза спасает от бед и обеспечивает благополучие. Поэтому её всегда сажали рядом с жильем. В современном хозяйстве использовать березу довольно дорого, хотя её технические и механические характеристики имеют довольно высокие показатели.

Относительная, условная плотность древесины – это пропорциональное соотношение одинаковых по весу частей, одна из которых абсолютно сухая, другая на пределе гигроскопичности.

Береза относится к древесине со средним показателем плотности. При относительной влажности в 10 % он равен  $0,61 \text{ г/м}^3$ . А при влажности в 25 % составляет  $0,71 \text{ г/м}^3$ . Примечательно, что плотность поздней древесины более чем в 2 раза выше, чем у ранней.

Итак, обычная береза относится к твердым сортам древесины, её показатель торцевой твердости превышает уровень в 38,6 МПа [7].

### 2.5.3 Внешний вид и физико-технические параметры ели

Ель – как и древесина сосны, пихты или лиственницы, является хвойной породой. На международном рынке существует большое разнообразие видов и сортов ели, чья древесина находит различное применение. Но из всех видов ели больше всех известна Ель обыкновенная (европейская), как самый распространённый вид ели в Европе и Северной Азии.

Ель относится к однодомным растениям и имеет пирамидальную крону. Ствол вырастает до 40–50 м, иногда – до 80–90 м у некоторых видов, снизу диаметр достигает 1–2 м. Кора состоит из мелких чешуек красно-бурого или серого цвета.

Особенностью ели является то, что она не имеет чётко выраженного ядра. Цвет древесины однородный бело-желтоватый, иногда лёгким с розовым оттенком. Более поздние слои древесины темнее ранних, имеют более высокую плотность, но строение остаётся однородным. Всегда имеется небольшое

количество небольших смоляных ходов. Годичные кольца хорошо различимы в любых разрезах.

Ель обыкновенная растущая у нас на севере страны (Архангельская и Вологодская области), даёт древесину наиболее хорошего качества, нам не нужно везти ель издалека, поэтому у нас такие привлекательные цены.

Таблица 9 – Средние показатели физико-механических свойств древесины северной ели

Показатель	Значение
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,43
Предел прочности на сжатие вдоль волокон	425
Статический изгиб	775
Скалывание, кг/см <sup>2</sup>	55
Удельная работа при ударном изгибе, кг/см <sup>3</sup>	0,18
Торцовая твердость, кг/см <sup>2</sup>	225

Плотность ели в среднем на 15 % ниже плотности сосны, поэтому ель уступает её в прочности и стойкости против гниения. Но ель лучше сосны по коэффициенту качества, например гнётся ель несколько лучше. Если сравнивать различные виды ели, то можно выделить Ель обыкновенную, чья древесина обладает наиболее высокими качествами.

Древесина ели обладает повышенной сучковатостью и твёрдостью сучков, поэтому труднее поддаётся обработке методом строгания; особенно часто встречаются и мешают обработке тёмные просмоленные (роговые) сучки, которые бывают настолько твёрдыми, что вызывают крошение лезвий станка или инструмента. С другой стороны ель имеет много достоинств: её древесина имеет малую плотность, однородность и низкую смолистость.

Ель пригодна для протравливания морилкой и покраски. Поскольку древесина ели быстро гниёт, следует обрабатывать её антисептиком.

Ель обрабатывается в виде кругляка, различных пиломатериалов, шпона. Можно использовать ель где угодно, как в качестве конструкционной древесины, так и в строительстве. Она отлично подходит для обшивочных

работ внутри и снаружи помещений. Еловая древесина может применяться вместе с пихтой, поскольку эти породы схожи по качествам и внешнему виду.

Белый цвет, низкая смолистость древесины, а также достаточно длинные волокна делают древесину ели особенно ценной для целлюлозно-бумажного производства. Ель вообще часто используется в лесохимическом производстве – из неё делается метиловый спирт, скипидар, древесный уксус, канифоль, дёготь, из хвои и древесины ели выделяют различные летучие фракции, которые состоят в основном из терпеноидов – это эфирные масла, главный их составляющий компонент – пинен.

Из некоторых видов ели изготавливают музыкальные инструменты, поскольку волокна древесины расположены равномерно. Конечно, древесина проходит тщательный отбор, обработку. Затем при одинаковых условиях сушится около 10-ти лет, в результате чего смола высыхает, и на её месте образуются мелкие резонансные камеры. Такую древесину называют резонансной, она прекрасно проводит звук. Скрипки величайших мастеров были сделаны из ели.

## 2.6 Состав производственного контроля в области обращения с отходами и их характеристика

Порядок организации и осуществления производственного контроля в области обращения с отходами определяется по согласованию с федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами (Управлением Росприроднадзора по Кемеровской области области) и проводится в соответствии с внутрипроизводственными программами производственного контроля и мониторинга, графиками инструментального контроля, технологическими регламентами (инструкциями), планами природоохранных мероприятий и другой нормативно - методической документацией.

К сфере производственного контроля в области обращения с отходами на объектах ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» относится:

- выявление источников образования отходов;
- организация работ по определению состава и класса опасности образующихся отходов;
- составление и согласование в специально уполномоченных государственных органах по охране окружающей среды паспортов на опасные отходы;
- проведение инвентаризации отходов и объектов их размещения;
- своевременная разработка (пересмотр в случае необходимости) проектов нормативов образования и лимитов размещения отходов (ПНООЛР);
- получение в соответствующих организациях лимитов на размещение отходов;
- соблюдение установленных нормативов образования и лимитов размещения отходов на объекте;
- соблюдение правил обращения с отходами, установленными природоохранным законодательством РФ, субъектов Федерации;
- обеспечение состояния мест временного размещения, хранения и захоронения отходов на объектах ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» в соответствии с нормативными требованиями;
- мониторинг мест временного хранения и захоронения отходов;
- выполнение природоохранных планов и мероприятий (в том числе противоаварийных), предписаний и рекомендаций специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;
- своевременное предоставление информации, предусмотренной госстатотчетностью, системой государственного экологического мониторинга, внутрипроизводственной отчетностью;



- организация работ по своевременной сдаче отходов в специализированные организации.

## 2.7 Цели и задачи производственного контроля в области обращения с отходами

Основной целью производственного контроля в области обращения с отходами является обеспечение выполнения требований природоохранного законодательства РФ, субъектов Федерации и нормативно-методических рекомендаций при обращении с отходами производства и потребления, образующими в процессе производственной деятельности на объектах ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области».

Основными задачами производственного контроля в области обращения с отходами являются:

- контроль за выполнением ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» требований природоохранного законодательства, нормативной документации в области обращения с отходами, в т.ч. контроль за соблюдением установленных нормативов воздействия на компоненты окружающей природной среды, соблюдением лимитов размещения отходов, выполнением планов-мероприятий по снижению техногенной нагрузки на окружающую среду;

- обеспечение полноты и достоверности информации, получаемой при проведении контроля, необходимой для принятия решений по проведению природоохранных мероприятий в ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области»;

- оперативность контроля и передачи информации, обеспечивающая возможность принятия решений по снижению или ликвидации отрицательных воздействий на окружающую среду при обращении с отходами.

## 3 Расчеты и аналитика

### 3.1 Выбор технологии утилизации

Предприятие ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» занимается обработкой металла и дерева, и специализируется на выпуске изделий, товаров народного потребления. При выборе технологии утилизации древесных отходов необходимо учитывать специфику предприятия. Получение вторичного сырья видится не целесообразным в связи с необходимостью поиска новых потребителей. Для изготовления строительных материалов необходимо большее образование древесных отходов, что на данном предприятии, без расширения цеха, не произойдет, изготовление материалов для мебели, таких как ДВС, ДСП и ДПК, так же нецелесообразно. Учитывая то, что предприятие отапливается от собственной котельной, оптимальным решением будет получение тепловой энергии из древесных отходов.

Исследованные методы получения тепловой энергии представляют собой:

- сжигание;
- пиролиз;
- газификацию;
- брикетирование с последующим сжиганием.

Рассмотрим недостатки первых трех методов.

Недостатком прямого сжигания является низкая эффективность и высокий уровень эмиссии отходов горения в дымовых газах. При учете образующегося количества отходов и учитывая достаточно низкую теплоемкость необработанных древесных отходов, образующегося тепла будет не достаточно для отопления производственного помещения. При этом затруднено будет горение опилок, так как при превышении соотношения

обрези и опилок равного 40–60 % соответственно возможно затухание пламени без определенного контроля, что связано с повышенным риском для работника, отвечающего за работу котла. А именно увеличится время его нахождения непосредственно рядом с котлом, что может вызвать тепловой удар и интоксикацию угарным газом.

Сжигание в циркулирующем слое, помимо низкой эффективности, имеет следующие недостатки: необходимость использования инертного материала и протекание процесса путем продувания воздуха под давлением. В качестве инертного материала используется песок, который раз в месяц необходимо менять. Отработанный песок будет содержать в себе различные примеси, поэтому возникнет необходимость позаботиться о соответствующей утилизации. Протекания процесса под давлением приведет к возникновению взрывоопасной обстановки, что может привести к чрезвычайной ситуации на предприятии и нанести непоправимый вред здоровью работников.

Пиролиз древесных отходов имеет следующие недостатки: низкая эффективность, использование инертного материала, протекание процесса под давлением, необходимость подачи дополнительного тепла для поддержания процесса, не приоритетный основной продукт. При учете малого количества древесных отходов и недостаточного образующегося тепла, дополнительная подача тепла для поддержания процесса горения видится нецелесообразным.

Газификация представляет собой процесс высокотемпературного превращения древесины при нормальном или повышенном давлении в газ, называемый древесным или генераторным газом, а также небольшое количество золы, в специальных реакторах (газогенераторах) с ограниченным доступом воздуха. Используемый процесс, давление получаемого газа, содержание в нем примесей и пиролизных смол, наличие систем охлаждения и очистки газа определяют следующие применения генераторного газа. Помимо повышенной взрывоопасности за счет использования давления, важной проблемой является высокая цена оборудования для газификации и сжигания генерируемого газа для получения теплоэнергии. Производительность реактора

достигает 750 кг сырья в час, а количество сырья, необходимого для суточного отопления производственного помещения, равно 600 кг, установка газификатора нерациональна. Помимо прочего линия газификации имеет большие габариты.

Исходя из вышеуказанного, была выбрана технология брикетирования с последующим сжиганием. Следующей задачей являлся выбор типа брикетирования. Существуют несколько основных видов топливных брикетов: брикеты ударно-механические, гидравлические Ruf, гидравлические Nastro, пеллеты из твердых пород, пеллеты из коры, пеллеты комбинированные. Эта классификация построена на типах брикетировочного оборудования. Брикеты ударно-механические, гидравлические Ruf, гидравлические Nastro имеют большие размеры, что затрудняет их складирование и полностью исключает возможность автоматизированной подачи. Помимо этого данные виды брикетов при поступлении из оборудования необходимо самостоятельно нарезать, так как они выходят сплошной линией. Поэтому большее внимание получила пеллетизация. Так как на предприятии имеется собственная котельная в которой установлено два водогрейных котла марки КВР-1,0, которые подходят для сжигания твердого топлива было решено применить комбинированный вид пеллет.

Данное оборудование представляет собой экологически чистое производство, в ходе которого выделяется только углекислый газ, образуемый при сжигании древесины. За счет особой обработки сырья во время пеллетизации выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух минимален. Благодаря низкой зольности упрощает вывоз отходов производства: содержание пепла в пеллетах в 15 раз меньше нежели в древесном угле; максимальное количество золы составляет всего лишь 1,5 % от общей массы пеллет. Так же пеллеты обладают высокой теплотворностью – 4200 ккал/кг.

В роли оборудования для производства пеллет являются линии для пеллетизации. Для малого предприятия ФКУ «Лечебное исправительное

учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» было решено собрать собственную технологическую линию для пеллетизации. В состав промышленных линий входят следующие элементы:

- оборудование для измельчения;
- сушилка для сырья;
- пеллетайзер.

Учитывая, что предприятие ФКУ «Лечебное исправительное учреждение № 21 ГУФСИН по Кемеровской области» работает не только с сухой древесиной, необходимо приобрести сушилки для сырья. Далее необходимо организовать процесс хранения, подачи и сжигания пеллет. Для его организации необходимо следующее оборудование: бункер для хранения сырья и устройство для автоматизированной подачи пеллет. Необходимая технологическая линия должна состоять из следующих элементов:

- оборудование для измельчения древесных отходов;
- оборудование для сушки отходов;
- оборудование для производства пеллет;
- бункер с автоматической подачей сырья.

