

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Переработка отходов лесной промышленности Томской области методом гранулирования На примере предприятия ООО «СибирьТомЛес»</b>

УДК 630:628.54:66.099(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е31	Ержебаев Серик Кайргазинович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Рафик Равильевич	д.б.н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И.Л.			

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

**Результаты освоения образовательной программы по направлению 20.03.01  
Техносферная безопасность**

<b>Код результата</b>	<b>Результат обучения (выпускник должен быть готов)</b>	<b>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</b>
<b>Общие по направлению подготовки</b>		
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, 2, ОПК-2). CDIO Syllabus (2.4, 4.1, 4.2.7, 4.7). Критерий 5 АИОР (п. 2.12)
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (ОПК-1). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.5)
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3, 5, 6, 7, ОПК-1, ОПК-3, ОПК-5, ПК-8). CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 2.9, 2.12, 2.14)
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ОПК-4). CDIO Syllabus (3.2). Критерий 5 АИОР (п. 2.11)
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-8, ОПК-1, ПК-5). CDIO Syllabus (1.1, 2.1). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8)
<b>Профиль</b>		
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО ( ОПК-5, ПК-5, ПК-6, ПК-7). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2, 2.4, 2.4, 2.6, 2.7, 2.8), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов	Требования ФГОС ВО (ПК-9, ПК-10, ПК-11, ПК-12, ОПК-3, 4, 5). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5, 3.1) Критерий 5 АИОР (п. 2.6, 2.12), требованиями проф. стандарта 40.056 Профессиональный стандарт «Специалист по противопожарной профилактике»
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-16, ПК-17). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8), требованиями проф. стандартов 40.056 «Специалист по противопожарной профилактике», 40.054 «Специалист в области охраны труда»
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации	Требования ФГОС ВО (ПК-12, ПК-14, ПК-15, ПК-17, ПК-18). CDIO Syllabus (1.3, 2.1–2.5). Критерий 5 АИОР (п. 2.2–2.8)

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_ А.Н. Вторушина  
05.02.2018 г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
31-Е31	Ержебаеву Серику Кайргазиновичу

Тема работы:

<b>Переработка отходов лесной промышленности Томской области методом гранулирования</b>
---

Утверждена приказом директора (дата, номер)	29.01.2018 г. № 436/с
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2018 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Лесоперерабатывающее и лесодобывающее предприятие Томской области.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	Аналитический обзор литературных источников с целью установления наилучшего способа утилизации отходов лесной промышленности. Предложение по модернизации работы с отходами.
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	05.02.2018 г.
---	---------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н.		05.02.2018 г.

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Е31	Ержебаев Серик Кайргазинович		05.02.2018 г.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1Е31	Ержебаеву Серику Кайргазиновичу

Тема: Переработка отходов лесной промышленности Томской области методом гранулирования

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Контроля и диагностики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление</b>	20.03.01 – Техносферная безопасность

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в электронных ресурсах компаний, занимающихся переработкой отходов лесной промышленности методом гранулирования в Томской области
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Изучение сегмента рынка -Анализ конкурентных технических решений -Технология QuaD -SWOT-анализ
2. <i>Определение возможных альтернатив проведения научных исследований</i>	- Расчет экономической эффективности
3. <i>Планирование научно-исследовательских работ. Разработка графика проведения научного исследования</i>	- Построение графика научного исследования

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

--

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	Кандидат экономических наук, доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1E31	Ержебаев Серик Кайргазинвич		

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
 федеральное государственное автономное образовательное  
 учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки (специальность) 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
 Уровень образования Бакалавриат  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
---------------------

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН**  
**выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2018 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
12.03.2018 г.	Составление и утверждение технического задания на тему. Постановка целей и задач.	20
26.03.2018 г.	Аналитический обзор литературных источников с целью установления наилучшего способа очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.	10
09.04.2018 г.	Исследование существующей системы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, установленной на золотодобывающем предприятии.	25
23.04.2018 г.	Обработка и анализ полученных данных и предложение рекомендаций по модернизации системы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.	15
07.05.2018 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
21.05.2018 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Ахмеджанов Р.Р.	д.б.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		05.02.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1E31	Ержебаеву Серику Кайргазиновичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение</b>	<b>Контроля и диагностики</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление</b>	20.03.01 – Техносферная безопасность

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования	Экологически безопасные технологии переработки отходов лесной промышленности (на примере ООО «СибирьТомЛес»).
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Производственная безопасность</b>	1.1. Анализ выявленных вредных производственных факторов (отклонения показателей микроклимата, отсутствие или недостаток естественного света, повышенный уровень шума, повышенный уровень вибрации) 1.2. Анализ выявленных опасных производственных факторов (механический фактор, электрический ток)
<b>2. Экологическая безопасность:</b>	Анализ воздействия рассматриваемого предприятия на атмосферу.
<b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	3.1. Выбор наиболее типичной ЧС 3.2. Разработка превентивных мер по предупреждению ЧС
<b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	Специальные правовые нормы трудового законодательства

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1E31	Ержебаев Серик Кайргазинович		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 с, 17 рисунков, 8 таблиц, 66 источников.

Ключевые слова: лесопереработка, отходы производства, лесная промышленность, опилки, древесные отходы.

Объектом исследования являются экологически безопасные технологии переработки отходов лесной промышленности.

Целью работы является разработка экологически безопасной технологии производства топливных гранул на основе отходов деревоперерабатывающей промышленности.

В процессе исследования была раскрыта характеристика отходов лесной промышленности, способы переработки отходов лесной промышленности. Также приведена переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования. Проведен анализ переработки древесных отходов в Томской области в биотопливо.

В результате исследования дана разработка технологической схемы производства топливных гранул. Таким образом, линия производства топливных гранул представляет собой довольно сложно оборудованный технологический комплекс, требующий значительных капиталозатрат.

Область применения – лесная промышленность

В будущем планируется исследование опыта работы.

## Содержание

### Введение

1. Отходы лесной промышленности и способы их переработки
  - 1.1 Общие сведения об отходах производства и потребления
    - 1.1.1 Отходы деревообрабатывающей промышленности и способы их утилизации
  - 1.2 Характеристика отходов лесной промышленности
  - 1.3 Способы переработки отходов лесной промышленности
    - 1.3.1 Производство строительных материалов из древесных отходов
    - 1.3.2 Химическая и другие технологии переработки древесных отходов
    - 1.3.3 Получение топлива из древесных отходов
  - 1.4 Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования
2. Разработка технологии производства топливных гранул на примере предприятия ООО «СибирьТомЛес»
  - 2.1 Общая характеристика предприятия ООО «СибирьТомЛес»
  - 2.2 Актуальность переработки древесных отходов в Томской области в биотопливо
  - 2.3 Технология производства древесных топливных гранул
  - 2.4 Технология производства топливных брикетов
  - 2.5 Разработка технологической схемы производства топливных гранул
- 3 Корпоративная социальная ответственность компании ООО «СибирьТомЛес»
  - 3.1 Внутренняя социальная ответственности компании
  - 3.2 Внешняя социальная ответственность компании
  - 3.3 Благотворительная деятельность компании
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение
  - 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований
    - 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования
    - 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения
    - 4.1.3 SWOT – анализ
  - 4.2 Планирование научно – исследовательских работ
    - 4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования
    - 4.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ
    - 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования
    - 4.2.4 Бюджет научно – технического исследования
    - 4.2.5 Расчет материальных затрат НИИ
    - 4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы
    - 4.2.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
    - 4.2.8 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта
  - 4.3 Определение ресурсоэффективности проекта
- 5 Социальная ответственность

## 5.1 Производственная безопасность

5.1.1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на работающей установке

5.1.2 Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой

5.1.3 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей

5.1.4 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем шума

5.1.4 Электробезопасность

5.1.5 Пожарная безопасность

5.2 Экологическая безопасность

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Заключение

Список использованной литературы

## Введение

Отходами называются продукты деятельности человека в быту, на транспорте, в промышленности, не используемые непосредственно в местах своего образования, которые могут быть реально или потенциально использованы как сырье в других отраслях хозяйства или в результате регенерации. Отходы производства представляют опасность человеческому организму и окружающей природной среде зависимо от уровня и сложности производства, используемых материалов и жидкостей, соотношения выхода конечной продукции и вторичных продуктов. Утилизация отходов производства и потребления является комплексным процессом по уменьшению вредного воздействия отхода на окружающую среду и его общего количества.

Объектом исследования является экологически безопасные технологии переработки отходов лесной промышленности.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка экологически безопасной технологии производства топливных гранул на основе отходов деревоперерабатывающей промышленности.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1) изучение и анализ литературных данных по вопросам утилизации и переработки отходов лесоперерабатывающей промышленности в ценные продукты для нужд промышленности;

2) Изучение технологии производства топливных брикетов и древесных топливных гранул из отходов лесопереработки;

3) Разработка технологии производства топливных гранул на примере Томской области

Рассмотрены отходы лесной промышленности и способы их переработки. Проведен обзор методов переработки отходов лесной промышленности. Приведена разработка технологии производства топливных гранул на примере предприятия ООО «СибирьТомЛес»

Используемые в выпускной квалификационной работе методы: расчетно-аналитический, структурно-динамический, метод сравнения, графический.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы для проведения расчетов использовалась вычислительная техника. Для построения графиков и диаграмм использовалась система электронных таблиц MS Excel и программные средства Delphi.

## 1. Отходы лесной промышленности и способы их переработки

### 1.1 Общие сведения об отходах производства и потребления

Россия обладает самой большой лесной площадью в мире – около 800 млн га (45 % площади), а общий запас лесонасаждений превышает 81,6 млрд м<sup>3</sup>. Основные лесообразующие породы – хвойные, на долю которых приходится 82 % лесов, 16 % – на мягколиственные и 2 % – на твердолиственные.

Главные районы сосредоточения лесных богатств России – восточные регионы страны. На Урале, в Западной и Восточной Сибири и на Дальнем Востоке площадь лесов составляет 641 млн га. В этих районах сосредоточено 66 млрд м<sup>3</sup> древесины. Крупнейший лесной район на Урале – Свердловская область, в Западной Сибири – Тюменская область, в Восточной Сибири – Красноярский край и Иркутская область, на Дальнем Востоке – Республика Саха и Хабаровский край. Запасы пригодных для эксплуатации лесов по экономическим районам РФ (см. таблица 1)

Таблица 1 - Запасы пригодных для эксплуатации лесов по экономическим районам РФ

<b>Экономические районы</b>	<b>Общая площадь, тыс. га</b>	<b>Площадь лесов, тыс. га</b>	<b>Запасы древесины, всего млн м<sup>3</sup></b>	<b>Промышленные запасы древесины, млн м<sup>3</sup></b>
<b>Северный</b>	105474	76048	7599	4447
<b>Северо-Западный</b>	12672	10388	1625	243
<b>Центральный</b>	22249	20329	3042	219
<b>Центрально-Черноземный</b>	1678	1469	181	3,5
<b>Волго-Вятский</b>	14587	13309	1787	285
<b>Поволжский</b>	5750	4773	572	24
<b>Северо-Кавказский</b>	4488	3664	580	44
<b>Уральский</b>	42088	35753	4850	1324
<b>Западно-Сибирский</b>	<b>140617</b>	<b>90095</b>	<b>10794</b>	<b>4343</b>

<b>Восточно-Сибирский</b>	315383	234464	29315	17463
<b>Дальневосточный</b>	507182	280552	21258	11438
<b>Калининградская обл.</b>	386	267	39	2
<b>Россия</b>	<b>1167048</b>	<b>756088</b>	<b>79831</b>	<b>39836</b>

Лесопромышленный комплекс западно-сибирского экономического района включает в себя лесное хозяйство, лесозаготовительную промышленность, предприятия деревообрабатывающей и лесохимической промышленности.

Освоение нефтегазовых ресурсов повлекло за собой транспортное освоение территорий, эксплуатацию крупных лесных массивов в центральной части Тюменской и на севере Томской областей. Лесные ресурсы позволили создать лесопромышленные комплексы в Асино, Сургуте, Колпашеве и др. Особенностью этого комплекса является отсутствие целлюлозно-бумажной и гидролизной промышленности. Однако широкое развитие получило фанерное производство.

Одной из основных причин неэффективного лесопользования является экономический кризис в лесопромышленном комплексе. Так, в 1990-х гг. объем производства деловой древесины в целом по Западной Сибири сократился в 7,5 раза. При этом наибольший спад наблюдался в Новосибирской (в 15 раз), в Кемеровской (в 11 раз) и Омской (в 6,5 раз) областях. По данным 1995 г. рентабельность лесопромышленного производства в Сибири была либо низкой (6,4 % в Восточной Сибири), либо отрицательной (-4,4 % в Западной Сибири). Отрицательную рентабельность имели: Алтайский край (-25,3 %), Омская (-2,5 %), Томская (-12,2 %) и Тюменская (-9,4 %) области.

В мировой практике для оценки лесопользования применяется показатель съема древесины с 1 гектара лесов. В развитых лесопромышленных странах величина этого показателя составляет 2,0-2,5 м<sup>3</sup>,

а в Омской области – 0,16 м<sup>3</sup>, что в 15 раз ниже, чем в Финляндии и Швеции. Расчетная лесосека используется примерно на 9 %. Фактическая заготовка древесины в 1990 году составила 2064,2 тыс. м<sup>3</sup>, в 1995 году – 872,3 тыс. м<sup>3</sup>, в 1997 году – 697,2 тыс. м<sup>3</sup>, и к настоящему времени этот показатель продолжает снижаться. Использование лесных ресурсов в Омской области, России, Тюменской и Томской областях и в зарубежных странах (см. таблица 2).