### 3.1.1 Топливные гранулы (пеллеты)

Пеллеты (англ. pellets) – биотопливо, получаемое из торфа, древесных отходов и отходов сельского хозяйства. Представляет собой цилиндрические гранулы стандартного размера.

Сырьём для производства гранул могут быть торф, балансовая (некачественная) древесина и древесные отходы: кора, опилки, щепа и другие отходы лесозаготовки, а также отходы сельского хозяйства: отходы кукурузы, солома, отходы крупяного производства, лузга подсолнечника, куриный помёт и т.д.

В отличие, к примеру, от дров или топливных брикетов, загрузка пеллет не требует постоянного человеческого присутствия рядом с котлом – их сыпучесть позволяет регулировать необходимую подачу топлива.

Преимущества топливных гранул:

- удобство при транспортировании и складировании;
- экологичность. При сжигании пеллет образуется ровно столько  $\text{CO}_2$ , сколько было поглощено растением во время роста;
- удобство применения пеллет;
- безопасность. В отличие от других видов топлива пеллеты не взрывоопасны;
- высокий КПД сгорания, сравнимый с каменным углем.

Использование и применение древесной гранулы самое различное:

- для отопления жилых домов, складских, производственных помещений и промышленных котлов;
- использование гранул на даче или в походе для костра;
- в качестве абсорбента в химических производствах;
- в качестве абсорбента для биотуалета домашних животных;
- как подстилка для домашнего скота и конюшен [8].

### 3.1.2 Технологический процесс производства пеллет

#### 3.1.2.1 Поставка сырья хранение опилок

Уже на этом этапе возникают некоторые сложности, которые обусловлены качеством сырья. Для изготовления одной тонны гранул требуется от 3 м<sup>3</sup> до 6 м<sup>3</sup> опилок.

Заготовленное сырье следует учитывать в метрах кубических исходя из плотности отходов древесины, которая определяется эмпирическим путем или берется из справочников.

Исходя из степени подготовки исходного сырья, определяется технология их изготовления и наличие тех или иных узлов в составе технологической линии.

Влияние параметров исходного сырья на технологический процесс и качество готовой продукции:

- при высокой влажности исходного сырья потребуются дополнительные мощности сушильного барана, увеличиваются энергозатраты и трудозатраты;

- при крупном фракционном составе сырья появляется потребность в его дополнительной подготовке путем измельчения и сепарации, увеличиваются инвестиции и энергозатраты;

- при поступлении на производство смешанного сырья, состоящего из разных видов пород, снижается эффективность процесса гранулирования и стабильность работы линии;

- при преобладании в составе сырья коры, гнили и старой древесины снижается энергетическая ценность гранул, уменьшается стоимость готовой продукции, и, следовательно, доходность предприятия.

### 3.1.2.2 Предварительное измельчение влажного материала

Как правило, на производство пеллет в промышленном масштабе поступает сырье с деревообрабатывающих предприятий. Естественно, что отходы ни кто не сортирует и в массе опилок идет щепа, кора, бруски, горбыль и другие виды крупных фракций. Для предварительного измельчения используются молотковые мельницы декового типа. В такие мельницы можно загружать отходы с влажностью до 80 % и исключить налипание материала на внутренние части оборудования.

### 3.1.2.3 Сушка сырья (опилок)

Подразумевается, что мы получаем для производства предварительно измельченное сырье, фракция которого не превышает половину длины готового изделия.

Факторы состояния сырья, увеличивающие стоимость производства:

- наличие большого количества коры и щепы в массе опилок, требует дополнительной сепарации или измельчения;
- наличие песка и камней, который попадает в сырье в процессе валки леса и его транспортировки, требует установки специальных карманов-улавливателей или промывки опилок;
- неоднородность сырья по породам дерева.

Для сушки сырья используются сушильные барабаны с возможностью загрузки опилок с относительной влажностью 80–100 % и конечной относительной влажностью на выходе 8–12 %. Подача опилок осуществляется шнеками, что является наиболее дешевым способом транспортировки сырья до сушильной камеры. Если в исходном сырье присутствует крупная фракция, то возможно заклинивание оборудования в результате попадания частиц между винтом и «рубашкой». В этом случае возможно применение гибких пружинных шнеков или безосевых шнеков со спиралью.

Комплектация линии сушки сырья:

- газогенератор или другой источник подачи горячего воздуха;
- сушильный барабан с приводом вращения и с изменяемой скоростью вращения;
- циклон приемки сухого готового сырья;
- бункер накопитель для дозированной подачи опилок в сушильный барабан;
- циклоны для очистки топочных газов от пыли и улавливания мелкой фракции (требования экологии);



- дымосос, обеспечивающий проход воздуха через сушильный барабан и циклоны с расчетной скоростью;

- транспортер или шнек подачи сухого сырья в бункер накопитель;

- щиты управления и автоматики линии.

Технологический процесс сушки опилок:

- источник тепловой энергии комплектуется оборудованием, исключающим попадание в сушильный барабан пламени и искр от сгорания топлива. Забор воздуха для нагрева и последующей подачи в сушильный барабан осуществляется с улицы из зоны, где отсутствует пыль от производства;

- сырье проходит через сушильный барабан расположенный горизонтально на катках, осуществляется контроль равномерного распределения массы. В целях обеспечения безопасности процесса предусматривается установка взрывного клапана;

- под воздействием потока горячего воздуха опилки проходят сушку до расчетной влажности и поступают в циклон, где осуществляется осаждение сырья и его дозированная подача шлюзовым питателем;

- очистка дымовых газов проводится в циклоне, который сконструирован с возможностью удаления древесной пыли.

Все этапы сушки контролируются в автоматическом режиме через блок управления.

Внутри сушильного барабана по окружности корпуса расположены лопатки, которые обеспечивают ворошение материала. Непрерывное перемешивание в потоке горячего воздуха гарантирует равномерную сушку опилок и подачу материала на выход со стабильными характеристиками.

#### 3.1.2.4 Дробление сухого материала

В идеале древесные отходы, поступающие на прессование должны иметь длину не более 4 мм. Именно поэтому, для высокого качества продукции

происходит дополнительное дробление материала. Для большинства линий по производству пеллет устанавливается стандарт размера частиц не более 1,5 мм и насыпного веса 150 кг/м<sup>3</sup>. Для измельчения древесных отходов выбрана дробилка GRAN-C 50E. Главные параметры оборудования – это производительность по подаваемому материалу и производительность по воздуху.

### 3.1.2.5 Грануляция опилок

Основной процесс производства пеллет из опилок – это грануляция подготовленного материала. Прессы, используемые в технологической линии переработки опилок, различаются типом матриц: круглые и плоские. Круглые матрицы предназначены для менее упругого материала и применение в пищевой, химической и комбикормовой промышленности. Плоские матрицы разработаны специально для переработки твердых отходов. Принцип действия двух видов прессов практически одинаков – по поверхности матрицы передвигаются катки, выдавливающие спрессованное сырье через отверстия, после чего полученные цилиндры заданного диаметра, обрезаются ножами. Формирование пеллет происходит в канале матрицы и здесь есть некоторая особенность оборудования, которая выявляется при эксплуатации прессов от различных производителей. Если матрица толстая, то формирование происходит за счет длины отполированного канала (сопротивление), при тонкой матрице, наоборот, сырье прессуется за счет шероховатости неотполированного канала. Когда матрица притирается, то пеллеты скользят по ее стенкам, не достигая нужной плотности. Выходом из этой ситуации может быть прохождение каналов напильником для придания им первоначального вида.

### 3.1.3 Преимущества и недостатки

Топливные гранулы – экологически чистое топливо с содержанием золы, как правило, не более 3 %. При производстве пеллет в основном используются отходы лесопильных производств и сельского хозяйства, которые ранее в основном вывозились на свалки и гнили, а по прошествии нескольких лет начинали гореть или тлеть.

Однако, если в месте произрастания сырья окружающая среда содержит токсины или радиоактивные вещества, то при сжигании гранул эти вещества могут быть распылены в атмосферу.

Так как не содержат пыли и спор, гранулы менее подвержены самовоспламенению и не вызывают аллергическую реакцию у людей.

Гранулы отличаются от обычной древесины высокой сухостью (влажность всего 8–12 %, а влажность сырых дров – 30–50 %) и большей – примерно в полтора раза – плотностью, чем дрова. Эти качества обеспечивают высокую теплотворную способность по сравнению со щепой или дровами – при сгорании тонны гранул выделяется приблизительно 3,5 тыс. кВт · ч тепла, это почти в два раза меньше, чем при сгорании тонны каменного угля, в полтора раза больше, чем у обычных дров, и всего в два раза (почти в три раза) меньше, чем при использовании газа, мазута или дизельного топлива.

Низкая влажность – это не только преимущество гранул как топлива, но и проблема их производства. Сушка может оказаться одной из основных статей расходов при производстве топливных материалов из отходов деревообработки. Кроме того, в зависимости от производства, сбор, сортировка и очистка сырья также могут повлечь дополнительные затраты. Процесс сушки важно тщательно спланировать, что позволит уменьшить риски, связанные с качеством готовой продукции, её себестоимостью и пожароопасностью производства. Лучшим вариантом является производство биотоплива из сухой стружки.

Одно из важнейших преимуществ гранул – высокая и постоянная насыпная плотность, позволяющая относительно легко транспортировать этот сыпучий продукт на большие расстояния. Благодаря правильной форме, небольшому размеру и однородной консистенции продукта гранулы можно пересыпать через специальные рукава, что позволяет автоматизировать процессы погрузки-разгрузки и также сжигания этого вида топлива.

Для эффективного использования топливных гранул требуется особый вид печи: пеллетный котёл.

### 3.1.4 Применение пеллет

Древесные гранулы высокого качества (белые и серые) используют для отопления жилых домов путём сжигания в гранульных котлах, печах и каминах. Они, как правило, бывают диаметром 6–8 мм и длиной менее 50 мм. В Европе их чаще продают в 15–20 килограммовых мешках.

Спрос на древесные брикеты и гранулы, оборудование для их сжигания и производства растёт пропорционально ценам на такие традиционные виды топлива как нефть и газ. В некоторых странах Европы, где рынок альтернативных источников энергии наиболее развит, гранулами отапливается до 2/3 жилых помещений. Такое широкое распространение объясняется и экологичностью этого вида топлива – при сгорании выбросы  $\text{CO}_2$  равны поглощению этого газа во время роста дерева, а выбросы  $\text{NO}_2$  и летучих органических компонентов значительно снижены благодаря использованию современных технологий сжигания.

Тёмные гранулы с большим содержанием коры сжигают в котлах большей мощности с целью получения тепла и электроэнергии для населённых пунктов и промышленных предприятий. Тёмные гранулы могут быть большего диаметра. Их продают навалом партиями от двух-трёх тысяч тонн и более.

Кроме использования по прямому назначению, топливные гранулы (их светлая, необожженная разновидность), благодаря своей гигроскопичности, хорошему удержанию запахов и способности сильно расширяться при намокании (пара пригоршней гранул дает слой опилок объемом в несколько десятков кубических сантиметров) получили широкое применение в качестве наполнителя для кошачьих туалетов .

### 3.1.5 Классификация гранул

Классификация по сорту:

Пеллеты, как топливо, подразделяется на такие сорта:

- «белые пеллеты» (пеллеты премиум сорта);
- индустриальные пеллеты;
- агропеллеты (Топливо стандартного качества).

Классификация по используемому сырью:

- древесные гранулы;
- гранулы из лузги;
- гранулы из угля;
- гранулы из торфа;
- гранулы из твердых бытовых отходов.

«Белые пеллеты» (пеллеты премиум сорта) – (этот термин часто используется покупателями) – они имеют светлый цвет. Такой цвет достигается благодаря проведению окорки древесины перед ее дроблением и гранулированием, а так же правильной сушкой древесины. Белые пеллеты имеют очень большое преимущество перед своими конкурентами - низкая зольность. Зольность у белых пеллет 0,5 % и ниже. Котел, при их использовании, должен быть вычищен всего один раз в месяц. Теплотворная способность таких пеллет составляет 17,2 Мдж/кг. Золы при чистке котла очень мало. Пеллеты премиум сорта обычно производится из опилок мягкой или твёрдой пород древесины, не содержащих кору дерева. Пеллеты премиум,

которые составляют более чем 95 % от всего производства пеллет, могут сжигаться в любых печах, созданных для топлива стандартного или повышенного качества.