Таблица 2 -Использование лесных ресурсов в Омской области, России, Тюменской и Томской областях и в зарубежных странах

<b>Показатели</b>	<b>единица измерения</b>	<b>Омская область</b>	<b>Тюменская область</b>	<b>Томская область</b>	<b>Россия</b>	<b>Финляндия</b>	<b>Швеция</b>
<b>Общий запас леса</b>	млрд м <sup>3</sup>	<b>0,6</b>	5,4	2,8	80,7	1,7	2,6
<b>Лесопокрытая площадь</b>	млн га	<b>4,4</b>	49,6	18,9	763,5	20,1	24,4
<b>Объем вывозки древесины</b>	млн м <sup>3</sup>	<b>0,7</b>	3,0	1,9	100	51	60
<b>Съем древесины с 1 га лесопокрытой площади</b>	м <sup>3</sup>	<b>0,16</b>	0,06	0,1	0,13	2,5	2,5
<b>Доля ежегодной заготовки древесины от общего запаса</b>	%	<b>0,12</b>	0,06	0,07	0,12	3	2,3
<b>Годичный прирост</b>	млн м <sup>3</sup>	<b>9,82</b>	28,5	15,4	822	71	93
<b>Ежегодная заготовка древесины</b>	%	<b>7,1</b>	10,5	12,3	12	72	65



На современном этапе развития общества, обращение с отходами одновременно с другими экологическими проблемами занимает одно из ведущих мест в системе экологической безопасности и обеспечения устойчивого развития страны. Решение сложившейся проблемы связано с необходимостью согласования комплекса экологических, экономических и социальных задач, требующих постоянных системных усилий со стороны органов управления, ученых и общественности.

В любом производственном процессе, направленном на получение любой готовой продукции, из-за несовершенства технологии и организации производства неизбежно образуются остатки сырья и материалов в виде отходов. Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», отходы – представляют собой остатки продуктов или дополнительный продукт, которые образуются в процессе или по завершению определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью [4].

Также согласно ГОСТ Р ИСО 14050-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент окружающей среды. Словарь» под отходами понимаются вещества или предметы, от которых владелец хочет или должен избавиться [5].

В условиях рыночной экономики отходами следует считать только то, что не обеспечивает дополнительную прибыль предприятию.

Отходы классифицируются как используемые и не используемые. эта классификация весьма относительна. Она зависит от многих факторов:

- от технологии производства (заготовки, переработки)
- применяемых машин и механизмов (оборудования);
- состояния инструмента (своевременной замены, заточки)
- организации производства;

- климатической зоны расположения производства;
- наличие вблизи потенциальных потребителей;
- дорожно-транспортных условий и т.д.

Отходы, для которых в настоящее время отсутствуют условия переработки, называются не используемыми, а те, которые используются, - вторичным сырьем [8].

Проблема утилизации остатков деревообрабатывающей отрасли сегодня очень актуальна. К примеру, с территории Москвы на загородные свалки свозится примерно 5 млн. тонн древесного мусора. В остальных регионах, имеющих деревообрабатывающие предприятия, такое же положение.

Процесс утилизации бывает двух видов:

1. термический метод или просто сжигание. Этим методом пользуются давно, но он довольно затратен, ведь отходы нужно перевезти в специально отведенное для этого место и там сжечь в особом оборудовании. От этого метода нет никакой пользы, только вред природе

2. альтернативный метод. Над этим способом в нашей стране сегодня все чаще задумываются, а в европейских государствах его давно используют. Давно изобретены мусоросжигатели, во время работы которых получается энергия.

Второй метод не только проще первого, но и обладает массой преимуществ. Из никому не нужных остатков можно создать прекрасное сырье для получения газа. В европейских государствах из таких отходов активно получают электрическую энергию и топливо.

Что можно сделать с древесными остатками?

Самым очевидным является прессование.(см. рис. 1)



Рисунок 1. Процесс пресования

Этот процесс помогает решить два громадные проблемы:

1. в 4 - 6 раз снижает транспортные затраты при помощи снижения объема отходов
2. удаляет из отходов влагу, а КПД сжигания повышается с 30% до наивысшего уровня, который ограничивается лишь возможностью тепловой установки.

Таким методом получается одна тонна гранулированного или брикетированного сырья из 7-8 кубических метров опилок. Однако самое главное, что получается продукция, имеющая минимальную стоимость продажи 80 Евро за тонну и рентабельность свыше 50%. А в европейских странах стоимость гранул доходит до 250 Евро за тонну. Напрашивается вопрос: зачем люди платят такие деньги, а не отапливают, например, дровами? Дрова не подходят для отопления в автоматическом режиме, а гранулы и брикетные шайбы – подходят.

Сегодня на территории северных и восточных регионов государства есть несколько лесопромышленных заводов, которые объединяют в себе лесопилки, деревообрабатывающие мощности, а также химические предприятия, занимающиеся переработкой остатков. Находятся они на одной площадке и обязательно включают полную переработку всех лесоматериалов прибывающих на производство.

Много отходов используется в строительной отрасли. К примеру, в строительстве зданий по канадской системе применяются плиты, спрессованные из щепок, стружки и клеевого состава. Помимо этого, отходы

идут на создание стружечно-цементных и древесно-стружечных плит, кирпича, гипсовых листов.

Однако самым перспективным сегодня является изготовление брикетированного сырья для топлива. Доказано, что уровень их теплопроводности близок к углю. К примеру, в процессе сжигания каменного угля образуется тепла 22 МДж/кг, а при сжигании древесных брикетов – 19 МДж/кг. А вот обычные дрова дают только 10 МДж/кг. Также важно, что в процессе сжигания брикетов образуется очень малый объем золы и газа CO<sub>2</sub>.(см. рис. 2)



Рисунок 2. Брикетированное сырье для топлива

Еще один продукт переработки остатков – пеллеты, которые используются для отопительного процесса, как загородных коттеджей, так и в промышленности. Показатель теплопроводности непосредственно зависит от сырья. Наиболее популярны – древесные опилки. При условии использования особых установок европейского производства, которые выпущены для создания брикетов из опилок, можно загружать влажные опилки. В таких аппаратах осуществляется и сушка сырья. В этом процессе могут использоваться солома, отходы из зерновых культур, однако с повышением уровня их содержания понижается качество конечного материала. Пеллеты, содержащие малое количество примесей используются в домашних отопительных котлах, а содержащие много примесей - для

промышленных, а также как наполнитель для кошачьих лотков. Однако, как бы то ни было, объем примесей не должен превышать 5%.

Они используются в процессе возведения коттеджей, для отделки помещений, а также при изготовлении предметов мебели. Процедура их создания сложнее, чем брикетов и пеллет. Необходимо очистить и измельчить сырье, пропарить его. После этого просушить, сформовать, спрессовать. Далее производится шлифование и финишная отделка. Направления использования древесных отходов (см. таблицу 3).

Таблица 3 - Направления использования древесных отходов

<b>Виды отходов</b>	<b>Использование отходов</b>
Кусковые отходы	Для выработки цельных и клееных заготовок, мелкой пилопродукции; технологической щепы для производства целлюлозы и другой продукции с измельчением древесины; в лесохимическом производстве; в качестве топлива
Опилки	Для производства спирта, кормовых дрожжей, целлюлозы, древесной муки, строительных материалов; в лесохимическом производстве; для хозяйственно-бытовых нужд; в сельском хозяйстве; для технологических целей
Стружка	Для изготовления плит, строительных блоков; в лесохимическом производстве
Кора	Для получения дубителей в лесохимическом производстве; для изготовления удобрений

Для того, чтобы сделать из остатков производства топливо, понадобится пиролизная установка. Из 17 тонн остатков можно получить около 3 тонн топлива, в том числе бензина 40%, дизтоплива 40%, мазута 20%.

Перерабатывать можно не только опилки. Если долго варить кору и опилки хвойных сортов лесоматериалов образуется конденсат, называемый кубовым остатком. В нем содержатся растворимые в воде биологически активные соединения, оргкислоты, хлорофилл, каротиноиды, витамины и другие ценные вещества. Из такого сырья производят полезный хвойный экстракт, применяемый в производстве косметических средств, лекарств и кормовых добавок для животных. Из оставшейся в результате варки твердой зелени хвойных лесоматериалов делают кормовую муку. Эта мука характеризуется бактерицидными свойствами, она может быть применима

для профилактики туберкулеза рогатого скота. Все эти варианты представляют собой бизнес направления, которые осуществляются для получения дополнительного дохода.

### **1.1.1 Отходы деревообрабатывающей промышленности и способы их утилизации**

Лесная промышленность — старейшая среди отраслей, производящих конструкционные материалы. Она объединяет предприятия лесозаготовительной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной и лесохимической промышленности. Она производит круглый лес, доски, изделия из дерева, бумагу и лесохимические продукты.

#### Размещение лесных ресурсов

География лесной и деревообрабатывающей промышленности мира во многом определяется размещением лесных ресурсов. На Земле сложились два пояса:

-северный лесной пояс — охватывает в основном таежные районы Евразии и Северной Америки. Здесь заготавливается хвойная древесина, которая потом перерабатывается в пиловочник, древесные плиты, целлюлозу, бумагу, картон. Для некоторых стран (Россия, Канада, Швеция, Финляндия) лесная и деревообрабатывающая промышленность — важные отрасли международной специализации.

-южный лесной пояс — заготавливается лиственная древесина. Здесь сложились три главных района лесной промышленности: Бразилия, Тропическая Африка, Юго-Восточная Азия. Самыми разнообразными и богатыми запасами древесины пояса обладает Южная Америка. Заготавливаемая в вышеперечисленных районах древесина в основном вывозится морским путем в Японию, Западную Европу, а также идет на дрова. Кроме того, в странах южного пояса активно используется недревесное сырье, на изготовление бумаги идет бамбук (Индия), богасса (Перу), сизаль (Бразилия, Танзания), джут (Бангладеш).

Леса в Казахстане занимают 1,2 % территории с учётом саксаульных лесов и кустарников — 4,2 %. Зона лесо-степной зоны находится на крайнем севере Республики. Леса также распространены в горах Заилийского Алатау и в других горных системах. Всемирно известная реликтовая ясеневая роща находится на реке Чарын.

#### География лесной промышленности

В последние десятилетия в географии лесной промышленности стали ощущаться значительные изменения, связанные с соотношением северного и южного лесных поясов. В целом, заготовка древесины растёт (с 2 млрд. куб. м. в 1965 году до 3,5 млрд. куб. м. в 1990 году). Но если в середине XX века страны I пояса намного опережали страны II пояса, то теперь этот отрыв сокращается. Крупнейшими заготовителями древесины являются США, Россия, Канада, Индия, Бразилия, Индонезия, Нигерия, Украина, Китай, Швеция.

Из всей заготавливаемой древесины на деловую древесину приходится: в странах северного пояса — 80-100%, а в странах южного пояса — 10-20% [6].

Механическая переработка древесины представляет из себя прежде всего производство пиломатериалов; крупнейшие производители: США, Россия, Канада, Япония, Бразилия, Индия, ФРГ, Франция, Швеция, Финляндия.

В химической переработке древесины (основная подотрасль — производство целлюлозы) лидируют: США, Канада, Япония, Швеция, Финляндия. Из стран южного пояса только Бразилия вносит заметный вклад в мировое производство целлюлозы — 4%.

Производство бумаги также увеличивается. Главные страны-производители бумаги — США, Япония, Канада.

Наблюдаются значительные различия между валовым и душевым производством в экономически развитых и развивающихся странах.

В среднем, в мире из расчета на душу населения производится 45 кг бумаги. I место занимает Финляндия (1400 кг), также высоки показатели в Швеции (670 кг). Канаде (530 кг), Норвегии (400 кг); в Европе показатели выше среднемировых, а в России — ниже (35 кг). Очень низок уровень душевого показателя в развивающихся странах (например, в Индии — 1,7 кг).

Главными экспортерами и импортерами лесной и лесобумажной продукции были и остаются экономически развитые страны. Основные экспортеры — Канада, США, Россия, Скандинавские страны, Япония, отчасти США. Но в последнее время увеличивается доля экспорта круглого леса и переработанной древесины из развивающихся стран (Малайзия, Бразилия, Индонезия, Филиппины, Папуа-Новая Гвинея, Кот-д'Ивуар, Габон, Камерун).

Деревообрабатывающая промышленность — отрасль лесной промышленности. Используя как сырье различные лесоматериалы, деревообрабатывающая промышленность осуществляет механическую и химико-механическую обработку и переработку древесины.

Деревообрабатывающая промышленность производит такие материалы, как шпалы, фанера, древесные плиты, брусья, чёрновые заготовки, а также готовые детали для вагоностроения, автостроения, авиастроения, обозостроения и судостроения, спички, мебель, деревянную тару и др.

Древесина — является органическим, пористым материалом растительного происхождения, которое может быть подвержено биологическому, механическому или химическому воздействию.

Биологическая обработка древесины — это переработка низкокачественной древесины и миллионы тон разнообразных древесных и сельскохозяйственных отходов в важнейший продукт — кормовые белковые дрожжи, а так же вырабатывать этиловый спирт, фурфурол, ксилит. Биологическая обработка древесины призванная обеспечить



сельскохозяйственное производство ценными продуктами микробиологического синтеза.