Индустриальные пеллеты. Цвет таких пеллет уже темнее. Это связано с тем, что в пеллетах присутствует кора и прочие несгораемые остатки (земля, пыль). Зольность данной категории пеллет начинается от 0,7 %. Теплотворная способность таких гранул, в большинстве своем ни чем не отличается от «белых» пеллет. Она равна 17,2 МДж /кг. В данном случае котел придется чистить чаще. Частота чистки будет напрямую зависеть от того насколько высока зольность топлива.

Агропеллеты. Топливо стандартного качества. Такие пеллеты производят из отходов шелушения гречки, семян подсолнечника. Данные пеллеты имеют очень темный цвет. Их теплотворная способность – 15 МДж/кг, а зольность 3 % и более. Основное преимущество агропеллет – их цена. Они намного дешевле вышеперечисленных. Как правило, их используют для сжигания в крупных котлах, на больших тепловых станциях. Чистка котла в таком случае увеличивается до одного раза в день, либо используется пеллетный котел с автоматической чисткой. Такие пеллеты должны использоваться только в печах, определяемых для их использования.

Химические характеристики готовых гранул зависят от исходного сырья. В процессе прессования не допускается использование посторонних материалов, таких как клей и пластмассы.

Еще одной характеристикой топливных гранул является количество выделяемой тепловой энергии. Зачастую такой показатель является основным при формировании стоимости на данный вид топлива.

При сжигании 1 т гранул выделяется столько тепловой энергии, как при сжигании:

- 1600 кг древесины;
- 475 м<sup>3</sup> газа;
- 500 л дизельного топлива;

- 685 л мазута [9].

Таблица 10 – Физические характеристики пеллет из древесины

Показатель	Значение
Выделяемая энергия при сгорании, кВт/кг	5
Остаток влажности, %	8–12
Зольность максимум, %	3
Длина, мм	5–50
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1200–1400
Насыпная плотность (для транспортировки и хранения), кг/м <sup>3</sup>	650

### 3.2 Технические характеристики котла

Стальной водотрубный водогрейный котёл серии «Дебрянск» используется в основном как теплообменник к автоматизированной установке типа СДО (сжигание древесных отходов) и образует комплекс КСДО (комплекс сжигания древесных отходов) сжигания опилок, можно использовать котёл без газогенератора для сжигания дров, торфа, щепы и т.д. Котёл предназначен для нагрева воды в системах отопления жилых и общественных зданий, сушильных камер. Номинальная температура воды 70–95 °С.

Таблица 11 – Технические характеристики котла КВр–1,0

Тип	Водогрейный котел
Топливо	Торф, биотопливо
Номинальная теплопроизводительность, МВт	1
Рабочее давление воды, МПа	0,6
Габариты: длина (глубина), ширина, высота, мм	3440 x 1720 x 1900
Масса, кг	2300
КПД, %	82

Расход топлива: опилки с влажностью 30–60 % – 428 кг/ч; дрова с влажностью 33 % – 296 кг/ч; торф (брикет) – 324 кг/ч. Дымовая труба 22000 x 830 (Н x Дн) – принимается только при работе котла в системе КСДО. При сжигании дров, торфа и др. в топке котла без газогенератора высота и диаметр трубы принимается по расчёту.

Параметры топлива: Опилки, дрова, древесные отходы, торф [10].

### 3.3 Выбор оборудования для пеллетизации

Пеллетайзер – оборудование для утилизации опила и производства пеллет (древесных топливных гранул). Аппарат используется на деревообрабатывающих производствах, в цехах по изготовлению окон, дверей, мебели, в небольших мастерских. Пеллеты, изготавливаемые из отходов, применяются как топливные гранулы для печей. Оборудование приспособлено для гранулирования таких материалов органического происхождения как опилки, отходы древесной промышленности, зерновые, шелуха подсолнечника, солома, сено и кукуруза.

Особенностью пеллет является отсутствие в них каких-либо добавок. Вяжущим веществом в них выступает лигнин – природный клей, выделяемый клетчаткой при незначительном нагревании во влажном состоянии под большим давлением. Пеллетайзер позволяет получить из различных видов биомассы пригодные для сжигания топливные гранулы.

Пеллетайзер состоит из подающей воронки, прессовального агрегата, электрического двигателя и выгрузного желоба. Запуск оборудования осуществляется с помощью блока управления. Двигатели пеллетайзеров обладают разной мощностью. Производительность агрегата зависит от гранулированного материала и мощности двигателя. Она варьируется от 10 до 500 кг гранул в час.

Пеллетайзер GRAN10E.

Таблица 12 – Технические характеристики пеллетайзера GRAN10E

Параметры	Значения
Артикул	Gran10E
Производитель	GRAN
Тип привода	Электрический
Производительность, кг/ч	200
Мощность, кВт	4
Масса, кг	105
Размеры, м	0,77 x 0,34 x 0,65
Цена, руб.	198000



Главные его преимущества: мобильность, возможность использования в качестве сырья хвойных и лиственных пород деревьев, а так же коры, компактность, удобство в эксплуатации, шумоизоляция и невысокая стоимость. Время работы пеллетайзера, учитывая необходимость получения 300 кг сырья в сутки, составит 6 часов, что укладывается в рабочую смену [11].

### 3.4 Выбор оборудования для измельчения древесных отходов

Дробилка древесных отходов предназначена для дополнительного измельчения древесных отходов (таких как щепа, стружка технологическая, отходы после сортировки опилок). Может применяться как самостоятельно, так и входить в состав линий.

Получаемую мелкую фракцию применяют для изготовления прессованных изделий, используют в линиях для производства топливных гранул; специального пористого кирпича, древесно-полимерных материалов; для получения биологически-активных веществ; в физико-химических технологических процессах. По принципиальной конструктивной схеме все существующие типы рубительных машин можно подразделить на два класса – дисковые и барабанные.

В дисковых рубительных машинах механизм резания выполнен в виде вращающегося диска, на котором расположены режущие ножи.

В барабанных рубительных машинах механизм резания выполнен в виде вращающегося барабана, на котором установлены режущие ножи.

При рассмотрении имеющихся моделей измельчающего оборудования было проанализировано несколько моделей и выбрана дробилка электрическая «Gran-C 50E».

Данная дробилка обладает оптимальной производительностью и потребляемой мощностью. Так же дисково-молотковый аппарат обладает большим преимуществом над молотковым, так как позволяет уменьшить фракционное различие в получаемом сырье [13].

Таблица 13 – Технические характеристики дробилки GRAN-C 50E

Параметры	Значения
Тип модели	Дисково-молотковый
Производительность, кг/ч	200
Потребляемая мощность, кВт	11
Количество ножей	4
Вес, кг	280
Габариты станка (Д x Ш x В), м	1,0 x 0,7 x 0,7
Цена, руб.	427000

### 3.5 Выбор бункера с автоматической подачей сырья

Система автоматической подачи сыпучего сырья, подходит для передачи и дозирования материалов, автоматизации контроля производственного процесса. Данные системы широко применяются в различных отраслях промышленности. Существуют следующие системы подачи сырья:

- шнеково-пневматическая система подачи пеллет – наиболее используемая и гибкая;
- пневматическая система подачи пеллет – самый простой вариант загрузки пеллет, используется в помещениях, где нет возможности установить шнек;
- емкость со специальной ткани – комплексное решение для котельных помещений, в которых не предусматривалось склада для пеллет;
- прямой шнековый транспортер – для оптимально размещенных один возле другого котельного и складского помещений.

При дальнейшем рассмотрении различных загрузчиков и изучении литературы было выявлено, что рациональнее будет установить пеллетную горелку. Пеллетные горелки предназначены для сжигания древесных гранул (пеллет) диаметром 6–8 мм в твердотопливных котлах номинальной производительностью до 50 кВт соответственно. Блок управления горелки обеспечивает автоматический розжиг пеллет и контроль пламени горелки,

автоматическое поддержание заданной температуры воды в отопительной системе.

Практически все пеллетные горелки комплектуются следующим дополнительным оборудованием:

- шнеком подачи топлива (пеллет, зерна);
- контроллером, который автоматически регулирует процесс работы;
- бункером – емкостью в которой находятся пеллеты;
- лямбда-зондом – устройством, которое в реальном времени измеряет остаток кислорода в дымовых газах и автоматически регулирует процесс горения.

Пеллеты подаются в топку горелки без вмешательства человека. Достаточно лишь периодически засыпать топливные гранулы в бункер, откуда происходит их автоматическая подача с помощью. Шнек имеет электрический привод. Процесс подачи пеллет регулируется контроллером, к которому могут быть подключены датчики температуры воздуха в помещении, датчики воды в системе ГВС и отопления, а также другие индикаторы, согласно которым выбирается тот или иной режим работы пеллетной горелки.

После рассмотрения вариантов была выбрана горелка пеллетная «Общемаш» РВ14/40КСТ с бункером.

Таблица 14 – Технические характеристики горелки пеллетной «Общемаш» РВ14/40КСТ с бункером

Характеристика	Значение
Тепловая мощность (регулируемая), кВт	7–50
Вид топлива	Гранулы (пеллеты) диаметром 6–8 мм: древесные, из лузги подсолнечника, из костры льна, из торфа
Напряжение, В	220
Потребляемая электрическая мощность (не более)	на режиме розжига – 350 Вт, на рабочем режиме – 100 Вт
Габариты горелки В x Ш x Д, мм	446 x 356 x 454
Вес горелки, кг	14

Габариты бункера в сборе с блоком управления и податчиком пеллет Ш х Д х В, мм	703 x 1140 x 1606
Вес бункера в сборе с блоком управления и податчиком пеллет, кг	75
Емкость бункера, л	500
Цена, руб.	96406

Данный объем бункера при полной загрузке обеспечит автономную работу котла на двое суток [14].

### 3.6 Выбор оборудования для сушки древесных отходов

Для сырья с содержанием влаги, выше 12 %, нужно установить сушилку, эта сушилка снижает содержание влаги ниже 12 % перед их гранулированием/брикетированием винтовым прессом.

Сушилки серии HGJ предназначены для снижения влаги до 8–12 %. Эта сушилка оснащена одной печью для нагревания воздуха и пригодна для сушки сырья с влажностью менее 20–25 %. Если содержание влаги в сырье выше, то можно пропустить продукт через сушилку несколько раз для достижения требуемой влажности.

Таблица 15 – Технические характеристики сушилки серии NHGJ

Характеристика	Значение
Модель	HGJ-I
Производительность, кг/ч	200
Размер входящего материала, мм	3-5
Температура нагревания воздуха, °С	180–250
Мощность (вентилятор + воздушная заслонка), кВт	4 + 1,5
Вес, кг	700
Габаритные размеры, м	6 x 2 x 3,65
Цена, руб.	580000

Сушилки серии NHGJ оснащены двумя печами для нагревания воздуха и предназначены для снижения влажности сырья с 20–45 % до 8–12 % за один проход [15].

### 3.7 Линия по производству пеллет

Создание пеллет – это процесс преобразования отходов в твердое топливо. Полученные в ходе такого преобразования пеллеты используются в процессе теплового сгорания. Чаще всего пеллеты производят из древесины.

Древесные пеллеты могут быть изготовлены из любых отходов деревообрабатывающей и сельскохозяйственной промышленности. Так как на предприятии образуются древесные отходы такие как, опилки и кусковые отходы деревообработки (обрезь), то пеллеты будем производить из данного вида отходов. Содержание влаги в пеллетах не должно превышать 12 %, а размеры должны быть не более 5 x 5 мм.

В первую очередь необходимо найти подходящее помещение, в котором будет установлено производственное оборудование. Выбранное помещение расположено недалеко от основного места образования опилок и обрезки.

Линия по производству пеллет состоит из следующих агрегатов:

- дробилки GRAN-C 50E;
- сушилки серии NHGJ;
- пеллетайзера GRAN10E.

Процесс измельчения. Когда толщина древесного сырья превышает 10 мм, а линейные размеры превосходят 50 x 50 мм, его необходимо сначала измельчить с помощью дробильной машины, а затем загрузить измельченное сырье в молотковую дробилку и переработать до получения гранул, диаметром не более 3 мм. Дробилка GRAN-C 50E обладает оптимальной производительностью и потребляемой мощностью. Так же дисково-молотковый аппарат обладает большим преимуществом над молотковым, так как позволяет уменьшить фракционное различие в получаемом сырье.

Процесс сушки. Оптимальное содержание влаги в материале, перерабатываемом в пеллеты, составляет примерно 13–15 %. Сушилки серии NHGJ оснащены двумя печами для нагревания воздуха и предназначены для снижения влажности сырья с 20–45 % до 8–12 % за один проход.

Процесс гранулирования. Пеллетайзер GRAN10E состоит из подающей воронки, прессовального агрегата, электрического двигателя и выгрузного желоба. Запуск оборудования осуществляется с помощью блока управления. Двигатели пеллетайзеров обладают разной мощностью. Производительность агрегата зависит от гранулированного материала и мощности двигателя. Она варьируется от 10 до 500 кг гранул в час.

При установке и использовании всего комплекса по производству древесных пеллет основной задачей является организация фильтрации пыли. Для решения этой проблемы мы предлагаем использовать обычный пылеуловитель (или циклон). Пылеуловитель циклон подойдет для помещений, в которых есть древесная стружка, угольная или мучная пыль, хлопкопрядильное производство, а так же в мастерских по обработке камня.

### 3.7.1 Технические характеристики ЦН-15-600

Циклоны ЦН-15-600 используются для очистки аспирационного воздуха, а также для сухой очистки газов и воздуха, выделяющихся при некоторых процессах производства (обжиг, агломерация, сушка, сжигание топлива и т. д.). Также циклоны типа ЦН используются для очистки аспирационного воздуха и представляют собой самую многочисленную группу. Именно они чаще всего используются в промышленности. Циклоны ЦН являются самым простым видом пылеуловителей и работают используя действие центробежной силы. Важно отметить, что циклоны могут использоваться для безотходного производства, так как некоторые виды пыли, что собраны этим пылеуловителем возможно подвергнуть переработке.

Применение циклонов типа ЦН-15-600 не разрешено во взрывоопасных средах; не рекомендуется их применять также для улавливания больших частиц пылей, особенно при небольших диаметрах циклонов. Степень очистки газов с помощью пылеуловителя во многом зависит от размера частиц пыли, чем больше их размеры, тем эффективней очистка.

Таблица 16 – Технические характеристики циклона ЦН-15-600

Характеристика	Значение
Наименование	Циклон ЦН-15-600
Производительность, м <sup>3</sup>	3262–3810
Масса, кг	162
Угол наклона патрубка, градусов	15
Цена, руб.	35000

### 3.8 Обоснование технологической линии

На предприятии в месяц образуется 71,67 м<sup>3</sup> древесных отходов, учитывая что их средняя плотность равна 507 кг/м<sup>3</sup>, получим, что в месяц образуется 436314,06 кг сырья. В сутки, соответственно, 18179,75 кг. Сравнив необходимое и имеющееся количество сырья, можно сделать вывод, что для полноценной работы котла образуется достаточное количество древесных отходов.

#### 4.1 Расчет платы за загрязнение окружающей среды

Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. № 344 (ред. от 24.12.2014 г.) «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, в том числе через централизованные системы водоотведения, размещение отходов производства и потребления». Порядком установлено два вида базовых нормативов платы: за выбросы/сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых лимитов, т.е. при значениях, не превышающих уровни предельно допустимых выбросов (ПДВ) или предельно допустимых сбросов (ПДС); то же в пределах установленных лимитов, т.е. при значениях, не превышающих уровней временно согласованных выбросов (ВСВ) или сбросов (ВСС).

За неустановленные (несогласованные, сверхлимитные) выбросы/сбросы, т.е. в пределах, превышающих и уровни ВСВ/ВСС, плата взимается в пятикратном размере по отношению к плате в пределах ВСВ/ВСС.

Суммы платежей в пределах установленных лимитов включаются в себестоимость продукции, а сверх установленных лимитов и несогласованные – осуществляются за счет прибыли, остающейся в распоряжении предприятия – природопользователя.

Плата за загрязнение представляет собой форму возмещения экономического ущерба от выбросов/сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду. Она, с одной стороны, компенсирует затраты на охрану окружающей среды; с другой – выступает средством на предприятие, определяющим его деятельность по снижению выбросов/сбросов.



Данные по расчету суммы платы за негативное воздействие на окружающую среду проводились согласно приложению А.

#### 4.1.1 Расчет сумм платы за выбросы от стационарных источников

Сумму платы за выбросы загрязняющих веществ стационарными источниками в размерах, не превышающих ПДВ ( $P_{н,атм}$ , руб.) определяют по формуле:

$$P_{н,атм} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,атм} \cdot N_{бнi,атм} \cdot M_{i,атм}, \quad (1)$$

при  $M_{i,атм} \leq M_{нi,атм}$ ,

где  $K_{инд}$  – коэффициент индексации платы за загрязнение; он устанавливается ежегодно законом о бюджете (Коэффициент индексации на 2013 год к нормативам платы за негативное воздействие на окружающую среду, установленным Правительством РФ в 2003 году и в 2005 г., 2,2 и 1,79 соответственно (Федеральный закон РФ от 3 декабря 2012 г. № 216-ФЗ «О федеральном бюджете на 2013 год и на плановый период 2014 и 2015 годов», ст. 3));

$K_{э,атм}$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в рассматриваемом районе (для Западно-Сибирского региона  $K_{э,атм} = 1,2$ );

$N_{бнi,атм}$  – базовый норматив платы за выброс одной тонны 1-го загрязняющего вещества в пределах, не превышающих ПДВ, руб./т (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{i,атм}$  – фактическое значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год;

$M_{ni,atm}$  – предельно допустимое значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год, т.е. соответствующее ПДВ.

Таблица 17 – Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Азота оксид	0,3	35	2,2
Зола углей	20,6	7	2,2
Бенз(а)пирен	0,000029	2049801	2,2
Азота диоксид	1,76	52	2,2
Диоксид серы	4,2	21	1,79
Сажа (углерод)	9,5	80	1,79
Оксид углерода	30,1	0,60	2,2

По формуле (1) определяем сумму платы за выбросы от стационарных источников.

$$P_{n,atm.1} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 35,00 \cdot 0,3 = 27,72 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.2} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 7 \cdot 20,6 = 380,69 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.3} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 2049801 \cdot 0,000029 = 156,93 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.4} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 52 \cdot 1,76 = 241,61 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.5} = 1,79 \cdot 1,2 \cdot 21 \cdot 4,2 = 189,45 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.6} = 1,79 \cdot 1,2 \cdot 80,00 \cdot 9,5 = 1632,48 \text{ руб.};$$

$$P_{n,atm.7} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 0,60 \cdot 30,1 = 47,68 \text{ руб.}$$

4.1.2 Сумма платы за сверхлимитные (неустановленные, несогласованные) выбросы стационарными источниками ( $P_{сл,atm}$ , руб.) определяется по формуле (2):

$$P_{сл,atm} = \sum 5 \cdot K_{инд} \cdot K_{э,atm} \cdot N_{блi,atm} \cdot (M_{i,atm} - M_{ли,atm}), \quad (2)$$

при  $M_{i,atm} > M_{ли,atm}$ ,

где  $M_{ли,atm}$  – временно согласованное (лимитное) значение выброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т/год.

Таблица 18 – Выбросы загрязняющих (неустановленных, несогласованных) веществ от стационарных источников

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Уксусный альдегид	0,0001	1025	2,2
Уксусная кислота	0,003	175	2,2
Мучная пыль	0,001	68,5	2,2
Спирт этиловый	0,03	2	2,2

По формуле (2) определяем сумму платы за сверхлимитные (неустановленные, несогласованные) выбросы от стационарных источников.

$$P_{\text{сп.атм.1}} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 1025 \cdot 0,001 = 13,53 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{сп.атм.2}} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 175 \cdot 0,003 = 6,93 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{сп.атм.3}} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 68,5 \cdot 0,001 = 0,90 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{сп.атм.4}} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,2 \cdot 2 \cdot 0,03 = 0,08 \text{ руб.}$$

Плата за выбросы от стационарных источников составляет 2698 рублей.

#### 4.1.3 Расчет суммы платы за выбросы от передвижных источников

Сумма платы за допустимые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от технически исправного транспорта при наличии данных о количестве израсходованного топлива ( $P_{\text{тр}}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{\text{тр}} = \sum K_{\text{инд}} \cdot Y_{e,i} \cdot T_{e,i} \cdot K_{\text{э,атм}}, \quad (3)$$

где  $Y_{e,i}$  – удельная плата за допустимые выбросы загрязняющих веществ, образующихся при использовании одной тонны  $i$ -го вида топлива, руб./т;

$T_{e,i}$  – количество  $i$ -го вида топлива, израсходованного передвижными источниками загрязнения за отчетный период  $T$ .

По формуле (3) определяем сумму платы за выбросы от передвижных источников:

$$P_{\text{тр.1}} = 2,2 \cdot 2,8 \cdot 13,5 \cdot 1,2 = 99,79 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{тр.2}} = 2,2 \cdot 2,5 \cdot 11,5 \cdot 1,2 = 75,9 \text{ руб.}$$

Таблица 19 – Значение удельной платы за сжигание топлива исправными техническими средствами на ФКУ «ЛИУ № 21»

Вид топлива	Единица измерения	Фактическое количество израсх. топлива	Значение удельной платы ( $Y_{e,i}$ ), руб./т
Бензин АИ-92, 93, 95	тонн	5,82	1,3
Дизельное топливо	тонн	37,125	2,5

Плата за выбросы от передвижных объектов составляет 175,69 рублей.

#### 4.1.4 Расчет суммы платы за размещение отходов

Сумма платы за размещение отходов в пределах установленных природопользователю лимитов ( $P_{л,отх}$ , руб.) определяется по формуле:

$$P_{л,отх} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,отх} \cdot N_{блi,отх} \cdot M_{i,отх}, \quad (4)$$

при  $M_{i,отх} \leq M_{ли,отх}$ ,

где  $K_{э,отх}$  – коэффициент экологической ситуации и значимости состояния почв в рассматриваемом регионе, доли единицы (для Западно-Сибирского региона  $K_{э,отх} = 1,2$ );

$N_{блi,отх}$  – базовый норматив платы за размещение отходов  $i$ -го вида в пределах установленных лимитов, руб./т;

$M_{i,отх}$  – фактическое количество размещаемых отходов  $i$ -го вида, т (или  $m^3$ );

$M_{ли,отх}$  – годовой лимит на размещение отходов, т (или  $m^3$ ).

По формуле (4) определяем сумму платы за размещение отходов

$$P_{л,отх1} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 248,4 \cdot 19,975 = 13099,13 \text{ руб.};$$

$$P_{л,отх2} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 18,8125 = 744,98 \text{ руб.};$$

$$P_{л,отх3} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 61,575 = 2438,37 \text{ руб.};$$

$$P_{л,отх4} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 497 \cdot 0,074 = 97,09 \text{ руб.};$$

$$P_{л,отх5} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 1739,2 \cdot 0,06 = 275,49 \text{ руб.};$$

$$P_{л,отх6} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 248,4 \cdot 0,8212 = 538,52 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{л,отх7}} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 497 \cdot 0,001 = 1,31 \text{ руб.};$$

$$P_{\text{л,отх8}} = 2,2 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot 153,57 = 6081,37 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Данные по размещению отходов производства и потребления

Наименование отхода	Класс опасности	Нормативы платы за размещение 1 тонны измерения отходов в пределах установленных лимитов, $N_{\text{бл,отх}}$ , руб./ед.изм.	Образовалось за отчетный период в собств. производстве, тонн или $\text{м}^3$
ТБО (твердые бытовые отходы)	4	248,4	19,975
Золошлаки	5	15	18,8125
Опилки	5	15	61,575
Масла индустриальные отработанные	3	497	0,074
Шины пневматические отработанные	4	248,4	0,8212
Фильтры автомашин отработанные	3	497	0,001
Кусковые отходы деревообработки (обрезь)	5	15	153,57
Аккумуляторы свинцовые отработанные с не слитым электролитом	1	1739,2	0,06

Плата за размещение отходов составляет 21276,36 рублей.