Механическая обработка древесины – это обработка при которой изменяются форма и объем древесины без изменения самого вещества. Такая обработка древесины резко отличается от химической, при которой изменяется вещество древесины. Подавляющая часть древесных материалов обрабатывается с нарушением связи между волокнами. Эта обработка древесины основана на свойстве делимости и производится в основном резанием: пилением, строганием, фрезерованием и др. Значительно реже применяется обработка без нарушения связи между волокнами (прессование, гнутье), при которой используются пластические свойства древесины, т. е. способность сохранять приданную ей деформацию после прекращения действия внешних сил. Однако пластичность древесины весьма мала по сравнению с пластичностью таких материалов, как металл, в связи с чем это свойство используется в древесине в меньшей степени.

Химическая обработка древесины – это обработка в процессе которой на древесину воздействуют различными химическими соединениями. Химическая обработка древесины объединяет несколько производств: Целлюлозно-бумажное производство – производство бумаги и картона; Гидролизное производство; Пиролиз (сухая перегонка) древесины дает древесный уголь, метиловый спирт, уксусную кислоту, фенольные смолы, различные органические растворители; Канифольно-скипидарное производство позволяет получить канифоль, скипидар. Которые используются в лакокрасочной, парфюмерной и фармацевтической промышленности [9].

В связи с этим в любом деревообрабатывающем, лесопильном или химическом производстве обработка древесины происходит по этапам, в процессе которых, конечному изделию из древесины придают определенные свойства, которые должны отвечать определенным требованиям рынка. Только при выполнении этих требований можно гарантировать устойчивость

изделия в процессе его эксплуатации, механическую стойкость, неизменность линейных размеров в среде, где часто возникают изменения влажности и температуры.

Развитие производства высокопрочных легированных сталей и легких металлов, а также успехи химии полимеров привели к постепенному вытеснению древесины из основных отраслей транспортного машиностроения. Тем не менее огромное значение изделий из древесины сегодня не снизилось и, несомненно, сохранится в будущем. Это объясняется многими причинами и прежде всего рядом ценнейших свойств древесины как конструкционного материала.

В настоящее время из нее изготавливают изделия тысяч наименований. Это прежде всего мебель всевозможных видов и назначений, детали зданий и сооружений, многочисленный хозяйственный и спортивный инвентарь, музыкальные инструменты.

Несмотря на большое разнообразие изделий из древесины и их конструкции, технологии обработки древесины строят на основе одних и тех же принципов: распиливании, строгании, сверлении, точении и шлифовании. Изменились разве что способы и методы обработки древесины: на смену ручным пришли механические средства производства. Приводимые в действие электроэнергией, они значительно сокращают время обработки древесины, существенно повышают производительность труда и качество выполненных изделий. Поэтому деревообрабатывающие станки сегодня используют не только в промышленном производстве, но и в мастерских частных пользователей. Это, в основном, малогабаритные, иногда многофункциональные стационарные или переносные машины, которые позволяют производить все необходимые виды механической обработки древесины.

Древесноволокнистые плиты производят как сухим, так и чаще всего используемым сегодня мокрым способом, который во многих отношениях напоминает производство картона (см. следующий раздел).

Во втором случае после обезвоживания готовые плиты получаются гладкими только с одной стороны. При сухом способе они получаются гладкими с обеих сторон и легкими ( $600 \text{ кг/м}^3$  по сравнению с  $1000 \text{ кг/м}^3$  при мокром способе). Качество их поверхности позволяет использовать современные машины непрерывного действия для нанесения покрытий.

В строительстве в качестве изоляционного материала используют легкие волокнистые плиты, получаемые иногда с применением древесных частей некоторых однолетних растений, например ботвы картофеля.

Шпон - это деревянные листы толщиной от 0,1 до 3 мм (табл. 22) изготавливаемые из размягченной древесины путем срезания пластин или лущения. Ножевой шпон благодаря обработке взад и вперед движущимся ножом имеет красивый рисунок и часто применяется поэтому в декоративных целях. На лущеном шпоне легко различима картина тангенциального среза. Шпон этого типа чаще всего служит для производства фанеры.

Целлюлоза и древесная масса исходные вещества для производства бумаги.

Производство целлюлозы, древесной массы и бумаги отличается от способов, принятых в деревообрабатывающей промышленности тем, что здесь используется химическая варка древесины.

Чаще всего встречается сульфитная (с гидросульфитом калия и натрия) и сульфатная (с гидроксидом натрия) варка. Получаемую при этом целлюлозу в изрубленном виде варят 5-10 часов при температуре  $130-180 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении в  $0,6-1,2 \text{ МПа}$ . В ходе протекающих в это время химических процессов лигнин и гемицеллюлоза растворяются. В результате последующих процессов - сепарации, очистки, обезвоживания и сушки - получают целлюлозу [3].

Основной проблемой в производстве целлюлозы всегда было и теперь остается использование щелоков. На тонну целлюлозы получается 9-10 м<sup>3</sup> отходов, содержащих до 50% древесного вещества. Раньше их постоянно

спускали в пруды и реки, сегодня же все шире используют для получения спиртов, дрожжей и клеев. Таким образом, в сточных водах остается в основном лигнин, и потери древесного вещества снижаются до 30%. (см. также гл. «Использовать отходы»).

Основным агрегатом в производстве древесной массы является дефибрер, куда загружают окоренную, пропаренную и уже частично химически обработанную древесину. Отдельные клубки волокон и щепки попадают сначала в корыто дефибрера и проходят последовательно стадии рафинирования, обезвоживания и отбеливания.

Целлюлоза и древесная масса в основном служат для производства бумаги. В зависимости от требуемого качества продукта исходный материал можно смешивать с макулатурой или тряпьем, соединять с наполнителями, добавлять клеи и через серию сит вводить в бумагоделательную машину. Там сильно разбавленная масса поэтапно обезвоживается до возникновения ленты, состоящей из спутанных волокон, которая затем сушится, разглаживается и сматывается. Целлюлозно-бумажные комбинаты всегда расположены у водоемов, так как в этом производстве необычайно высок расход воды.

В этой связи нельзя не напомнить об огромном народнохозяйственном значении использования макулатуры. 500 000 т макулатуры соответствуют 2 500 000 м<sup>3</sup> древесины, и кроме того, при использовании ее в качестве сырья на 60% снижаются энергетические затраты. Поэтому все промышленные страны уделяют большое внимание макулатуре и другим видам вторичного сырья.

## **1.2 Характеристика отходов лесной промышленности**

В комплексном использовании древесины вторичные материальные ресурсы отождествляются с понятием дополнительное сырье [6].

В зависимости от вида производства, при котором образуются древесные отходы, выделяют отходы лесозаготовок и отходы деревообработки.

К древесным отходам при лесозаготовках относятся отделяемые части дерева в процессе заготовки леса. Это листья и хвоя, еще не одревесневшие побеги и кора, сучки и ветви, козырьки, отходы производства колотых балансов и т.п. Получаемые при лесозаготовках древесные отходы в своем естественном виде малотранспортабельны, а при использовании в качестве энергетического сырья их предварительно измельчают в щепу.

Отходы деревообработки образуются при деревообрабатывающем производстве. Это горбыль и рейки, опилки, стружка, отходы производства технологической щепы, древесная пыль и кора.

Количество древесных отходов определяется по доле древесных отходов, не использованной в данном технологическом процессе при производстве конкретного вида товара. Вычисление количества образованных древесных отходов проводится в процентном соотношении от объема древесного сырья, которое было использовано при производстве продукции. При этом вид продукции влияет на количество отходов.

В таблице 1.4 представлены источники образования и доля выхода древесных отходов в зависимости от вида производства

Таблица 1.4 – Доля выхода древесных отходов в зависимости от вида производства

Вид производства	Доля выхода, %		
	Ошибки продукция	Отхо ды	Ошибки (расп ыл)
Лесозаготовки и лесное хозяйство	63-80	20-38	-
Лесопиление и деревообработка	45-55	38-48	7
- лесопиление и механическая обработка древесины	85-90	5-10	5
- плитное производство (в т.ч. древесные пластики)	40-50	42-52	8

- фанерное производство - комбинированное производство	65-70	22-27	8
Лесохимическое производство (ЦБП и гидролизное производство, в т.ч. производство этилового спирта)	62-68		

Стоит отметить, что ежегодный прирост твердой биомассы лесов составляет порядка 50 млрд. т, прирост промышленной древесины - 3,5-4 млрд. т в год, а добывается в мире только 1,1-1,3 млрд. т. Из всего лесного массива используется около 75% древесины. А из всего количества образующихся древесных отходов только 60-65% используется в качестве вторичного сырья, остальные отходы сбрасываются в отвалы, отрицательно влияя на окружающую среду.

Таким образом, для обеспечения переработки отходов лесной промышленности является актуальным подходом в области рационального природопользования.

### **1.3 Способы переработки отходов лесной промышленности**

В основу классификации отходов древесины (рис.1) положены следующие признаки:

1. натуральный размерно-качественный (породный состав, вид отходов, размер);
2. экономический (место образования отходов, вид примыкания пункта концентрации ресурсов к транспортным путям);
3. производственный (лесозаготовки, лесопиление, деревообработка).

Классификация отходов древесины (см. рис. 3)

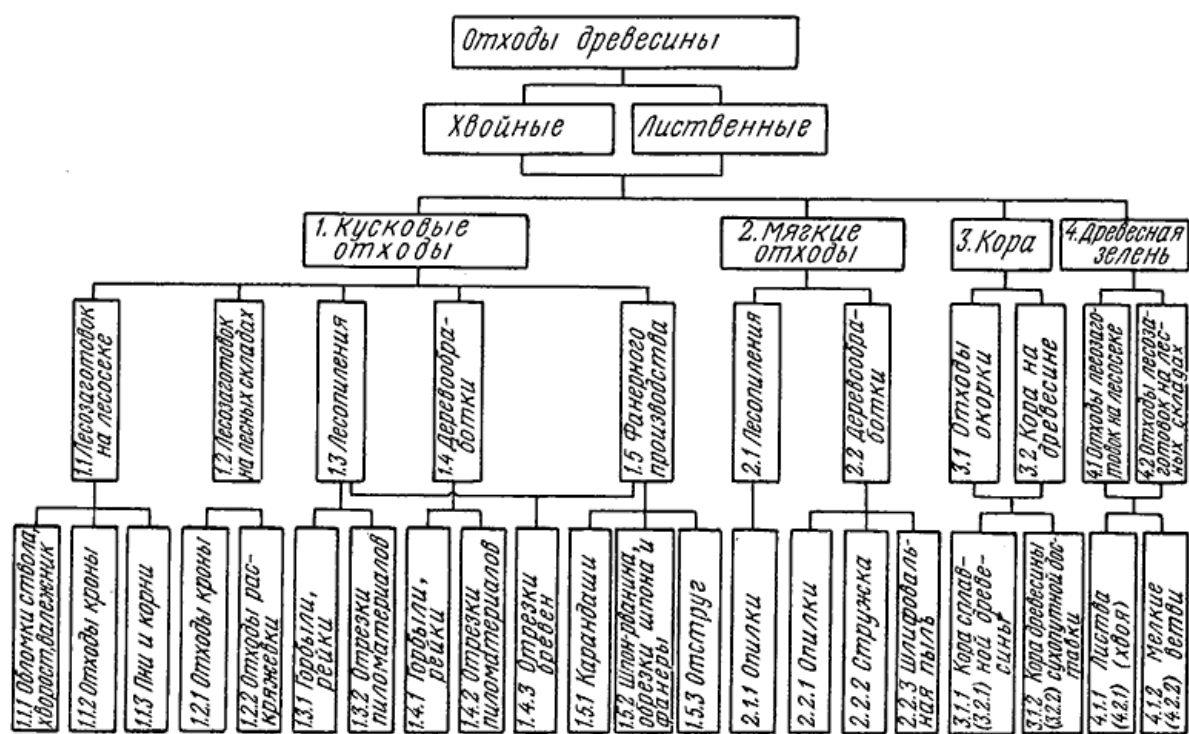


Рисунок 3– Классификация отходов древесины

Существует несколько основных способов переработки отходов:

- переработка кусковых отходов в технологическую щепу;
- химическая и другие технологии переработки древесных отходов;
- получение топлива из древесных отходов .

Далее рассмотрим каждый из них

### 1.3.1 Переработка кусковых отходов в технологическую щепу

Технологическая щепка представляет собой древесные частицы в виде косоугольного параллелепипеда с острым углом 30-60°, заданной длины и толщины, предназначенные для производства целлюлозы, древесных плит; продукции лесохимических и гидролизных производств; в пищевой промышленности для проведения процессов копчения.

Технологическая схема производства технологической щепы представлена на рис.1.

В процессе производства щепы основной стадией является измельчение древесных отходов. Эта операция определяет качество и выход

кондиционной технологической щепы, а также удельные энергозатраты на её производство.

Классификация щепы осуществляется по назначению, гранулометрическому составу, виду используемого древесного сырья и способу его измельчения. По назначению щепа подразделяется на технологическую и топливную. По гранулометрическому составу различают щепу кондиционную, крупной и мелкой фракций.

В зависимости от используемого в леспромхозах древесного сырья, его вида и качества различают щепу: из пнево-корневой древесины, из сучьев и целых тонкомерных деревьев (зеленая щепа), из круглых и колотых лесоматериалов, из отходов раскряжевки, из отходов лесопиления и шпалопиления. По породному составу исходного сырья различают щепу хвойных, лиственных и смешанных пород. В щепе хвойных пород отдельно выделяют щепу из древесины ели и пихты, щепу из древесины лиственницы. В щепе из древесины лиственных пород выделяют щепу твердолиственных и щепу мягколиственных пород.