4.1.5 Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности

Сумма платы за сброс загрязняющих веществ, согласно проекту ПДС ( $P_{\text{н,вод}}$ , руб.) в размерах, не превышающих установленные природопользователю определяется по формуле:

$$P_{н,вод} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,вод} \cdot N_{бнi,вод} \cdot M_{i,вод}, \quad (5)$$

$$\text{при } M_{i,вод} \leq M_{нi,вод},$$

где  $K_{э,вод}$  – коэффициент экологической ситуации и значимости состояния водного объекта, доли единицы (принимается по Кемеровской области  $K_{э,вод} = 1,29$ );

$N_{бнi,вод}$  – базовый норматив платы за сброс  $i$ -го загрязняющего вещества в размерах, не превышающих ПДС, руб./ед. измерения загрязнителя (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления»(с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{i,вод}$  – фактическое количество сброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т;

$M_{нi,вод}$  – значение предельно допустимого для природопользователя сброса  $i$ -го загрязняющего вещества, т.

Таблица 21 – Данные по сбросам сточных вод

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Азот	2,7	5510	2,2
СПАВ	0,5	552	2,2
Нефтепродукты	2,0	5510	2,2

По формуле (5) определяем сумму платы за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности:

$$P_{н,вод.1} = 2,2 \cdot 1,29 \cdot 5510 \cdot 2,7 = 42220,93 \text{ руб.}$$

4.1.6 Сумма платы за сброс загрязняющих веществ ( $P_{л,вод}$ , руб.) в пределах установленных лимитов определяется по формуле:

$$P_{л,вод} = \sum K_{инд} \cdot K_{э,вод} \cdot N_{блi,вод} \cdot (M_{i,вод} - M_{нi,вод}), \quad (6)$$

$$\text{при } M_{нi,вод} < M_{i,вод} \leq M_{лi,вод},$$

где  $N_{\text{бл},\text{вод}}$  – базовый норматив платы за сброс 1 т 1-го загрязняющего вещества в пределах установленного лимита, руб./т (Постановление Правительства РФ от 12 июня 2003 г. № 344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.));

$M_{\text{л},\text{вод}}$  – значение временно согласованного предприятию лимита сброса загрязняющего вещества, т.

$$P_{\text{н},\text{вод}, 2} = 2,2 \cdot 1,29 \cdot 552 \cdot (0,5 - 0,4) = 156,66 \text{ руб.}$$

4.1.7 Сумма платы за сверхлимитный сброс загрязняющих веществ ( $P_{\text{сл},\text{вод}}$ , руб.) определяется по выражению:

$$P_{\text{сл},\text{вод}} = \sum 5 \cdot K_{\text{инд}} \cdot K_{\text{э},\text{вод}} \cdot N_{\text{бл},\text{вод}} \cdot (M_{i,\text{вод}} - M_{\text{л},\text{вод}}), \quad (7)$$

при  $M_{i,\text{вод}} > M_{\text{л},\text{вод}}$ ,

$$P_{\text{н},\text{вод}, 3} = 5 \cdot 2,2 \cdot 1,29 \cdot 5510 \cdot (2,0 - 1,6) = 2843,16 \text{ руб.}$$

Плата за сброс загрязняющих веществ в водные объекты и на рельеф местности составляет 45220,75 рублей.

#### 4.2 Определение предотвращенного экономического ущерба

Под ущербом следует понимать фактические или возможные потери, возникающие в результате негативных изменений в природной среде вследствие антропогенного воздействия. Загрязнение среды является причиной различных экологических (натуральных) и экономических ущербов.

Под экономическим (эколо-экономическим) ущербом от деградации окружающей среды понимается денежная оценка негативных изменений компонентов окружающей среды под воздействием загрязнения.

Экологический ущерб окружающей среде означает фактические экологические и социальные потери, возникшие в результате нарушения

природоохранного законодательства, хозяйственной деятельности человека, стихийных экологических бедствий, катастроф. Для последующего анализа необходимо иметь более точное представление о структуре общего экономического ущерба от загрязнения природной среды (табл. 22).

Таблица 22 – Классификация экологических ущербов

Виды ущерба	Подвиды ущерба
1. Ущерб, причиняемый материальным объектам.	1. Ущерб материальным объектам в производственном секторе. 2. Ущерб в потребительском секторе.
2. Ущерб здоровью и жизни населения.	1. Ущерб от повышенной заболеваемости населения. 2. Ущерб от потери трудоспособности. 3. Ущерб от повышения смертности населения.
3. Ущерб природно-ресурсной системе.	1. Ущерб, причиняемый земельным ресурсам. 2. Ущерб, причиняемый лесным ресурсам. 3. Ущерб, причиняемый рыбным ресурсам. 4. Ущерб особо охраняемым, рекреационным зонам.

Механизм возникновения ущерба от загрязнения можно представить следующей схемой:

- образование вредных отходов вследствие хозяйственной деятельности и жизни человека;
- поступление загрязнений (отходов) в окружающую природную среду;
- изменение (ухудшение) некоторых свойств окружающей природной среды;
- изменение (ухудшение) условий жизнедеятельности под воздействием изменения свойств окружающей среды;
- ухудшение показателей качества жизни, материальных условий производства;
- снижение показателей производительности труда вследствие ухудшения качества жизни.



Методы оценки экономических ущербов от загрязнения окружающей природной среды подразделяются на 4 вида:

1. Метод денежной оценки физических изменений в окружающей среде (метод прямого счета).
2. Метод расчета по «монозагрязнителю».
3. Метод обобщенных косвенных оценок.
4. Метод производственных функций.

#### 4.2.1 Расчет значения предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов

Значение предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов ( $Y_{пр}^B$ , тыс. руб.) может быть определен по формуле:

$$Y_{пр}^B = Y_{уд,г}^B \cdot M^B \cdot K_{э,г}^B, \quad (8)$$

где  $Y_{уд,г}^B$  – показатель удельного ущерба водным объектам в г-регионе, тыс. руб./усл. т загрязнителя (принимается по Кемеровской области  $Y_{уд,г}^B = 8219,2$  руб./усл. т);

$M^B$  – приведенная масса загрязняющих веществ, которая могла бы быть сброшена в водоем, если бы не осуществлялись природоохранные мероприятия, усл. т;

$K_{э,г}^B$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов в рассматриваемом г-регионе (принимается по Кемеровской области  $K_{э,г}^B = 1,29$ ).

Значение  $M^B$ , в свою очередь, определяют по выражению:

$$M^B = \sum m_i^B \cdot A_i^B, \quad (9)$$

где  $m_i^B$  – фактическая (расчетная) масса i-го загрязняющего вещества, не допущенная к попаданию в водную среду, т;

$A_i^B$  – коэффициент агрессивности (относительной эколого-экономической опасности) загрязняющего вещества, доли единицы.

Таблица 23 – Данные по предотвращенным сбросам

Наименование загрязнителя	Масса ( $m_{iB}$ ), т	Значение $A_i^B$ , доли единицы
Ацетон	0,1	20,00
Толуол	0,2	1,0

По формулам (8)–(9) определяем значение предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных объектов:

$$M^B = (0,1 \cdot 20,00) + (0,2 \cdot 1,0) = 2,2 \text{ усл. т.};$$

$$U_{\text{пр}}^B = 8219,2 \cdot 2,2 \cdot 1,29 = 23326,10 \text{ тыс. руб.}$$

4.2.2 Расчет значения предотвращенного ущерба атмосферному воздуху от стационарных источников вследствие проведения природоохранных мероприятий

Значение предотвращенного ущерба атмосферному воздуху от стационарных источников ( $U_{\text{пр,ст}}^A$ , тыс. руб.) вследствие проведения природоохранных мероприятий определяют по формуле:

$$U_{\text{пр,ст}}^A = U_{\text{уд,г}}^A \cdot M_{\text{ст}}^A \cdot K_{\text{э,г}}^A, \quad (10)$$

где  $U_{\text{уд,г}}^A$  – показатель удельного ущерба атмосферному воздуху в г-регионе, тыс. руб./усл. т загрязнителя (принимается для Западно-Сибирского региона  $U_{\text{уд,г}}^A = 46,6$  руб./усл.т);

$M_{\text{ст}}^A$  – приведенная масса загрязняющих веществ, которая могла бы быть выброшена в атмосферу от стационарных источников, если бы не осуществлялись природоохранные мероприятия, усл. т;

$K_{\text{э,г}}^A$  – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха в рассматриваемом г-регионе (принимается для Западно-Сибирского региона  $K_{\text{э,г}}^A = 1,2$ ).

Значение  $M_{\text{ст}}^A$ , в свою очередь, определяют по выражению:

$$M_{\text{ст}}^A = \sum m_{i,\text{ст}}^A \cdot A_i^A, \quad (11)$$

где  $m_{i,\text{ст}}^A$  – фактическая (расчетная) масса i-го загрязняющего вещества, не допущенная к попаданию в атмосферу, т;

$A_i^A$  – коэффициент агрессивности (относительной эколого-экономической опасности) загрязняющего вещества, доли единицы;

Таблица 24 – Данные по предотвращенным выбросам от стационарных источников

Наименование загрязнителя	Масса ( $m_{\text{истА}}$ ), т	Значение $A_i^A$ доли единицы
Сажа	0,3	33,5
Соединения свинца	0,4	5000

По формулам (10)–(11) определяем значение предотвращенного ущерба атмосферному воздуху от стационарных источников:

$$M_{\text{ст}}^A = (0,3 \cdot 33,5) + (0,4 \cdot 5000) = 2010,50 \text{ усл. т.};$$

$$Y_{\text{пр,ст}}^A = 46,6 \cdot 2010,50 \cdot 1,2 = 112427,16 \text{ тыс. руб.}$$

4.2.3 Расчет суммы предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосфере передвижными источниками

Сумма предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу ( $Y_{\text{пр,тр}}^A$ , тыс. руб.) передвижными источниками определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр,тр}}^A = Y_{\text{уд,г}}^A \cdot K_{\text{э,г}}^A \cdot [\sum(\Delta m_{i,\text{тр}} \cdot A_i^A)], \quad (12)$$

где  $\Delta m_{i,\text{тр}}$  – фактическое снижение выбросов в атмосферу  $i$ -го загрязняющего вещества транспортными средствами, т.

Таблица 25 – Данные по предотвращенным выбросам от передвижных источников

Наименование загрязнителя	Масса ( $m_{\text{истА}}$ ), т	Значение $A_i^A$ доли единицы
Оксид углерода	2,4	0,40
Двуокись серы	0,7	20,0

По формуле (12) определяем сумму предотвращенного ущерба от выбросов загрязняющих веществ в атмосферу передвижными источниками:

$$Y_{\text{пр,тр}}^A = 46,6 \cdot 1,2 \cdot [(2,4 \cdot 0,40) + (0,7 \cdot 20,7)] = 836,56 \text{ тыс. руб.}$$

#### 4.2.4 Расчет значения предотвращенного эколого-экономического ущерба вследствие прекращения деградации почв и земель после проведения природоохранных мероприятий

Значение предотвращенного эколого-экономического ущерба ( $Y_{\text{пр,д}}^{\text{П}}$ , тыс. руб.) вследствие прекращения деградации почв и земель после проведения природоохранных мероприятий определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр,д}}^{\text{П}} = Y_{\text{уд,г}}^{\text{П}} \cdot \Sigma (S_j \cdot K_{\text{n,j}}), \quad (13)$$

где  $Y_{\text{уд,г}}^{\text{П}}$  – показатель удельного ущерба почвам и земельным ресурсам в г-регионе, тыс. руб./га ( $Y_{\text{уд,г}}^{\text{П}} = 22$  тыс. руб./га);

$S_j$  – площадь земель j-го типа, сохраненных от деградации вследствие природоохранной деятельности, га;

$K_{\text{n,j}}$  – коэффициент природно-хозяйственной значимости состояния почв j-го типа, доли единицы.

Таблица 26 – Данные по предотвращенному ущербу земельным ресурсам

Типы земель	Значение $K_{\text{n,j}}$ , доли единицы	Площадь ( $S_j$ ), га
Болота	1,7	0,4
Сельхозугодья	2,2	1,2

По формуле (13) определяем значение предотвращенного эколого-экономического ущерба вследствие прекращения деградации почв и земель после проведения природоохранных мероприятий:

$$Y_{\text{пр,д}}^{\text{П}} = 22 \cdot ((1,2 \cdot 2,2) + (0,4 \cdot 1,7)) = 73,04 \text{ тыс. руб.}$$

На предприятии в процессе производственной деятельности производятся выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными и передвижными источниками, а так же сбросы вредных веществ в водные объекты и временное накопление, и размещение отходов производства и потребления. На ФКУ «ЛИУ № 21» имеется разрешительная документация в области природопользования. Плата за загрязнение окружающей среды производится ежеквартально.

## 5 Социальная ответственность

### 5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

При оценке воздействия негативных факторов на человека следует учитывать степень влияния их на здоровье и жизнь человека.

Классификация опасных и вредных факторов дана в основополагающем стандарте ГОСТ 12.0.003-84 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Работа сотрудников связана непосредственно со станками для обработки дерева, а следовательно, подвержена вредным воздействиям целой группы факторов, что существенно снижает производительность его труда. К таким факторам можно отнести:

- недостаточная освещенность рабочего места;
- запыленность рабочего места;
- воздействие шума;
- воздействия вибраций.

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии с СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона и контрасты объекта с фоном.

В производственном помещении имеется естественное (источником его является солнце) освещение производится через оконные проемы, пять окон размером 90 x 150 см искусственное освещение, представленное восьмью светильникам типа ОД и ОДОР. Светильники имеют по две люминесцентные лампы ЛД (белого цвета) мощностью 80 Вт.

Гигиеническое нормирование параметров микроклимата установлено системой стандартов безопасности труда ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух

рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548.96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

Существенное влияние на состояние организма человека, его работоспособность оказывает микроклимат в производственных помещениях - климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения нагретых поверхностей.

Микроклимат производственных помещений, в основном, влияет на тепловое состояние организма человека и его теплообмен с окружающей средой.

Оптимальные параметры микроклимата обеспечиваются фильтрации воздуха с помощью установленного в помещении фильтра Циклон ЦН-15-600, а допустимые параметры – обычными системами вентиляции и отопления.

В холодный период года проводится обогрев помещения системой отопления.

Относительная влажность (в теплый период года от 40 до 60 %, в холодный от 40 до 60 %) и скорость движения воздуха (0,1 м/с) соответствуют нормам в течение всего года.

Несмотря на то, что параметры микроклимата производственных помещений могут значительно колебаться, температура тела человека остается постоянной (36,6 °С). Нормальное протекание физиологических процессов в организме возможно лишь тогда, когда выделяемое организмом тепло непрерывно отводится в окружающую среду.

Снижение температуры при всех других одинаковых условиях приводит к росту теплоотдачи путем конвекции и излучения и может привести к переохлаждению организма. При высокой температуре практически все тепло, которое выделяется, отдается в окружающую среду испарением пота.

Недостаточная влажность приводит к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыханию и эрозии, загрязнению болезнетворными

микробами. Вода и соли, выделяемые из организма потом, должны замещаться, поскольку их потеря приводит к сгущиванию крови и нарушению деятельности сердечнососудистой системы.

Повышение скорости движения воздуха способствует усилению процесса теплоотдачи конвекцией и испарением пота.

Длительное влияние высокой температуры в сочетании со значительной влажностью может привести к накоплению тепла в организме и к гипертермии – состоянию, при котором температура тела повышается до 38–40 °С.

При низкой температуре, значительной скорости и влажности воздуха возникает переохлаждение организма (гипотермия). В следствие воздействия низких температур могут возникнуть холодовые травмы.

Параметры микроклимата оказывают также существенное влияние на производительность труда и на травматизм.

Нормированные параметры шума определены ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Шумом называется беспорядочное сочетание звуков различной высоты и громкости, вызывающее неприятное субъективное ощущение и объективные изменения органов и систем.

Человек способен воспринимать как звук колебания с частотой от 16 до 20 000 Гц.

Весь комплекс нарушений, развивающийся в организме при действии шума, можно объединить в так называемую шумовую болезнь. Шумовая болезнь – это общее заболевание всего организма, развивающееся в результате воздействия шума, с преимущественным поражением центральной нервной системы и слухового анализатора.

Для постоянного шума нормирование производится в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц. Для ориентировочной оценки допускается измерять в дБА.

Преимущество измерения шума в дБА – децибел акустический заключается в том, что позволяет определять превышение допустимых уровней шума без спектрального анализа его в октавных полосах.

Меры по предупреждению вредного воздействия шума на предприятии:

- производится тщательная пригонка деталей, смазка, замена металлических деталей незвучными материалами;
- поглощение вибрации деталей, применение звукопоглощающих прокладок, хорошая изоляция при установке машин на фундаменты;
- звукоизоляция (использование кожухов, выдача рабочим наушников, берушей).

Так же проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры рабочих с обязательной проверкой слуха аудиометрами или камертонами.

Нормированные параметры вибраций определены ГОСТ 12.1.012-2004. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.

Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.

Вибрация представляет собой механическое колебательное движение, при котором материальное тело периодически через определенный промежуток времени проходит одно и то же устойчивое положение.

Человек в состоянии ощущать вибрацию в диапазоне от долей герца до 8000 Гц. Вибрация более высокой частоты воспринимается как тепловое ощущение. Вибрация с частотой колебания более 16 Гц воспринимается и как низкочастотный шум.

По способу передачи на человека вибрация подразделяется на:

- общую (вибрация рабочих мест) – передается через опорные поверхности на тело человека;
- локальную – через руки при работе с разными инструментами (машинами).



Вибрация, передающаяся на организм человека, вне зависимости от места контакта распространяется по всему телу.

Наиболее высокой вибрационной чувствительностью обладает кожа ладонной поверхности концевых фаланг пальцев рук. Наибольшая чувствительность наблюдается к вибрации с частотами 100–250 Гц, причем в дневное время чувствительность выражена в большей степени, чем утром и вечером.

Вибрационный фактор служит источником многих заболеваний, объединенных в отечественной литературе под общим названием «вибрационная болезнь». Разные формы этого заболевания существенно отличаются между собой как по клинической картине, развитию и течению, так и по механизму своего возникновения и патогенезу.

Так как на рабочем месте от работы станков вибрация незначительная, то средств индивидуальной защиты для рабочих не требуется.

## 5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

К опасным производственным факторам рабочего места ведущего инженера по охране окружающей среды относятся:

- поражение электрическим током;
- пожароопасность.

Электрические установки, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведения профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Все электрические приборы имеют необходимое заземление. Перед каждым станком расположен прорезиненный коврик. С персоналом работающим с электроприборами проводится инструктаж по технике безопасности и правилу использования электроустановок.

Для снижения опасности поражения молнией объектов экономики, зданий и сооружений на предприятии установлена молниезащита в виде заземленных металлических мачт и натянутых высоко над сооружениями объекта проводами.

Таким образом, защита от поражения электрическим током обеспечена с соблюдением ГОСТ Р 50571.3-94 Требования по обеспечению по безопасности. Защита от поражения электрическим током, и опасность возникновения поражения электрическим током может возникнуть только в случае грубейшего нарушения правил техники безопасности.

Общие требования к пожарной безопасности нормируются ГОСТ 12.1.004-91 в соответствии с общесоюзными нормами технологического проектирования все производственные здания и помещения по взрывопожарной опасности подразделяются на категории А, Б, В, Г и Д.

Рассматриваемое помещение по взрывопожароопасности подходит под категорию В.

Производство пеллет – процесс, сопряженный с множеством рисков, в том числе и с риском возникновения пожара. Это вызвано с одной стороны, горючестью как пеллет так и сырья, используемого для их производства, а с другой стороны, самой технологией «выпекания» пеллет.

Одной из наиболее распространенных причин пожаров на предприятиях по производству пеллет является трение.

Пример: трение может привести к перегреву материала, что может вызвать воспламенение в конвейере или, что еще хуже, внутри гранулятора.

Скопление (налипание) материала создает трение между прессомгранулятором и матрицей, в результате чего происходит перегревание и несущие опасность перегретые пеллеты выходят из матрицы.

Здание оснащено автоматическим средством обнаружения пожара – пожарной сигнализацией. Пожарная сигнализация должна быстро и точно сообщать о пожаре с указанием места его возникновения.

В здании размещены первичные средства пожаротушения: пожарный щит, ящики с песком, огнетушители порошковые (ОП-5) – предназначен для тушения возгорания твердых, жидких и газообразных веществ (класса А, В, С или В, С в зависимости от типа применяемого порошка), а так же электрооборудования, находящегося под напряжением до 1000 В, так же имеются средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Для эвакуации людей при пожаре имеется эвакуационный выход и главный вход. Удаление дыма из горящего помещения производится через оконные проемы.

На территории ФКУ ЛИУ № 21 имеются пожарные гидранты и собственная пожарная часть.

### 5.3 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

В работе ФКУ ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области выявлены случаи загрязнения атмосферы, гидросферы и литосферы. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарными и передвижными объектами согласно проекту ПДВ не превышают установленных лимитов, размещение отходов согласно проекту ПНООЛР так же не превышают установленных лимитов. Так как на предприятии нет проекта ПДС (НДС), то производятся платежи сверх установленных норм, то есть в пятикратном размере. Количество загрязняющих веществ выбрасываемых в атмосферный воздух, сбрасываемых в водные объекты и размещение отходов производства и потребления указаны в приложение А.

В связи с загрязнением ОС проводится производственный контроль, согласно ПДВ, и ПНООЛР. Согласно постановлению правительства от 12 июня 2003 г. № 344 введен в действие измененный «Порядок определения платы и её предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия». Предприятие осуществляет платежи за негативное воздействие на окружающую среду.

## 5.4 Защита в чрезвычайных ситуациях

Под землетрясением понимают колебания грунта. Волны, которые вызывает земля, называются сейсмическими. По шкале Рихтера осуществляется классификация землетрясений по магнитудам, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях.

В нашем районе максимально возможная сила землетрясения 3–4 балла, проявляется лишь легкое дребезжание и колебание предметов, посуды, стекол, скрип дверей. Землетрясение такой силы не приводит к разрушению зданий и сооружений и не приносит жителям города никакого ущерба. Основные рекомендации при землетрясении – не допускать паники.

Метеорологические опасные явления:

- снежные заносы;
- метели;
- грозы.

Метели и снежные заносы. Метель (вьюга) – это перенос снега сильным ветром над поверхностью земли. Количество переносимого снега определяется скоростью ветра, а участки аккумуляции снега – его направлением. В процессе метельного переноса снег движется параллельно поверхности земли. При этом основная масса его переносится в слое высотой менее 1,5 м. Рыхлый снег поднимается и переносится ветром при скорости 3–5 м/с и более (на высоте 0,2 м).

Молния – это искровой разряд электростатического заряда кучевого облака, сопровождающийся ослепительной вспышкой и резким звуком (громом).

Опасность. Молниевый разряд характеризуется большими токами, а его температура доходит до 300000 градусов. Дерево при ударе молнии расщепляется и даже может загореться. Расщепление дерева происходит вследствие внутреннего взрыва из-за мгновенного испарения внутренней влаги древесины.

Пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Примерно 80 % всех пожаров возникает по вине человека из-за нарушения мер пожарной безопасности при обращении с огнем, а также в результате использования неисправной техники. Бывает, что пожары возникают в результате удара молнии во время грозы.

Для решения проблемы лесных пожаров разработано большое количество специальных мероприятий. Противопожарные и профилактические действия планируются и проводятся обязательно в указанные сроки. От их качественного исполнения зависит вероятность возникновения очагов огня в лесах и распространения его по окружающей местности.

Так как предприятие находится на границе с лесом, для того чтобы не возник пожар на предприятии вследствие возгорания лесов и не нанес ущерб предприятию, а самое главное не унес жизни людей, и на оборот, вследствие возникновения пожара на предприятии не пострадал лес проводятся следующие предупредительные работы:

- обязательная санитарная вырубка леса. Она проводится по мере старения деревьев и поражения их короедами;
- зачистка участков леса от возможного возгорания. Создаются минерализованные полосы, расстояние между которыми должно достигать шестидесяти метров. Слой надпочвенного покрова между полосами выжигается;
- на границе леса и предприятия установлены заградительные препятствия со средствами тушения пожара.

В случае возникновения пожара, на территории предприятия имеются пожарные гидранты и пожарная часть. В каждом здании имеется пожарная сигнализация и первичные средства пожаротушения (пожарные щиты, огнетушители и т. п.).

Если пожарный расчет не справляется, то организуется эвакуация осужденных, сотрудников в безопасное место.