По способу переработки древесного сырья различают щепу, полученную измельчением в дисковых или барабанных рубительных машинах, и щепу, полученную фрезерованием древесины специальным инструментом.(см. рис. 4)



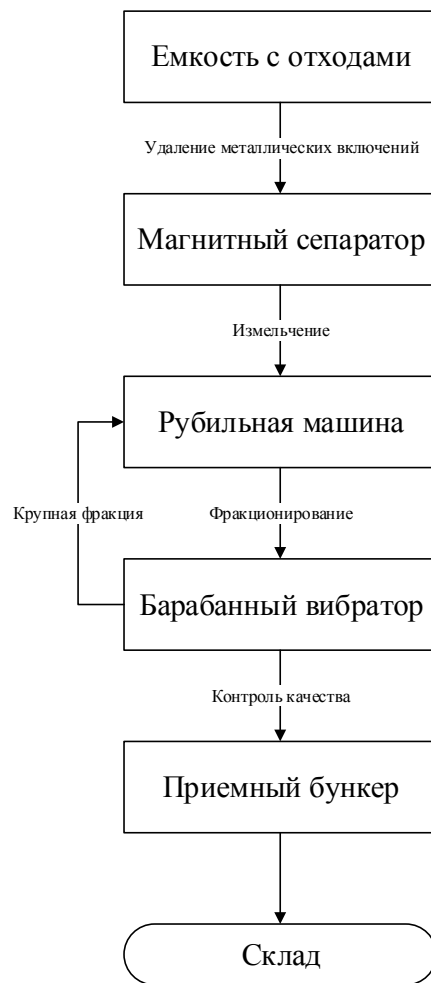


Рисунок 4 - Технологическая схема производства щепы

Дальнейшая переработка полученной щепы проводится на предприятиях соответствующих отраслей промышленности (лесохимии, стройматериалов, целлюлозно-бумажной и др.) по соответствующим технологиям.

### 1.3.1 Производство строительных материалов из древесных отходов

Одним из основных способов использования древесных отходов в строительной индустрии является производство плитных материалов:

- древесностружечных плит (ДСП);
- древесноволокнистых плит (ДВП);
- ориентированно-стружечных плит (OSB);
- цементностружечных плит и т.д.

В последнее время отходы древесины широко применяются для производства древесно-полимерных композитов.

При изготовлении ДВП (рис.5) используются целлюлозные волокна, полученные путем дальнейшего измельчения щепы. Применяют два способа производства ДВП: сухой и мокрый. Сухой способ основан на введении в целлюлозную массу 4-8% связующей смолы. При мокром способе плиты получают путем отлива целлюлозной массы без введения связующего вещества.



Рисунок 5 - Древесноволокнистая плита (ДВП)

ДСП (рис.6) изготавливают горячим прессованием древесных отходов (стружки) со связующим, в качестве которого применяют мочевино- или фенолформальдегидную смолу. По способу производства различают ДСП плоского прессования и экструзионные.



Рисунок6 - Древесностружечная плита (ДСП)

Для производства OSB( рис.7) используют прямоугольную щепу, которую методом горячего прессования спрессовывают с использованием связующих веществ (синтетической смолы).



Рисунок7 - Ориентированно-стружечная плита (OSB)

При изготовлении цементностружечных плит (рис.8) применяют древесную муку, которую связывают при помощи цементирующих или связывающих веществ.



Рисунок 8 - Цементностружечная плита (ЦСП)

Древесно-полимерные композиты (ДПК) (рис.9) изготавливаются из компаунда, состоящего из смеси древесных частиц, термопластичного полимера и небольшого количества функциональных и технологических добавок. Компаунд для формования готовится заранее или смешивается непосредственно в ходе технологического процесса формования. При формовании полимер, содержащийся в компаунде, размягчается под действием температуры и становится пластичным, что позволяет предоставлять компаунду различные геометрические формы.



Рисунок 9 - Профиль из древесно-полимерного композита (ДПК)

### 1.3.2 Химическая и другие технологии переработки древесных отходов

В лесохимической промышленности древесные отходы получили широкое распространение для получения уксусной кислоты, древесного угля, канифоли, скипидара, дубильных веществ и т.д.

Гидролизная промышленность широко использует отходы древесины для производства кормовых дрожжей, этилового спирта, фурфурола, ксилы, глюкозы, органических кислот и других продуктов.

В качестве основного сырья на гидролизных заводах используют древесины лиственных пород.

Помимо вышеуказанных способов использования древесных отходов, используются и менее распространенные, но также экономически целесообразные.

Так, для обеспечения процессов выделки кожи применяют дубильные вещества (таннины), экстракт которых чаще всего извлекается из коры ели и лиственницы.

Также кору деревьев, а в частности - березы, используют для производства дёгтя, применяемого для изготовления дезинфицирующих веществ, для жировки кож, для смазки шорно-седельных изделий и т.д.

Такие отходы, как древесная зелень (листья, хвоя, ветки) широко используются для производства веточного корма, веточных хлопьев, лесного силоса, витаминной муки и других кормовых продуктов, применяющихся для скармливания животным.

Древесина является естественно возобновляемым источником углерода, являющимся ценным сырьём для химической промышленности. Углерод получают переугливанием дров и древесных отходов, при этом твердым продуктом выступает древесный уголь (рис.1.10).

Древесный уголь широко используют в различных отраслях народного хозяйства. Одним из основных его потребителей является химическая промышленность, вырабатывающая различные виды активных, осветляющих

и других специальных углей. Значительное количество древесного угля идет на получение сероуглерода в производстве искусственного волокна. В металлургической промышленности уголь применяют при выплавке чугуна специальных марок, производстве ферросплавов, получении марганца. Карбюризатор из березового угля, покрытого пленкой углекислого бария, используют для цементации стальных деталей. В цветной металлургии уголь находит применение в процессах получения меди и медных сплавов, его широко используют в производстве кристаллического кремния, который требуется для транзисторов, фотоэлементов, солнечных батарей и других полупроводниковых приборов.



Рисунок10 - Древесный уголь

Древесный уголь находит некоторое применение в приборостроении и полиграфическом производстве для шлифовки и полировки деталей и форм, в производстве дымного пороха, электроугольных изделий, твердых смазок и в качестве топлива. Перспективной областью использования древесного угля является сельское хозяйство, где он употребляется в качестве пищевой добавки к кормам животных.(см. рис. 10)

### 1.3.3 Получение топлива из древесных отходов

Сегодня биомасса занимает четвертое место по значимости топлива в мире, её потребление составляет около 14% от общего потребления первичных энергоносителей в мире (в развивающихся странах - больше 30%, иногда 50-80%). В Европейских странах часть биомассы в общем потреблении первичных энергоносителей составляет, в среднем, больше 3%. Россия вопреки наличию достаточных объёмов природных топливных ресурсов, также не остаётся в стороне.

Существуют следующие методы переработки древесины для получения топлива (гидролиз древесины для получения биоэтанола, газификация и пиролиз, а также гранулирование (брикетирование) отходов древесины для получения топливных пеллет и брикетов.(см. рис.11)



Рисунок11 - Топливные пеллеты и брикеты

Экспериментальные исследования и научно-конструкторские разработки некоторых организаций и научных учреждений показали техническую возможность и экономическую целесообразность утилизации отходов древесины, в том числе с загрязнённых радионуклидами лесных территорий путём газификации и пиролиза с получением экологически чистого газообразного топлива. Наибольшее практическое значение в сфере энергетического использования имеют отходы стволовой древесины, коры, древесная гниль и биомасса элементов кроны деревьев, солома. Анализ существующих технологий использования древесины в качестве топлива показал, что наиболее целесообразными методами термической переработки

являются: сжигание, газификация, пиролиз. При этом технико-экономические показатели сжигания топлива в топках больше, по сравнению с такими же показателями газификации и пиролиза. Но для решения локальных энергетических проблем с использованием газогенераторов для получения газа в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания, а также для синтез-газа с последующим его обогащением водородом при наличии отходов деревообработки за счет производственной деятельности предприятия применение газогенераторной установки является наиболее перспективным и рентабельным.

Во многих странах отходы деревообработки используют для получения энергии, поскольку тепловая отдача топлива, которое получено из древесной биомассы, вполне соответствует традиционному топливу, например одну тонну угля можно заменить 4,2 м<sup>3</sup> таких отходов. Значительные преимущества древесного топлива заключаются в его экологической чистоте: древесина не содержит серу, хлор и другие вредные для атмосферы элементы. С другой стороны, неиспользованная древесная биомасса создает опасность для природной среды, так как, разлагаясь, приводит к выбросу в воздух метана, загрязнение рек и гибели флоры и фауны. При использовании древесной биомассы для производства энергии возникают дополнительные источники экономии денег, поскольку отходы древесины находятся практически на месте их потребления и не требуют затрат на их транспортировку [2].

Древесная биомасса характеризуется следующими важнейшими показателями:

- самый большой , средний и самый маленький размер составляющих кусков древесной биомассы
- влажность;
- удельная теплота сгорания;
- плотность;
- зольность.



Термохимическая газификация - это процесс частичного окисления углеродосодержащего сырья, (древесина) с получением газообразного носителя - генераторного газа. Полученный газ состоит из монооксида углерода, водорода, метана, диоксида углерода, небольшого количества углеводородных соединений более высокого порядка, таких как этан, содержит пары воды, азот (при воздушном дутье) и различные примеси (смола, зола и др.). В зависимости от характера дутья различают: воздушный генераторный газ, получаемый при подаче воздуха (или чистого кислорода) в зону газификации; водяной генераторный газ, полученный в процессе вдувания водяного пара; паровоздушное генераторный газ, полученный в результате подачи паровоздушной смеси. В современных газогенераторных установках большой мощности используются все три вида дутья, в то время как в газогенераторных котлах малой мощности в качестве окислителя используют воздух [3].

Пиролиз - это процесс термического разложения органосодержащих соединений без доступа кислорода. Пиролиз проходит при относительно низких температурах (500 -800°C) по сравнению с процессами газификации (800-1430°C) и горения (1500-2000°C). Пиролиз дает возможность для преобразования твердой биомассы в газообразное, жидкое и твердое топливо, которые могут эффективно использоваться для получения теплоты, электроэнергии и других целей. Процессы пиролиза широко используются в коксохимическом производстве, в процессе крекинга нефти, полукоксовании бурого угля, сланца, торфа и древесины.

Процессы газификации и пиролиза имеют некоторые преимущества по сравнению с прямым сжиганием:

- уменьшается объем отходящих газов;
- есть возможность использовать генераторный газ для получения других видов энергии (тепловой в котлах, как топливо в двигателях внутреннего сгорания (ДВС), электрической - при соответствующем

оформлении процесса преобразования), а также сырья (уксусная кислота, смолы).

Сжигая низкосортное твердое топливо, особенно с высоким содержанием влаги, невозможно получить высокие температуры, тогда как в процессе сжигания газа, полученного из этого же топлива, такие температуры возможны. С газа можно удалить влагу, которая является балластом, и подогреть его перед сжиганием. Кроме этого, в случае сжигания газа необходимо меньшее количество воздуха, чем для кускового топлива, что способствует увеличению температуры горения и уменьшению потерь теплоты с отходящими газами. В процессе сжигания газа можно регулировать характер пламени и расход газа. В случае очистки, газ дает чище пламя, чем твердое топливо, в продуктах горения которого содержится пыль и зола.

Используя биомассу для производства электрической энергии, можно выделить две группы технологий, основанных на прямом сжигании и газификации. При этом технологии производства электрической энергии с газификацией биомассы обеспечивают достижение более высоких значений КПД. Это преимущество характерно для установок малой и средней мощностей [3].

Однако наиболее экономически оправданным и целесообразным на сегодняшний день является метод получения топливных гранул.

Древесные топливные гранулы (пеллеты, ДТГ) - это небольшие цилиндрически прессованные древесные изделия диаметром 4-12 мм, длиной 20-50 мм, переработанные из высушенных остатков деревообрабатывающего или лесопильного производства: опилки, стружка, древесная мука, треска, древесная пыль и т.д. гранулы используются в котлах для получения тепловой и электрической энергии путем сжигания [4].

В основе технологии производства топливных гранул, как и топливных брикетов лежит процесс прессования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и т.д.

Сырье (опилки, солома и т.д.) поступает в дробилку, где измельчается до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё в пресс-гранулятор, где древесную муку прессуют в гранулы. Сжатие во время прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндры. На производство одной тонны гранул уходит 3-5 кубометров древесных отходов естественной влажности. Готовые гранулы охлаждают, пакуют в большие биг-бэги (по несколько тонн) или мелкую упаковку от нескольких кг до нескольких десятков кг. Различают промышленные (доставляются насыпью без упаковки или в биг-бэгах) и потребительские гранулы (в мелкой расфасовке, ориентированные на частных и небольших промышленных потребителей) [2].

#### **1.4 Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования**

Развитие мирового и отечественного промышленного производства, его современное состояние и перспективы указывают на необходимость нового ресурсосберегающего, экологически и экономически обоснованного подхода и организации промышленности – безотходного (малоотходного) производства [22, 23].

Последние годы все активнее в России обсуждаются вопросы обеспечения устойчивости развития на основе бережного расходования имеющихся ресурсов, рационального природопользования, экологической безопасности производства и т.д. Наиболее активно исследуются вопросы обеспечения рационального расходования природных ресурсов [24,25], энергосбережения и поиска новых источников энергии, экологической безопасности производства.

Решение этих вопросов ведет за собой инновационное развитие общества в нашей стране. Основными целями и задачами для развития российской промышленности являются создание, внедрение и применение безотходных и малоотходных, ресурсосберегающих технологий, создания экологически безопасных производств, поиска альтернативных источников тепловой и электрической энергии. При этом нужно отметить, что рациональное природопользование, энерго- и ресурсосбережение выступают стратегической целью и ключевыми задачами экономического развития во всех развитых странах мира уже несколько десятилетий. Современные зарубежные программы государственного регулирования, опираясь на технологии прогнозирования и управления природными и социально-экономическими системами, ориентированы, в первую очередь, на максимальную экономию энергетических, природных и материальных ресурсов, на обеспечение экологической безопасности производства и природопользования [26].

Для нашей страны одной из перспективных в рассматриваемом вопросе является лесная и деревоперерабатывающая промышленность. В России сосредоточены одни из крупнейших запасов лесных ресурсов. По запасам древесины Российская Федерация (81,5 млрд куб. м) занимает второе место в мире после Бразилии (126, 2 млрд куб. м). Затем следуют США – 47, Канада – 33 и Китай – 15 млрд куб. м [27]. По объемам заготовки Российская Федерация занимает пятое место в мире. В результате интенсивной заготовки древесины в предыдущем веке мировые запасы лесов значительно снизились. Все более остро становится вопрос об эффективном и комплексном использовании древесных лесных ресурсов. Комплексное использование древесных ресурсов, прежде всего, означает использование безотходных (малоотходных) технологий обработки и переработки древесины.

Отходы образуются практически на всех стадиях лесозаготовительного и деревоперерабатывающего процессов. По месту образования отходы можно разделить на лесосечные и отходы переработки древесины. Лесосечные отходы образуются в процессе заготовки древесины и в большинстве случаев оставляются в лесу. К таким отходам относятся порубочные остатки (сучья, ветки, вершинки, откомлевки), опилки, пни, корни, низкокачественная, неликвидная древесина. Отходы от переработки древесины образуются на предприятиях, которые находятся в населенных пунктах или вблизи них. Тип таких отходов зависит от вида переработки древесины. При лесопилении и механической обработке это кора, опилки, рейки, горбыль, трещиноватая древесина, стружка щепы, кусковые отходы. При плитном производстве в отходы уходят кора, отсев стружки, опилки, шлифовальная пыль, отходы форматной обрезки. В лесохимическом производстве отходами является лигнин. Все получаемые отходы могут использоваться в других производствах. В таблице 1 приведены источники объемы накопления отходов, в зависимости от вида производства.

Таблица 1.5- Объемы накопления отходов в зависимости от вида производства

Вид производства	Доля выхода, %		
	конечная продукция	отходы	потери (распыл)
1. Лесозаготовки и лесное хозяйство	63-80	20-37	-
2. Лесопиление и деревообработка			
2.1. Лесопиление и механическая обработка древесины	45-55	38-48	7
2.2. Плитное производство (в т.ч. древесные пластики)	85-90	5-10	5
2.3. Фанерное производство	40-50	42-52	8
2.4. Комбинированное производство	65-70	22-27	8
3. Лесохимическое производство (целлюлозно-бумажное и гидролизное производство, в т.ч. производство этилового спирта)	62-68	35-38	-

По оценкам некоторых исследователей [28,29,30] в Российской Федерации ежегодно образуется порядка 35,5 млн. м<sup>3</sup> древесных отходов (32,2 % от объемов используемого пиловочника). За последние годы, когда древесные отходы в большинстве случаев не используют, а иногда и не утилизируют, в лесопромышленных районах их накопилось огромное количество. Наибольших результатов в использовании отходов добились страны с высокоразвитой лесопильно-деревообрабатывающей промышленностью, являющейся основным поставщиком отходов, такие как США, Канада, Япония и страны Северной и Центральной Европы. Этому способствовали высокий уровень концентрации и интеграции деревообрабатывающей промышленности.

Получаемые древесные отходы можно классифицировать по следующим признакам: физико-механическим и химическим свойствам, возможности использования, месту образования в технологическом процессе переработки, технической и экономической доступности.

Направление дальнейшего использования отходов зависит в основном от их размерно-качественных характеристик и экономические факторы.

Древесные отходы можно использовать после механической обработки или химической переработки, а также непосредственно без каких-либо обработок. По возможности использования, отходы лесопиления и деревообработки не равноценны. Наиболее ценные из них те, что можно использовать для производства различной продукции. К этой группе можно отнести кусковые отходы - горбыль, рейки и т.д. Спектр их использования очень широкий: от производства мелкой пилопродукции и клееных заготовок до лесохимической продукции (изготовления целлюлозы, спирта, кормовых дрожжей и т.д.). Менее ценные те отходы, которые ограничены в использовании, так как из них можно вырабатывать только отдельные виды продукции. Это мягкие отходы - опилки, стружка, кора. Опилки и стружка применяются непосредственно для хозяйственных и промышленных целей, а также как технологическое сырьё для плитного и лесохимического производства. Менее трудоёмким является использование опилок, стружки и коры в качестве топлива и удобрений.

В советское время на заводах использование отходов лесопильного и деревообрабатывающего производств было также не развито. Крупные отходы, такие как горбыль, использовался в больших объемах в качестве топлива, а также в шахтах, для изготовления мелкотоварных изделий. Однако интенсивно развивались различные направления комплексного применения древесных отходов, имелся опыт их использования: - из крупных отходов производство щитов, паркета, ящичной тары, бочек; - в мебельном производстве для изготовления комплектующих деталей; - в строительстве (изготовление кровельных и теплоизоляционных материалов); - в производстве ДСП и ДВП, прессованных столярно-строительных изделий; - для получения тепловой и электрической энергии (простое сжигание, пиролиз, получение газогенераторного газа); - при доочистке сточных вод от нефти фильтрацией через древесную стружку; - для изготовления игрушек, изделий пиротехники, корма для скота, в животноводстве как подстилку, в растениеводстве в качестве удобрения; - для получения технологических

продуктов: в химической и целлюлозно-бумажной промышленности (щавелевая кислота, этиловый спирт, дрожжи, лигносульфонаты).

К концу 90-х гг. в нашей стране существовало уже немало лесопильно-деревообрабатывающих предприятий, использовавших кусковые отходы лесопиления для производства технологической и топливной щепы [31].

В современной отечественной и зарубежной деревообрабатывающей промышленности накоплен большой опыт, разработаны и внедрены многочисленные технологические проекты по переработке различных видов древесных отходов. В основном производства направлены на изготовление строительных материалов, источника для химических продуктов и топлива.

Наиболее распространенным видом продукции вырабатываемой из древесных отходов на деревообрабатывающем производстве является щепа. Наиболее качественную технологическую щепу используют в целлюлозно-бумажном и плитном производствах. Топливную - для получения тепловой энергии [32, 33].

Многие инновационные разработки направлены на создание из древесных отходов новой продукции или замены деловой древесины. При этом продукция не производится экологически безопасная и с низкой себестоимостью.

Интенсивно стали использовать в производстве строительных материалов (конструкционно-теплоизоляционные, отделочные материалы, стандартное домостроение, двери, окна и другие изделия) кусковые отходы от лесопиления и деревообработки, стружку, опилки, кору, а также некоторые виды отходов лесохимической промышленности. Одним из приоритетных направлений использования кусковых отходов лесопиления является изготовление однородной древесноволокнистой фракции, область дальнейшей переработки которой практически очень велика.

Мелкие сыпучие отходы лесозаготовки и лесопиления, такие как хвоя, листья, опилки, стружка, древесная пыль, кора пока не нашли еще широкого



и полного применения, но имеют перспективные направления использования.

Отходы лесозаготовки, такие как хвоя и листья практически не используются по причине их технической и экономической недоступности. Затраты на сбор, обработку и транспортировку данного сырья часто превышают стоимость готовой продукции [34]. Однако химический состав хвои разных пород древесины позволяет ее использовать в производстве медицинских препаратов, всевозможных экстрактов, парфюмерии, удобрений и подкормки животных.

Опилки используются не более 30 % от общего объема. Наибольшая их часть вывозится на свалки для перегнивания, либо сжигается в отвалах. В последнее время активно реализуется производство брикетов и пеллетов из древесных отходов (преимущественно опилок), включая кору хвойных деревьев. Брикетты и пеллеты, представляющие собой прессованное низкокачественное древесное сырье, характеризуются высокой калорийностью, компактностью, экологичностью и транспортабельностью. Они эффективно применяются как в бытовых, так и промышленных целях, в том числе для тепловых станций, успешно конкурируя с каменным углем. Общеизвестно, что использование получившего дополнительную переработку древесного сырья в качестве топлива значительно повышает общую эффективность процессов энергообеспечения на предприятиях и снижает загрязнение атмосферы выбросами вредных веществ. Производственный процесс позволяет непосредственное использование измельченного сырья, состоящего из смеси различных пород, неоднородного по составу и размеру частиц. Однако наиболее качественные брикетты и гранулы получаются при прессовании опилок. Стружки, кусковой материал и дробленку необходимо подвергать измельчению до опилочной фракции.

Плитное производство также является одним из основных потребителей стружки и опилок. Потребление 1 млн. м<sup>2</sup> плит, изготовленных из древесных отходов, условно сберегает 54 тыс. м<sup>3</sup> деловых пиломатериалов.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливают из древесины или древесных отходов с добавлением специальных составов. Древесностружечные плиты (ДСтП) производят из специальной стружки путем горячего прессования с добавлением связующих веществ. В последние годы все больше обращают внимание на производство из измельченной древесины цементно-стружечных плит, арболита, песчано-опилочного бетона, стеклодробленочного строительного материала, ксилолита и др.

Основным сырьем для спиртодрожжевого производства являются опилки и щепа. Другие отходы (горбыль, рейки, шпон, сучья и др.) требуют сортировки, измельчения, промывки и т.д. [14]. Выход основных продуктов и отходов при использовании 1 т хвойного сырья в производстве приведен в таблице 2 [35, 36].

Таблица 1.6- Выход основных продуктов из 1 т хвойной древесины

Продукция	Выход продукта	Продукция	Выход продукта
Этиловый спирт (абс. алкоголь), л	175-182	Сивушные масла, кг	0,3
Дрожжи кормовые (влажность 10 %), кг	32	Углекислота (жидкая), кг	70
Метанол, кг	2,0	Эстрихгипс, кг	225
Фурфурол-сырец (94%), кг	5,6	Лигнин (абс. сухой), кг	380

Наиболее простой и дешевый способ использования древесных отходов – это использование в сельском хозяйстве в качестве кормовых добавок, подстилки животным и удобрений. В качестве кормовой добавки и подстилки опилки без дополнительной обработки можно применять для мясного скота. Из коры или хвои получают кормовую и витаминную муку, которую используют в качестве добавок при изготовлении комбикорма и кормосмеси. В ней содержится комплекс питательных веществ. Для этих целей наиболее пригодной считается осиновая кора, где содержание сырого жира достигает 7,3 %, протеина 2,8 %, сахара 2,2 %.

Значимость древесных отходов преимущественно определяется вкладом азота, точнее отношением C:N, возрастающим с уменьшением его величины.

Кора содержит больше минеральных веществ (3 -5,5 % от общей массы) полезных для растений, чем в опилках. Содержание азота в коре увеличивается при его хранении (за 5 лет – почти в 2 раза), понижается кислотность, количество других полезных компонентов остается прежним.

Использовать опилки и кору в качестве удобрений можно после компостирования. Компостирование относится к наименее затратным и эффективным способам утилизации древесных отходов. Получаемая при этом продукция может потребоваться для повышения плодородия почвы, оптимизации состава содержащихся в ней гумуса и минеральных веществ и улучшения ее структуры. Не являясь способом утилизации, способствующим максимизации прибыли, компостирование, в связи с необходимостью удаления с промплощадок больших объемов древесных отходов, актуально и может использоваться в значительных масштабах. В настоящее время имеются технологии получения компостов практически из любых древесных отходов.

Существует ряд других направлений использования древесных отходов. В частности, на основе кусковых отходов получают клееные материалы, столярные изделия, мебель, другие товары хозяйственного и культурно-бытового назначения. Мягкие древесные отходы используют в производстве пресс-масс и пресс-изделий, в частности пьезотермопластиков, тырсолита и паркелита. Применение коры возможно в производстве стружечных плит, топливных брикетов, фармакопейной смолы, дегтя и пр. Другим серьезным направлением использования древесных отходов может служить выработка древесного угля. Отходы лесозаготовки можно перерабатывать в лесохимическом и топливном направлениях. Откомлевки могут также перерабатываться на тарную дощечку и подобные изделия, тонкомеры – на рудничную стойку.

Комплексное использование древесного сырья в нашей стране должно стать главным аспектом развития лесопромышленного производства в условиях устойчивого природопользования и охраны окружающей среды.

Увеличение использования вторичных древесных ресурсов является важнейшим звеном в развитии политики ресурсосбережения, рационального природопользования, экологической безопасности производства.