## 5.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Нормирование естественного и искусственного освещения осуществляется в соответствии с СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона и контрасты объекта с фоном. Для обеспечения требуемой освещенности необходимо рассчитать систему освещения на рабочем месте. Площадь составляет  $90 \text{ м}^2$ .

Нормами для данных работ установлена необходимая освещённость рабочего места  $E = 300 \text{ лк}$ .

Основные характеристики используемого осветительного оборудования и рабочего помещения:

- тип светильника – двухламповый светильник типа ОД или ОДОР;
- наименьшая высота подвеса ламп над полом –  $h_2 = 5 \text{ м}$ ;
- высота рабочей поверхности –  $h_1 = 1,2 \text{ м}$ ;
- нормируемая освещенность рабочей поверхности  $E = 300 \text{ лк}$  для общего освещения;
- длина  $A = 9 \text{ м}$ , ширина  $B = 10 \text{ м}$ , высота  $H = 5 \text{ м}$ ;
- коэффициент запаса для помещений со средними выделениями пыли, дыма или копоти  $k = 1,8$ ;
- коэффициент отражения стен  $\rho_c = 30 \% (0,3)$ ;
- коэффициент отражения потолка (чистый бетон)  $\rho_{\text{п}} = 50 \% (0,5)$ .

Произведем размещение осветительных приборов. Используя соотношение для наивыгоднейшего расстояния между светильниками:

$$\lambda = \frac{L}{h}, \quad (14)$$

где  $\lambda$  – наивыгоднейшее расположение светильников;

$L$  – расстояние между светильниками;

$h$  – высота подвеса светильников над рабочей поверхностью.

Высота  $h$  равна разности между наименьшей высотой подвеса ламп над

полом ( $h_2$ ) и высотой рабочей поверхности ( $h_1$ ), то есть:

$$h = h_2 - h_1.$$

По формуле (14) определяем высоту разности между наименьшей высотой подвеса ламп над полом и высотой рабочей поверхности.

$$h = 5 - 1,2 = 3,8 \text{ м.}$$

Тогда  $\lambda$  принимаем 1,2 (для светильников с защитной решеткой).

$$L = \frac{\lambda \cdot h}{10}. \quad (15)$$

По формуле (15) определим расстояние от стен помещения до крайних светильников.

$$L = \frac{1,2 \cdot 3,8}{10} = 0,46 \text{ м.}$$

Величина светового потока лампы определяется по следующей формуле (16):

$$\Phi = \frac{(E \cdot k \cdot S \cdot Z)}{(n \cdot \eta)}, \quad (16)$$

где  $\Phi$  – световой поток каждой из ламп, Лм;

$E$  – минимальная освещенность, Лк;

$k$  – коэффициент запаса;

$S$  – площадь помещения,  $\text{м}^2$ ;

$n$  – число ламп в помещении;

$\eta$  – коэффициент использования светового потока (в долях единицы)

выбирается из таблиц в зависимости от типа светильника, размеров помещения, коэффициентов отражения стен и потолка помещения;

$Z$  – коэффициент неравномерности освещения (для светильников с люминесцентными лампами  $Z = 0,9$ ).

Найдем индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(h \cdot (A+B))}, \quad (17)$$

По формуле (17) определим индекс помещения:

$$i = \frac{90}{(3,8 \cdot (9 + 10))} = 1,25.$$

Таким образом, коэффициент использования светового потока  $\eta$  для светильников типа ОД равен 0,46 и для светильников ОДОР 0,28 (СНиП 23-05-95).

По формуле (16) определим величину светового потока лампы.

$$\Phi_{\text{ОД}} = \frac{(300 \cdot 1,8 \cdot 90 \cdot 0,9)}{(8 \cdot 0,43)} = 12715 \text{ Лм};$$

$$\Phi_{\text{ОДОР}} = \frac{(300 \cdot 1,8 \cdot 90 \cdot 0,9)}{(8 \cdot 0,28)} = 19527 \text{ Лм}.$$

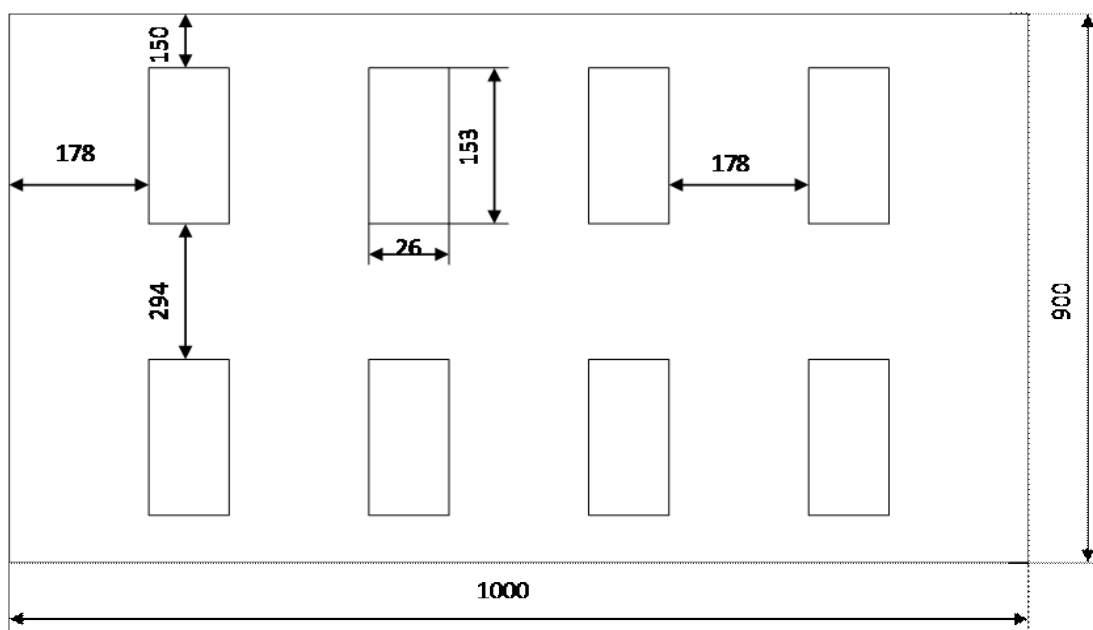


Рисунок 2 – Схема распределения светильников

В помещении расположено восемь светильников и два выключателя. При включении одного из «выключателей» светильники включаются в шахматном порядке. Данных светильников не достаточно для освещения помещения, необходимо добавить светильники, или заменить лампы на более мощные.

## 5.6 Заключение по разделу «Социальная ответственность»

Работа сотрудников связана непосредственно со станками для обработки дерева, а следовательно, подвержена вредным воздействиям целой группы



факторов, что существенно снижает производительность труда. В данной части выпускной квалификационной работы был проведен анализ вредных и опасных производственных факторов. В результате исследования объекта были получены следующие выводы:

- для повышения работоспособности сотрудников нужно чередовать период труда и отдыха, согласно виду и категории трудовой деятельности;
- для снижения вредного воздействия древесной пыли на организм, на рабочем месте необходимо установить еще один фильтр Циклон ЦН-15-600;
- скомпоновать на основном оборудовании средства информации (контрольно-измерительные приборы) и органы управления (кнопки, педали, рычаги, клапана, выключатели и т.п.). Все эти меры будут способствовать эффективной работе, сохранять здоровье и жизнь рабочих в безопасности и беречь имущество организации от повреждения или уничтожения.

## Заключение

Пеллеты являются экологически чистым топливом, так как при их сгорании выделяют ровно столько  $\text{CO}_2$ , сколько было впитано деревом при его росте (закрытый углеродный обмен), в отличие от угля и т.д. Т.е. при сжигании пеллет количество выделяемого углекислого газа в атмосферу не превышает объем выбросов, который образовался бы путем естественного разложения древесины.

Таким образом, видим что отходы деревообработки возможно широко использовать в различных сферах промышленности. Наиболее выгодным является производство биотоплива на основе древесных опилок, а именно древесного угля, пеллетов и топливных брикетов. Россия отстает в развитии этого направления рынка, в то время как многие Западные страны все более активно переходят на топливо из отходов других производств, в частности деревообработки.

Такой способ имеет множество преимуществ:

- экономия ископаемых видов топлива;
- снижения выбросов газов сгорания топлива;
- снижение затрат;
- уменьшение нагрузки на окружающую среду;
- рациональное использование отходов.

Кроме этого из древесных отходов можно извлекать путем автогидролиза ценные химические компоненты, такие как целлюлозосодержащие полуфабрикаты чистую целлюлозу, низкомолекулярный лигнин, левулиновую кислоту и активные угли, включая комбинацию метода взрывного автогидролиза древесины, кислотного катализа её целлюлозной составляющей, окислительного катализа низкомолекулярного лигнина и пиролиза твёрдого остатка.

Использование в составе строительных материалах отходов деревообрабатывающей промышленности позволяет не только выгодно утилизировать эти отходы и значительно удешевить саму продукцию, но и снизить вырубку лесов для этих целей.

Открывая производства, основанные на переработке древесных отходов, будут созданы новые рабочие места, что улучшит экономическое состояние деревообрабатывающих регионов.

На сегодняшний день рынок растет колоссальными темпами. Цены растут постоянно, и если будет подписан Киотский протокол, спрос на гранулы будет просто огромный. На сегодняшний день основными потребителями являются европейские страны. Как правило, в сырьевых странах такой рынок не развивается.

В России этот рынок уже формируется и вскоре начнет активно расширяться. Связано это с тем, что топливные гранулы используются для отопления коттеджей, а в России средний класс начинает обзаводиться загородным жильем. Многие уже знают о том, что коттеджи можно отапливать посредством каминов, котлов на древесных отходах, и готовы это оборудование покупать. А в Европе подобный способ отопления домов – уже обычное дело, и во всех крупных супермаркетах продаются гранулы в упаковке разного объема. Пока, самый высокий спрос – на тонкие 6-миллиметровые чистые гранулы, поскольку они являются основным энергоносителем для домашних каминов.

Так как на предприятии образуются древесные отходы такие как, опилки и кусковые отходы деревообработки (обрезь), то пеллеты будем производить из данного вида отходов. Содержание влаги в пеллетах не должно превышать 12 %, а размеры должны быть не более 5 x 5 мм.

В первую очередь подобрали подходящее помещение, в котором будет установлено производственное оборудование. Выбранное помещение расположено недалеко от основного места образования опилок и обрезки.

Линия по производству пеллет состоит из следующих агрегатов:

- дробилки GRAN-C 50E;

- сушилки серии NHGJ;
- пеллетайзера GRAN10E.

При установке и использовании всего комплекса по производству древесных пеллет еще одной задачей является организация фильтрации пыли. Для решения этой проблемы мы предлагаем использовать обычный пылеуловитель (или циклон). Пылеуловитель циклон подойдет для помещений, в которых есть древесная стружка, угольная или мучная пыль, хлопкопрядильное производство, а так же в мастерских по обработке камня.

Целью данной работы являлась разработка технологической линии производства пеллет в процессе переработки отходов древесины в ФКУ ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области.

В работе было описано предприятие, раскрыт состав производственного контроля в области обращения с отходами и их характеристика.

Были рассмотрены мероприятия утилизации и переработки отходов на производстве на данный момент, а так же предлагаемая схема по переработке опилок и кусковых отходов деревообработки.

Так же в ходе выполнения работы были решены поставленные нами задачи:

- проанализировать основные направления переработки и утилизации древесных отходов на основе обзора научно-технической литературы;
- изучить деятельность предприятия ФКУ ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области по обращению с отходами производства. Рассмотреть какие отходы образуются на производстве, их количество и состав;
- разработать технологическую линию получения пеллет из отходов древесины с подбором соответствующего оборудования;
- произвести расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду и определить предотвращенный эколого-экономический.

Таким образом, цель данной работы – разработать технологический процесс и технологическую линию производства пеллет в ФКУ ЛИУ № 21 ГУФСИН России по Кемеровской области достигнута.