## 2. Разработка технологии производства топливных гранул на примере предприятия ООО «СибирьТомЛес»

### 2.1 Общая характеристика предприятия ООО «СибирьТомЛес»

ООО «СибирьТомЛес» является поставщиком топливных гранул в Томской области. ИНН/КПП 7017320298/701701001, ОГРН 1127017031800, 634027, г. Томск, ул. Профсоюзная, д. 2/8, стр. 3. Директором предприятия является Мухидинов Муроджон Вахобжонович.

ООО «СибирьТомЛес» сегодня один из крупнейших и лидирующих лесоперерабатывающих предприятий. Результатом инвестирования средств в развитие переработки стало создание конкурентных современных производств, выпускающих высококачественную продукцию, поставляемую на экспорт. Предприятия работают на безотходной основе, используя ресурсосберегающие технологии. Далее рассмотрим организационную структуру ООО «СибирьТомЛес».



Рис. 2.1. Организационная структура ООО «СибирьТомЛес»

При разработке технологии производства топливных пеллет на ООО «СибирьТомЛес» важной задачей является ориентация на возможность эффективной переработки древесного сырья с получением продукции требуемого качества.

Основной деятельностью ООО «СибирьТомЛес» является лесозаготовка и лесопереработка. Годовой объём производства составляет более 400 тыс. м<sup>3</sup> древесины в год. При этом порядка 40% приходится на древесные отходы.

Тогда общий объём отходов составит:

$$V_{отх} = \frac{V_{общ} \cdot 30}{100} = \frac{400000 \cdot 40}{100} = 160000 \text{ м}^3/\text{год}$$

Таким образом, производительность разрабатываемой технологической линии производства топливных гранул будет составлять 160000 м<sup>3</sup>/год. При количестве рабочих дней в году равном 320, производительность линии составит 500 м<sup>3</sup>/сут или 100 т/сут.

В настоящее время существуют технологические линии производства топливных гранул производительностью до 15 т/ч. Таким образом, для переработки 100 т отходов в сутки потребуется:

$$t = V_{отх} / N = 100 / 15 = 6,7 \text{ ч}$$

Исходя из расчётов видно, что для переработки исходного количества отходов будет достаточно 1 рабочей смены.

Технологический процесс производства древесных топливных гранул представлен на рисунке 3.2.

Отходы древесины поступают на склад сырья. На стадии подготовки сырья щепа, опилки, кора, стружка подаются а молотковую дробилку 1, установленную над загрузочным устройством материалопровода 3. Подаваемое в дробилку сырьё должно иметь влажность не более 60 % и содержать не более 1,5 % посторонних включений; порода древесины значения не имеет. Измельченное сырьё (размеры частиц не более 1 мм) по материалопроводу попадает в камеру сушильного агрегата 4. Отбор излишней влаги осуществляется воздухом, выработанным теплогенератором

2. Температура воздуха на входе в сушилку 250-280°C, на выходе из сушилки продукт имеет температуру 75-100°C. Сырье высушивается до влажности 6-12 %. Далее измельченный и высушенный продукт по пневмотранспорту поступает в батарейный циклон 5, где происходит разделение высушенного материала и теплоносителя. Высушенный материал подается на питающее устройство пресса-гранулятора 6 непрерывного действия. Питающее устройство пресса-гранулятора направляет измельченные древесные отходы во внутреннюю полость вращающейся матрицы, имеющей отверстия диаметром 7 мм, в которых при температуре 80-120°C происходит формирование гранул давлением, созданным при прохождении сырья между матрицей и вращающимися на эксцентриковых осях роликами. Через выходное отверстие пресса-гранулятора готовые гранулы (плотностью около 1000 кг/м<sup>3</sup>) попадают на транспортер-просеиватель 7, где происходит охлаждение и очистка гранул от мелкой фракции.

Мелкая фракция, собранная пылеулавливающей установкой подается обратно в бункер над прессом-гранулятором, делая процесс непрерывным и безотходным. Очищенные и остывшие гранулы попадают в тару для упаковки и транспортировки к месту хранения.

Пеллеты, предназначенные для розничной продажи, пакуются в мягкую тару пакетами общим весом до 20 кг, пеллеты для промышленного потребления крупными предприятиями – в «биг-беги» весом до 1000 кг. По договоренности с потребителем может быть отгрузка россыпью в транспортных единицах.

Переработка древесных отходов в топливные гранулы является рациональной как с экологической, так и с экономической точки зрения.

Экологическое преимущество технологии:

- переработка имеющихся на предприятии древесных отходов;
- отсутствие вредных выбросов (единственным загрязняющим веществом является древесная пыль, улавливаемая циклоном);
- отсутствие сточных вод.

Экономическое преимущество технологии по сравнению с другими предприятиями Томской области:

- отсутствие платежей за накопление отходов;
- сбыт получаемой продукции.

## **2.2 Актуальность переработки древесных отходов в Томской области в биотопливо**

Известно, что ежегодное количество отходов и неделовой древесины по стране составляет около 300 млн. м<sup>3</sup>. При этом, нельзя не заметить, отходы являются ценным вторичным сырьем для производства разнообразных строительных материалов, изделий, продуктов.

Но, помимо вышеперечисленных материалов, основной объем отходов деревообработки остается для применения его в качестве топлива.

Таблица 2.1 - Сравнительные характеристики основных видов топлива

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг (*МДж/м <sup>3</sup> )	% серы	% золы	Углекислый газ кг/ГДж
Дизельное топливо	42,5	0,2	1	78
Мазут	42	1,2	1,5	78
Природный газ *	35 – 38	0	0	57
Каменный уголь	15 - 25	1-3	10 - 35	60
Гранулы древесные	17,5	0,1	1	0 ()
Гранулы из соломы	14,5	0,2	4	0



Гранулы торфяные	10	0	4 - 20	70
Щепа древесная	10	0	1	0
Опилки древесные	10	0	1	0

Примечание: «0» в колонке количества выделяемого CO<sub>2</sub> означает, что при горении возобновляемых видов топлива выделяется только CO<sub>2</sub>, связанный растениями за период роста, баланс CO<sub>2</sub> в природе при этом не меняется.

Как видно из таблицы 2.1, теплота сгорания древесных гранул может находиться на уровне некоторых марок каменных углей.

В настоящее время в России достаточно хорошо налажен рынок древесно-топливных гранул, с хорошо сформированной информационной инфраструктурой отрасли. Причиной тому послужили некоторые преимущества пеллет по сравнению с другими видами биотоплива:

- высокая насыпная плотность (630 кг/м<sup>3</sup>) при высокой истинной плотности 1200 кг/м<sup>3</sup>, что обеспечивает снижение объёмов перевозок и складов для хранения;

- нормируемая влажность не менее 12%, при этом поверхностный слой лигнина препятствует набору влаги из воздуха;

- нормируемый размер, что обеспечивает надежность работы систем топливоподачи;

- отсутствие воздушных пор, что ликвидирует возможность самовозгорания;

- высокая пожаробезопасность, поскольку для розжига пеллет требуется длительное температурное воздействие (сравнима с углем);

- экономичность, т.к. производство основано на переработке отходов;

- экологичность - снижение вредных выбросов в атмосферу.

Для территории Томской области, расположенной преимущественно в зоне тайги, скорость возобновления лесных ресурсов является достаточно

высокой, в связи с чем использование древесного биотоплива является особенно рентабельным.

Целесообразность развития биоэнергетики в Томской области обуславливают природные и социально-экономические условия региона. Территория Томской области, обладает большим лесным фондом - более 60% территории покрыто лесами. По оценке специалистов общий запас древесины составляет порядка 2820 млн. м<sup>3</sup>. Более 70% лесного фонда представлено эксплуатационными лесами, около 30% - защитными. Половина эксплуатационных запасов древесины представлена хвойными породами деревьев, из которых наиболее ценными являются ель, сосна, кедр, пихта [5].

Традиционно сложилось, что в качестве топливных ресурсов местное население преимущественно использует дровяную древесину, хотя темпы ее заготовки в последние годы существенно сократились. В течение длительного времени лесосечные отходы и отходы лесопереработки просто выбрасывались. Однако мировая и всероссийская тенденция увеличения объёмов переработки данного вида отходов способствовала некоторому сдвигу в этом вопросе.

На сегодняшний день, как уже было отмечено, имеются современные технологии, способствующие использованию отходов лесопромышленности в качестве топлива (пеллеты, топливные брикеты). Для районов лесозаготовки и лесопереработки, которые преимущественно находя в зоне децентрализованного тепло-энергоснабжения перевод дизельных котельных на биотопливо является особенно актуальным.

Таким образом, регион характеризуется значительным биоэнергетическим потенциалом, способным стать базисом развития малой энергетики, столь необходимой для множества населенных пунктов, находящихся в зоне децентрализованного энергоснабжения.

На основании проведенной оценки биоэнергетических возможностей по использованию отходов лесопромышленного комплекса по Томской

области можно утверждать о наличии больших потенциальных возможностей, а также сложившейся определенной территориальной неоднородности.

В целом по области ежегодные запасы по лесосечным отходам при влажности 15% достигают величины 2556,09 ТДж, по отходам лесопереработки - 2796,7 ТДж. При этом общее среднегодовое потребление тепла по области составляет порядка 32000 ТДж [9].

Отходы от лесозаготовительных работ наибольшей величины достигают в отдаленных северных районах (Верхнекетское, Кедровское, Колпашевское лесничества), характеризующихся значительным лесосырьевым потенциалом для лесозаготовок. Вторая группа представлена районами более развитой южной зоны (Томское, Асиновское, Первомайское лесничества), характеризующихся более благоприятным транспортно-географическим положением для вывоза древесины (рис. 2.3 А). Однако лесосечные отходы почти не используются в связи с отсутствием специального оборудования по их сбору и технологической обработке.

Наибольшим энергетическим потенциалом отходов лесопереработки характеризуются Томский, Верхнекетский, Асиновский, Первомайский, Молчановский районы области (рис. 2.3 Б), в которых расположены основные центры лесопромышленной деятельности.

На некоторых деревообрабатывающих предприятиях области уже изготавливают топливные пеллеты, которые в основном подлежат экспорту.

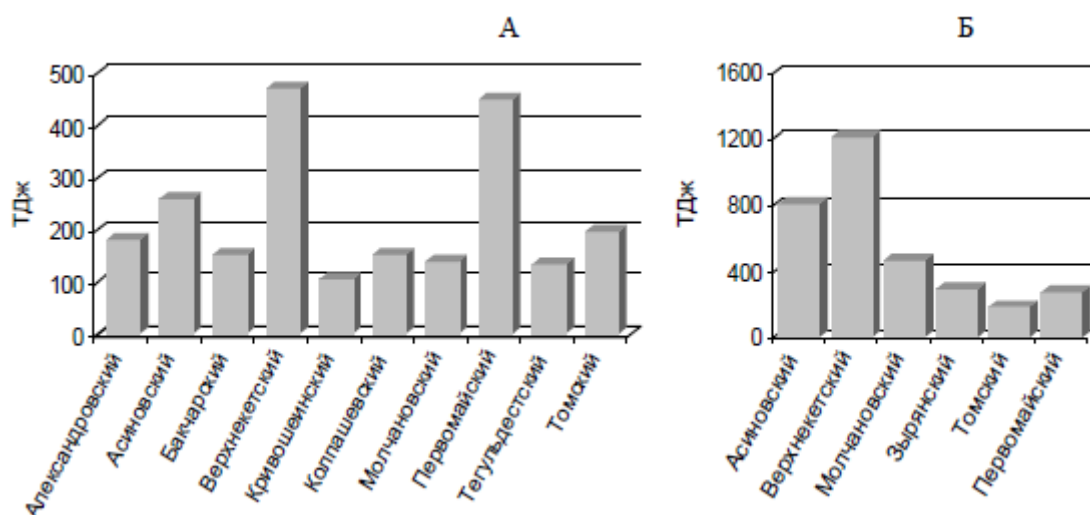


Рисунок 2.3 - Энергетический потенциал отходов лесопромышленного комплекса Томской области по объемной теплотворной способности в рамках административных районов: А – лесосечные отходы; Б – отходы лесопереработки

Стоит также отметить и экологическую составляющую использования древесных отходов в качестве сырья для производства топливных гранул. Для этого на основании анализа 7 котельных Томской области, в которых эксплуатируются водогрейные котлы производительностью не менее 30ГКал/ч, были получены данные о количестве валовых выбросов загрязняющих веществ. Для проведения расчётного анализа были использованы следующие виды топлива:

- каменный уголь кузнецкого бассейна марки Д (слоевое сжигание);
- низкосернистый мазут марки 40 и 100;
- древесные гранулы (пеллеты);
- топливо на основе торфа, переработанного в брикеты;
- природный газ Томской области для промышленного и коммунально-бытового назначения.