## Список используемых источников

1. Перельгин Л.М. Древесиноведение // Л.М. Перельгин. – М.: Наука, 1969. – 175 с.
2. Козлов В.Н. Пиролиз древесины / В.Н. Козлов. – М.: АН СССР, 1952. – 86 с.
3. Методы оценки ресурсов древесных отходов [Электронный ресурс] // Студопедия, 2014. – Режим доступа: [http://studopedia.ru/3\\_87806\\_metodi-otsenki-resursov-drevesnih-othodov.html](http://studopedia.ru/3_87806_metodi-otsenki-resursov-drevesnih-othodov.html). Дата обращения: 15.03.2016 г.
4. Оборудование для переработки опилок [Электронный ресурс] // Промышленность России, 2015. – Режим доступа: [http://hromax.ru/oborudovanie\\_po\\_pererabotke\\_opilok.html](http://hromax.ru/oborudovanie_po_pererabotke_opilok.html). Дата обращения: 15.03.2016 г.
5. Арболит – стоит ли строить дом? Плюсы и минусы арболита, его применение и характеристики [Электронный ресурс] // ООО фирма «Капител-1» - проектирование зданий и сооружений любой сложности, 2009–2016. – Режим доступа: <http://kapitel-1.ru/steny-i-perekrytiia/arbolit-stoit-li-stroit-dom-pliusy-i-minusy-arbolita-ego-primeneniye-i-kharakteristiki.html>. Дата обращения: 01.06.2016 г.
6. Фибролит – строительный материал с богатым прошлым и прекрасным будущим [Электронный ресурс] // Теплоизоляция, 2016. – Режим доступа: [http://teploizolyaciya-info.ru/teploiz\\_sidebar/obekt-teploizolyacii/fibrolit-strojmaterial-s-bogatym-proshlym-i-prekrasnym-budushhim.html](http://teploizolyaciya-info.ru/teploiz_sidebar/obekt-teploizolyacii/fibrolit-strojmaterial-s-bogatym-proshlym-i-prekrasnym-budushhim.html). Дата обращения: 22.05.2016 г.
7. Особенности и свойства древесины березы [Электронный ресурс] // StroyRes – интернет журнал о строительных материалах, 2016. – Режим доступа: <http://stroyres.net/lesnye-materialy/drevesina/porodi/osobennosti-i-svoystva-berezyi.html>. Дата обращения: 16.03.2016 г.

8. Топливные гранулы [Электронный ресурс] // Википедия – сводная энциклопедия, 2016. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki>. Дата обращения: 25.04.2016 г.

9. Пеллеты [Электронный ресурс] // Энергетика и альтернативные виды топлива, 2016. – Режим доступа: <http://worldtek.ru/alter/5-pelleti.html?showall=1>. Дата обращения: 22.05.2016 г.

10. КВР-0,1 Водогрейный котел [Электронный ресурс] // РосТепло.ru – информационная система по теплоснабжению, 2003–2016. – Режим доступа: <http://www.rosteplo.ru/katalog/1/1/1236>. Дата обращения: 24.04.2016 г.

11. Оборудование для утилизации опила и производства пеллет [Электронный ресурс] // ООО «Гран», 2016. – Режим доступа: <http://www.gran-pellet.ru/oborudovanie/>. Дата обращения 01.05.2016 г.

12. Мини завод по производству пеллет (Пеллетайзер) серии GRAN 10E [Электронный ресурс] // FACI – выгодное тепло, 2016. – Режим доступа: <http://www.faci-ekb.ru/pelletayzery/pelletayzer-serii-gran-10e-mini-zavod-po-proizvodstvu-pellet>. Дата обращения: 01.05.2016 г.

13. Дробилка электрическая «Gran - С 50Е» [Электронный ресурс] // Фабрика стильной мебели, 2016. – Режим доступа: <http://fabrika-stilnoj-meбели.tiu.ru/p33151238-drobilka-elektricheskaya-gran.html>. Дата обращения: 01.05.2016 г.

14. Пеллетная горелка «Rce-Liberator-20» с котлом «Beeterm» [Электронный ресурс] // All rights reserved, 2016. – Режим доступа: [http://teplohorosho.ru/Site/Gorelka\\_pellet\\_PВ.pdf](http://teplohorosho.ru/Site/Gorelka_pellet_PВ.pdf). Дата обращения: 01.05.2016 г.

15. Сушилка опила [Электронный ресурс] // Агросервер.ру – Российский агропромышленный сервер, 2005–2016. – Режим доступа: <http://www.agroserver.ru/b/sushilka-opila-267356.htm>. Дата обращения: 01.05.2016 г.

16. Гомонай М.В. Производство топливных брикетов. Древесное сырье, оборудование, технологии, режимы работы: Монография / М.В. Гомонай. – М.: МГУЛ (Московский государственный университет леса), 2006. – 145 с.

17. Демьянов В.В. Пути использования отходов древесины / В.В. Демьянов. – Рига: Изд-во «Химия», 1963. – 79 с.
18. Парфенов В.И. Утилизация отходов лесной промышленности / В.И. Парфенов. – М.: Изд-во «Уральский рабочий», 1993 – 59 с.
19. Давиденко П.А. Комплексное использование отходов древесины в мебельной и деревообрабатывающей промышленности / П.А. Давиденко. – М.: Изд-во «Лес. промышленность», 1967. –86 с.
20. Карпачев С.П. Биоэнергетика на основе переработки древесных отходов / С.П. Карпачев // Лесопромышленник. – 2008. – № 45. – С. 28–29.
21. Ахтямов Ф.Г. Использование древесных отходов в отопительной котельной ЖКХ / Ф.Г. Ахтямов // Биоэнергетика. – 2009. – № 4. – С. 60–62.
22. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – СПб.: 2005. – 73 с.
23. Биоэнергетика, 2. – Санкт-Петербург, Изд-во «Белл», март-май 2006 г. – 63 с.
24. Щукина Е.Г. Комплексное использование минерального сырья и отходов промышленности при производстве строительных материалов: Учебное пособие / Е.Г. Щукина, Р.Р. Беппле, Н.В. Архинчеева. – Улан-Удэ, 2004. – 109 с.
25. Занегин Л.А. Биомасса древесины и биоэнергетика: Монография / Л.А. Занегин, И.В. Воскобойников, В.А. Кондратюк, В.М. Щелоков. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – Т.1. – 428 с.
26. Занегин Л.А. Биомасса древесины и биоэнергетика: Монография / Л.А. Занегин, И.В. Воскобойников, В.А. Кондратюк, В.М. Щелоков – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2008. – Т.2. – 456 с.
27. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины: учебник для вузов / В.Д. Никишов. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 264 с.
28. Петрова О.В. Использование отходов деревообработки за рубежом. Обзорная информация / О.В. Петрова, А.М. Рапопорт. – Серия V.M., ЦНИИТЭИМС, 1975. – 24 с.

29. Пушкин Ю.А. Щепа из отходов лесопиления / Ю.А. Пушкин, М.П. Авксентьев, Е.Е. Бурсин. – М.: Изд.-во «Лес. промышленность», 1971. – 168 с.
30. ЛесПромИнформ, 3 (25). – Санкт-Петербург, Изд-во «Премьер», 2005. – 125 с.
31. Рязанцева А.В. Паспорт опасности отходов. Определение класса опасности отходов: учебное пособие / А.В. Рязанцева, Г.В. Лукашина. – М.: МГИУ, 2008. – 35 с.
32. Романова С.М. Процессы, аппараты и оборудование для защиты литосферы от промышленных и бытовых отходов: учебное пособие / С.М. Романова, С.В. Степанова, А.Б. Ярошевский. – Казань: КНИТУ, 2012. – 144 с.
33. Плахов А.М. Технология переработки и утилизации отходов: учеб. пособие / А.М. Плахов, Ю.М. Федорчук. – Томск: изд-во ТПУ, 2003. – 148 с.
34. Пальгунов П.П. Утилизация промышленных отходов. Производственное издание серии «Охрана окружающей природной среды» / П.П. Пальгунов, М.В. Сумароков. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
35. ГОСТ 12.0.003-74 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 55 с.
36. Правила устройства электроустановок. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 102 с.
37. ГОСТ Р 50948-2001. Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности. – М.: Изд. стандартов, 2001. – 56 с.
38. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. – М.: Изд. стандартов, 1978. – 56 с.
39. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Изд. стандартов, 1982. – 35 с.
40. ГОСТ 21889-76. Система «Человек-машина». Кресло человека-оператора. Общие эргономические требования. – М.: Издательство стандартов, 1993. – 14 с.



41. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. в зависимости от характера зрительной работы, системы и вида освещения, фона и контрасты объекта с фоном.
42. ГОСТ 30494-96 Параметры микроклимата в помещениях. – М.: Изд. стандартов, 1996. – 66 с.
43. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Изд. стандартов, 1998. – 26 с.
44. СН 2.2.4/2.1.8.562-86 Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Изд. стандартов, 1986. – 36 с.
45. ГОСТ Р 50571.3-94 Требования по обеспечению безопасности. Защита поражения электрическим током. – М.: Изд. стандартов, 1994. – 48 с.
46. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. – ГУ НИЦПУРО, 2003.
47. Войникова Г.П. Возможности переработки древесных отходов [Электронный ресурс] / Г.П. Войникова. – Режим доступа: <https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Ffizdatelstvo.isea.ru%2Fepm%2Fd1.ashx%3Fid%3D2652&name=dl.ashx%3Fid%3D2652&lang=ru&c=57345311938d&page=8>. Дата обращения: 01.05.2016 г.
48. Леса России [Электронный ресурс] // Полная энциклопедия, 2011–2012. Режим доступа: <http://www.polnaja-jenciklopedija.ru/geografiya/lesa-rossii.html>. Дата обращения: 22.05.2016 г.
49. Использование кусковых отходов в продукции столярно-механических производств [Электронный ресурс] // ПРО клеим, 2016. – Режим доступа: [http://pro-kleim.ucoz.ru/publ/otkhody\\_v\\_delo/ispolzovanie\\_otkhodov\\_derevoobrabotki/21-1-0-39](http://pro-kleim.ucoz.ru/publ/otkhody_v_delo/ispolzovanie_otkhodov_derevoobrabotki/21-1-0-39). Дата доступа: 01.06.2016 г.
50. Отходы в деревоперерабатывающей промышленности [Электронный ресурс] // Знайтовар.Ру – товароведение и экспертиза товаров. – Режим доступа: <http://www.znaytovar.ru/new2508.html>. Дата доступа: 2.06.2016 г.

## Приложение А

(справочное)

Расчет суммы платы по объекту негативного воздействия

Раздел 1. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными объектами. Разрешение на выбросы от 17.01.2014 г. № 070-рд.

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Азота оксид	0,3	35	2,2
Зола углей	20,6	7	2,2
Бенз(а)пирен	0,000029	2049801	2,2
Азота диоксид	1,76	52	2,2
Диоксид серы	4,2	21	1,79
Сажа (углерод)	9,5	80	1,79
Оксид углерода	30,1	0,60	2,2

Выбросы загрязняющих веществ (неустановленных, несогласованных) в атмосферный воздух стационарными объектами.

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Уксусный альдегид	0,0001	1025	2,2
Уксусная кислота	0,003	175	2,2
Мучная пыль	0,001	68,5	2,2
Спирт этиловый	0,03	2	2,2

Раздел 2. Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух передвижными объектами.

Вид топлива	Единица измерения	Фактическое количество израсх. топлива	Значение удельной платы ( $Y_{e,i}$ ), руб./т
Бензин АИ-92, 93, 95	тонн	5,82	1,3
Дизельное топливо	тонн	37,125	2,5

## Раздел 3. Сбросы загрязняющих веществ в водные объекты.

Вещество	Фактический сброс вредного вещества в водные объекты, тонн	Норматив платы, руб./тонну	Коэффициент учитывающий инфляцию
Азот	2,7	5510	2,2
СПАВ	0,5	552	2,2
Нефтепродукты	2,0	5510	2,2

Раздел 4. Размещение отходов производства и потребления. Лимит на размещение отходов от 10.10.2010 г. № 42/отх Яш.

Наименование отхода	Класс опасности	Нормативы платы за размещение одной тонны измерения отходов в пределах установленных лимитов, $N_{\text{бл},\text{отх}}$ , руб./ед.изм.	Образовалось за отчетный период в собств. производстве, тонн или $\text{м}^3$
ТБО (твердые бытовые отходы)	4	248,4	19,975
Золошлаки	5	15	18,8125
Опики	5	15	61,575
Масла промышленные отработанные	3	497	0,074
Аккумуляторы свинцовые отработанные с не слитым электролитом	1	1739,2	0,06
Шины пневматические отработанные	4	248,4	0,8212
Фильтры автомашин отработанные	3	497	0,001
Кусковые отходы деревообработки (обрезь)	5	15	153,57