Результаты анализа представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Количество валовых выбросов твёрдых частиц и газообразных веществ

Установленна я мощность котельной, МВт	Вид топлива	Расход <b>Ошибка!</b> топлива, т/год	Низшая теплота <b>Ошибка!</b> , МДж/кг, Дж/м <sup>3</sup>	<b>Ошибка!</b> на рабочую массу топлива, %	Количество о выбросов твёрдых частиц, т/год	Суммарно е количество о NO <sub>x</sub> в пересчёте на NO <sub>2</sub> , т/год	Суммарно е количество SO <sub>2</sub> , т/год	Суммарное количество CO, т/год
0,46	Кузнецкий уголь	237,96	23,464	25,00	10,20	0,008	1,4277	<b>Ошибка!</b>
	Брикеты из торфа	363,82	15,922	23,00	12,81	0,006	1,0915	12,93
	Пеллеты	325,30	16,76	1,5	1,24	0,005	0,1952	12,17
	Мазут	127,94	39,805	0,03	-	2,027	0,9467	0,38
	Природны й газ	144,58	35,615	-	-	0,880	-	0,59
0,95	Кузнецкий уголь	478,71	23,464	25,00	20,52	0,018	2,8723	24,28
	Брикеты из торфа	731,92	15,922	23,00	25,77	0,015	2,1958	26,55
	Пеллеты	654,42	16,76	1,5	2,50	0,012	0,3827	24,99
	Мазут	257,38	39,805	0,03	-	4,608	1,9046	0,77
	Природны й газ	290,86	35,615	-	-	2,250	-	1,20
1,13	Кузнецкий уголь	561,76	23,464	25,00	24,08	0,023	3,3705	28,86
	Брикеты из торфа	858,90	15,922	23,00	30,24	0,018	2,5767	31,55

	Пеллеты	767,96	16,76	1,5	2,94	0,014	0,4608	29,69
	Мазут	302,03	39,805	0,03	-	5,594	2,2350	0,92
	Природный газ	341,31	35,615	-	-	2,808	-	1,43
1,33	Кузнецкий уголь	672,99	23,464	25,00	28,84	0,028	4,0379	34,14
	Брикеты из торфа	1028,97	15,922	23,00	36,22	0,023	3,0869	37,32
	Пеллеты	920,02	16,76	1,5	3,52	0,018	0,5520	35,13
	Мазут	361,83	39,805	0,03	-	6,937	2,6776	1,09
	Природный газ	408,90	35,615	-	-	3,577	-	1,69
1,63	Кузнецкий уголь	824,89	23,464	25,00	35,35	0,030	4,9493	41,84
	Брикеты из торфа	1261,21	15,922	23,00	44,40	0,025	3,7836	45,74
	Пеллеты	1127,67	16,76	1,5	4,32	0,020	0,6766	43,05
	Мазут	443,50	39,805	0,03	-	8,888	3,2819	1,33
	Природный газ	501,19	35,615	-	-	4,730	-	2,07
2,73	Кузнецкий уголь	1380,62	23,464	25,00	59,17	0,055	8,2837	70,03
	Брикеты из торфа	2110,90	15,922	23,00	74,31	0,044	6,3327	76,56
	Пеллеты	1887,39	16,76	1,5	7,22	0,035	1,1324	72,06
	Мазут	742,29	39,805	0,03	-	16,829	5,4930	2,23
	Природный газ	838,84	35,615	-	-	9,679	-	3,47

3,77	Кузнецкий уголь	1909,25	23,464	25,00	81,82	0,088	11,4555	96,84
	Брикеты из торфа	2919,14	15,922	23,00	102,77	0,079	8,7574	105,88
	Пеллеты	2610,05	16,76	1,5	9,99	0,054	1,5660	99,65
	Мазут	1026,51	39,805	0,03	-	25,368	7,5962	3,08
	Природный газ	1160,02	35,615	-	-	15,272	-	4,8

Из табл. 2.2 видно, что минимальные значения концентрации твердых частиц, оксидов азота и серы соответствуют вариантам с использованием пеллетов – от 1,2 до 10 т/год.

Таким образом, значительные запасы древесины и отходы лесопромышленного комплекса области способны создавать дополнительные теплоэнергетические ресурсы для экономики области. Рекомендуется более активно вовлекать эти отходы в дальнейшую переработку и использовать для отдаленных и труднодоступных местностей. Поскольку скорость возобновления биоэнергетических ресурсов достаточно высока, то их можно рассматривать в качестве перспективных альтернативных источников энергии.



## 2.3 Технология производства древесных топливных гранул

В основе технологии производства топливных гранул, как и топливных брикетов, лежит процесс гранулирования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и др.

Расстановка оборудования на каждом предприятии может быть разной, однако принципы- общие моменты возникновения технологии производства пеллет в 1947 году. Сам по себе процесс гранулирования- пеллетизации происходит в специальных кольцевых штампах (пресс-формах) вращающимися роторными вальцами и заключается в прессовании и в многочисленных отверстиях- фильерах пресс-формы, активизации паром измельченного древесного сырья, после чего, срезанные с внешней стороны штампа специальным ножом гранулы, должны быть охлаждены и отделены от мелких частиц.

На производство одной тонны гранул уходит 3-5 м<sup>3</sup> древесных отходов естественной влажности.

Весь процесс производства условно можно разделить на несколько этапов:

- дробление;
- сушка;
- додробление;
- водоподготовка;
- прессование;
- охлаждение;
- расфасовка и упаковка.

Измельчение (дробление) древесного сырья осуществляется в специальных аппаратах - дробилках, которые измельчают древесное сырье на фракции с размерами не более 25х25х2мм для последующей сушки. Лучше всего, для снижения энергозатрат на сушку, измельчать до более мелкой фракции.

Древесное сырьепередпрессованиемдолжно иметьвлажность $10\pm 2\%$ . Сырьес большей или меньшейвлажностью требуетдополнительногоувлажненияилидополнительнойсушки. Сушилки делятсяна два типа:барабанногоиленточного.

Сушилки ленточного типа - дороже, но безопаснее. По типу применяемого сушильного агента они делятся на сушилки на топочных газах, горячем воздухе и водяному пару. По типу применяемого вида топлива для производства ДТГ: газовые и на древесных отходах.

Для устойчивой работы прессавходная фракция должна быть не более 4мм. Такую фракцию может обеспечить молотковая мельница, стружечный станок или дезинтегратор.

Сырьес влажностью менее 8% плохо поддается прессованию, поэтому нужно, устройство дополнительного увлажнения сырья. Лучший вариант - это шнековые смесители, имеющие возможность подачи воды или пара. Пар применяют для снижения прочности и увеличения пластичности древесного сырья твердых пород. Прессы некоторых производителей по конструктивным особенностям не требуют добавления пара. Некоторые производители применяют пар для старения, слежавшегося сырья, но из такого сырья сложно получить гранулы хорошего качества.

В основе всего процесса гранулирования находится пресс. Сегодня существует несколько десятков производителей прессов из разных стран мира (СРМ, Andritz, Salmatec, Amandus Kahl, Buhler, Munch и многие другие).

Конструктивно прессы разделяются по виду матриц:

- пресс с круглой матрицей (рис. 2.4);
- пресс с плоской матрицей (рис. 2.5).

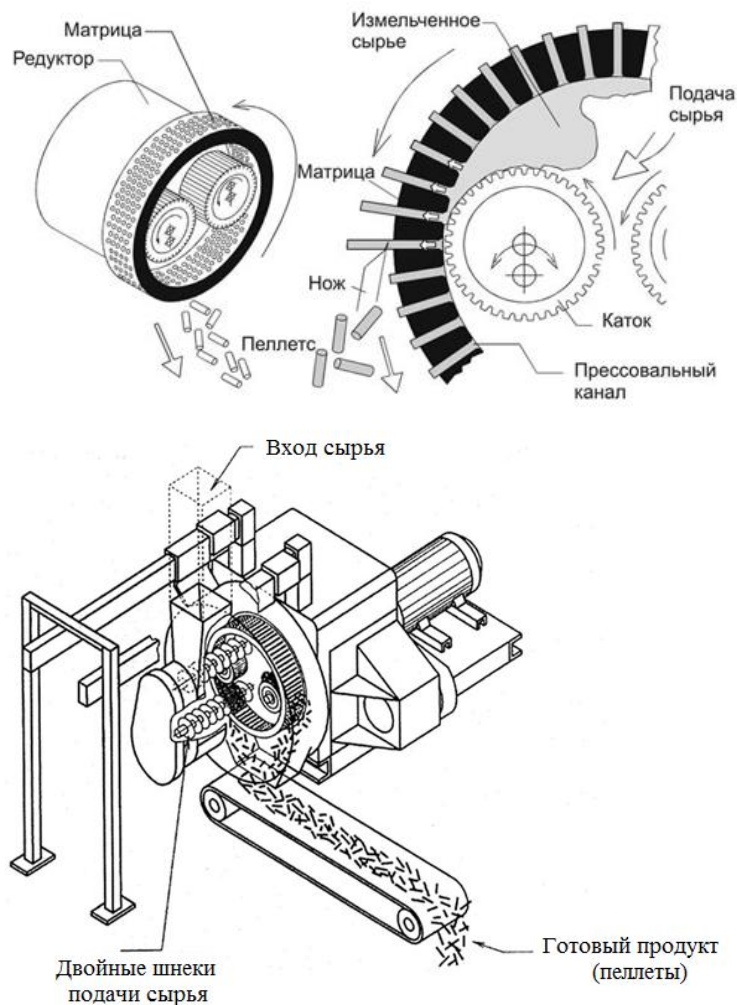


Рисунок 2.4 - Схема гранулятора с круглой матрицей

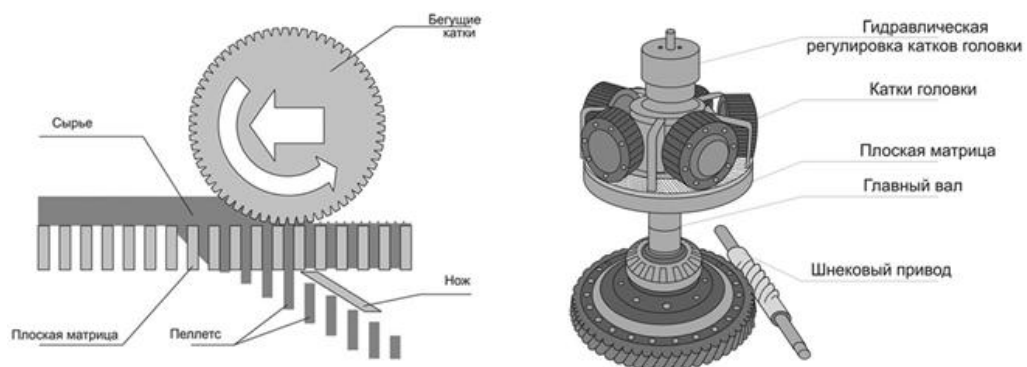


Рисунок 2.5 - Схема гранулятора с плоской матрицей

Пресс с круглой матрицей разрабатывался для комбикормовой, пищевой и химической промышленности. А пресс с плоской матрицей - сначала для утилизации промышленных и бытовых твердых отходов. На сегодняшний день прессы обеих модификаций, используемых в гранулировании, работают по одинаковому принципу. Бегущие катки создают

контактное напряжение смятия сырья на матрице, и через отверстия в матрице продавливают сырье, обрезающееся ножами. Прессы выполнены из особо прочных материалов с жесткими мощными корпусами. Матрица и катки изготовлены из специальных закаленных износостойких сплавов. Гранулирование древесины, как материала, имеющего высокую плотность, требует повышенного усилия для прессования. При прессовании происходит уплотнение древесного сырья до 3 раз. Удельное потребление электроэнергии составляет от 30 до 50 кВт в час на тонну. Благодаря силе трения и адиабатическим процессам, происходящим при резком сжатии сырья, температура в рабочей зоне пресса достигает 100°C.

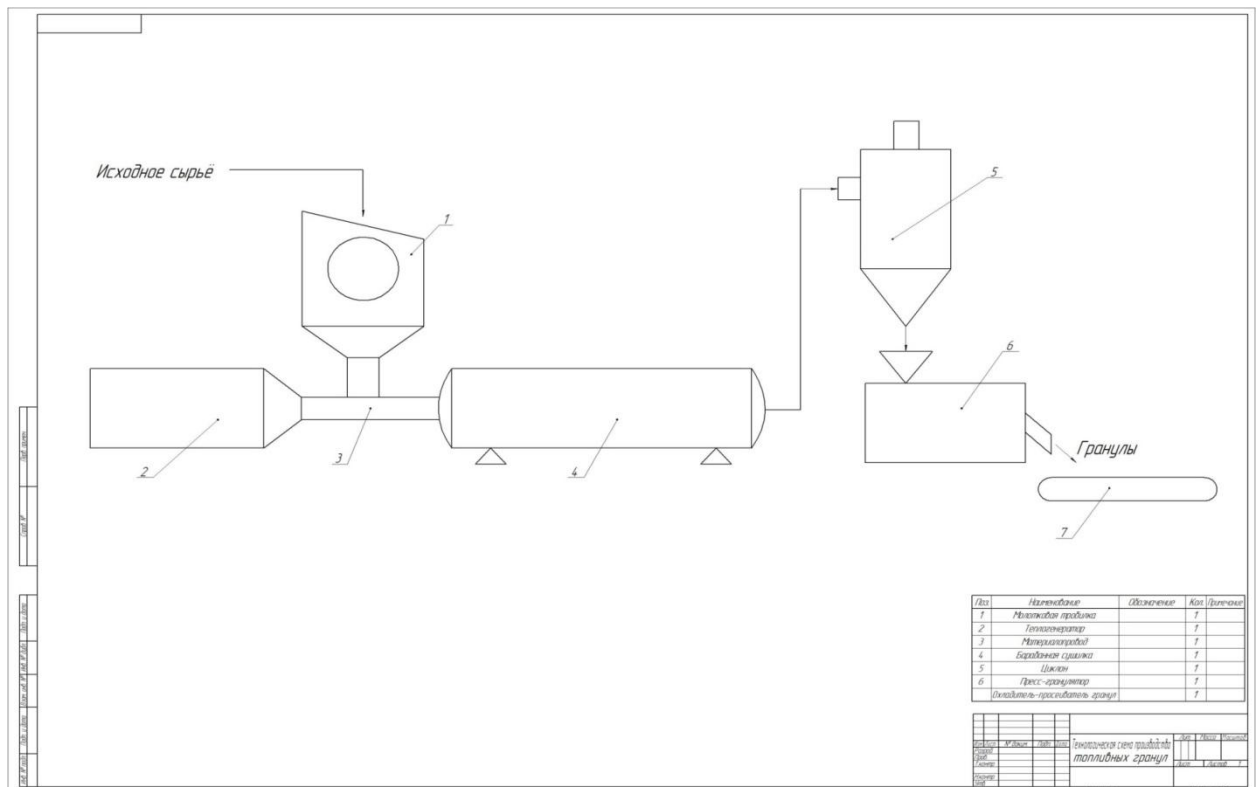


Рисунок 2.6 – Технология производства топливных гранул

Чем выше усилие прессования и выше температура сырья, тем лучше гранулы по качеству. При увеличении температуры прессования более 120°C происходят необратимые процессы в гранулированном сырье, которые приводят к ухудшению качества гранул. Охлаждение необходимо для кондиционирования гранул после прессования. У хороших производителей оборудования

в технологическом процессе, послеохладителя существуют системы для очистки готовых гранул от пыли, что существенно улучшает качество выпускаемой продукции.

Расфасовка и упаковка. Расфасовка и упаковка топливных гранул зависит от того, какая система хранения существует у потребителя:

- в свободном виде - насыпью;
- в мешках биг-бэг, от 500 до 1200 кг;
- в мелкой расфасовке по 10-20 кг.

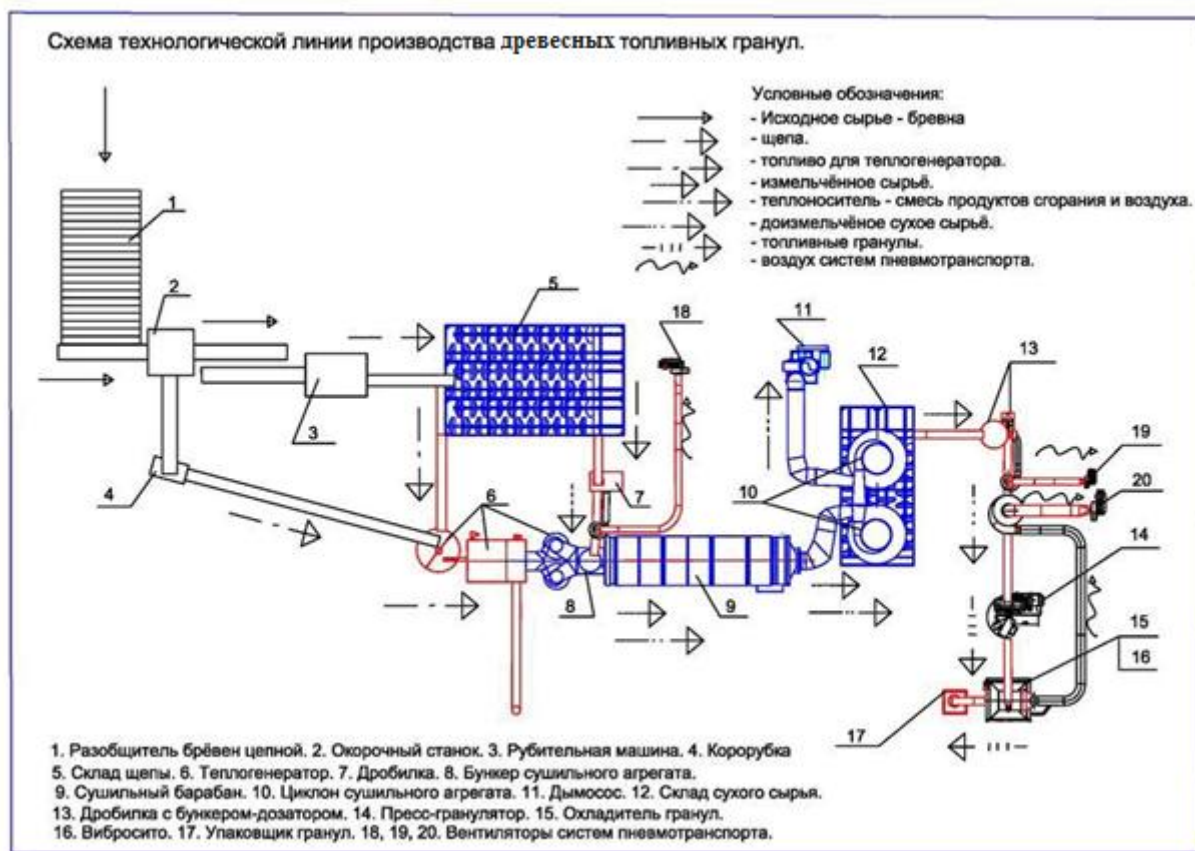


Рисунок 2.7 – Технологическая схема производства топливных гранул

В основе технологии производства топливных гранул, как и топливных брикетов лежит процесс прессования измельченных отходов древесины, соломы, лузги и др.

Сырьё (опилки, солома и т.д.) поступает в дробилку, где измельчаются до состояния муки. Полученная масса поступает в сушилку, из неё — в пресс-гранулятор, где древесную муку прессуют в гранулы. Сжатие во время

прессовки повышает температуру материала, лигнин, содержащийся в древесине размягчается и склеивает частицы в плотные цилиндрики.

На производство одной тонны гранул уходит 3—5 кубометров древесных отходов естественной влажности. Готовые гранулы охлаждают, пакуют в большие биг-бэги (по несколько тонн) или мелкую упаковку от нескольких кг до нескольких десятков кг. Различают промышленные (доставляются насыпью без упаковки или в биг-бэгах) и потребительские гранулы (в мелкой расфасовке, ориентированные на частных и небольших промышленных потребителей).

Древесные топливные гранулы (пеллеты, ДТГ) – это небольшие цилиндрические прессованные древесные изделия диаметром 4-12 мм, длиной 20-50 мм, переработанные из высушенных остатков деревообрабатывающего и лесопильного производства: опилки, стружка, древесная мука, щепа, древесная пыль и т.д. Гранулы используются в котлах для получения тепловой и электрической энергии путем сжигания. Преимуществом использования древесных гранул перед другими видами топлива является:

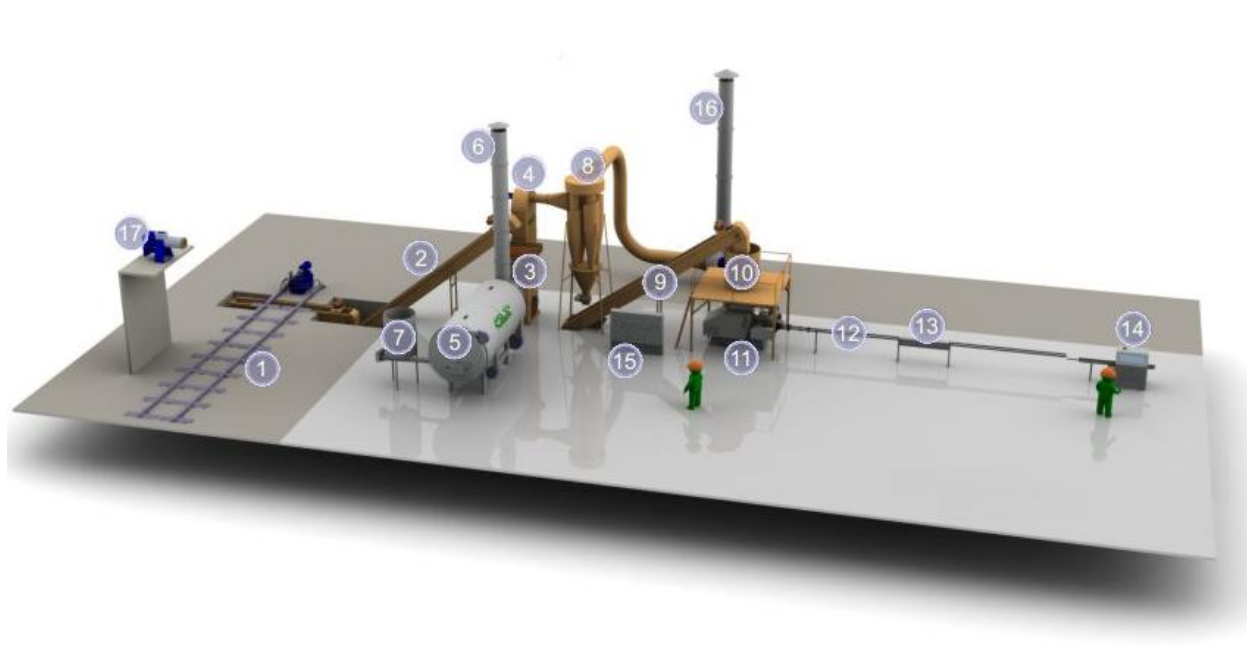
- снижение вредных выбросов в атмосферу: древесное биотопливо признано CO<sub>2</sub> – нейтральным, т.е. при его сжигании количество выделяемого углекислого газа в атмосферу не превышает объем выбросов, который бы образовался путем естественного разложения древесины (см. табл.1);
- большая теплотворная способность: по сравнению со щепой и с кусковыми отходами древесины. Энергосодержание одного килограмма древесных гранул соответствует 0,5 литра жидкого дизельного топлива; древесные гранулы не уступают по теплотворной способности ни углю, ни мазуту (см. табл.2);
- низкая стоимость по сравнению и дизтопливом и отоплением электричеством,
- чистота помещения, в котором установлен котел,
- возможность автоматизации котельных.



## 2.4 Технология производства топливных брикетов

По этой технологии можно производить топливные брикеты из мелких древесных отходов (опилки, стружки), куриного помета бесподстилочного содержания, торфа с гидродобычи, лигнина, навоза.

Характеристики сырья: влажность – до 95%, размер частиц – до 25x25x3 мм.



Сверхвлажные мелкие древесные отходы (опилки, стружки) или лигнин подаются в специальный отжимной пресс (17) скребковым транспортером (не показан), куриный помет бесподстилочного содержания, торф с гидродобычи или навоз подаются в отжимной пресс посредством гидронасоса и трубопровода. Отжимной пресс отделяет часть избыточной воды и понижает влажность сырья до 40 ... 55%. Далее сырье непосредственно попадает на механизированный склад с подвижным полом (1). Стокеры подвижного пола имеют гидравлический привод и под его действием совершают возвратно-поступательные движения. Лопатки (“крылья”) стокеров имеют клиновидную форму, поэтому при движении стокеров сырье с регулируемой скоростью подачи направляется к цепному (скребковому) транспортеру (2). Далее сырьё через самотёк (3) попадает в загрузочную секцию Агрегата Сушки-измельчения (4). Сюда же подаются продукты горения из теплогенератора (5) и засасывается холодный



атмосферный воздух через аварийно-растопочную трубу (6). Первоначально смешиваются продукты горения и холодный воздух, пропорция смешивания регулируется автоматически, что обеспечивает поддержание заданной температуры теплоносителя. Затем теплоноситель смешивается с влажным сырьем и засасывается в Агрегат Сушки-измельчения (4). В нем сырье измельчается и затем высушивается, поднимаясь в потоке теплоносителя к динамическому классификатору, находящемуся в головной секции Агрегата Сушки-измельчения. Динамический классификатор, частота которого задаётся с пульта управления (15), пропускает мелкое и сухое сырье, а крупные и влажные частицы сырья возвращает к ротору Агрегата, этот процесс повторяется до получения необходимой влажности и степени измельчения сырья. Измельчённое и высушенное сырьё (с этого момента его принято называть мукой) засасывается в осадочный циклон (8) за счет разрежения, создаваемого дымососом (не виден). В циклоне мука осаждается за счет центробежной силы и движется вниз, а отработанный теплоноситель выбрасывается в дымовую трубу (16). Из циклона мука через шлюзовой затвор подаётся в шнековый или цепной транспортер (9), далее поступает в бункер брикетного пресса (10). Внутри бункера находится устройство, препятствующее слеживанию муки. Из бункера мука шнековым питателем с регулируемой скоростью подачи направляется в брикетный пресс (11). В прессе мука сначала попадает в камеру (или 2 камеры) предварительного прессования, откуда шнеком (или двумя встречно направленными шнеками) подается в камеру прессования. В камере прессования мука вдавливается подвижным поршнем (пистоном) в коническую неподвижную матрицу, где под действием большого давления происходит формирование непрерывного брикета (далее для простоты – «брикетов»). Брикет, выходящий из пресса, имеет высокую температуру и непрочен, поэтому он направляется в тоннельный охладитель брикетов (12). В процессе охлаждения влажность брикетов уменьшается за счет испарения влаги, и в них происходят физико-химические изменения. В результате они приобретают необходимую

твердость, влажность и температуру. Продвигаясь по туннелю охладителя, который в данном случае является одновременно и транспортером, непрерывный брикет проходит металлодетектор (13) и поступает в автоматическую пилу (14), где происходит его нарезка на брикеты заданной длины. Далее брикеты поступают на участок упаковки и склад готовой продукции.

Теплогенератор в данной схеме может загружаться топливом как в ручном (через дверцу), так и в автоматическом режиме - из бункера топлива (7). Опционально бункер топлива может пополняться дополнительным транспортером с отдельного склада топлива (не показан).

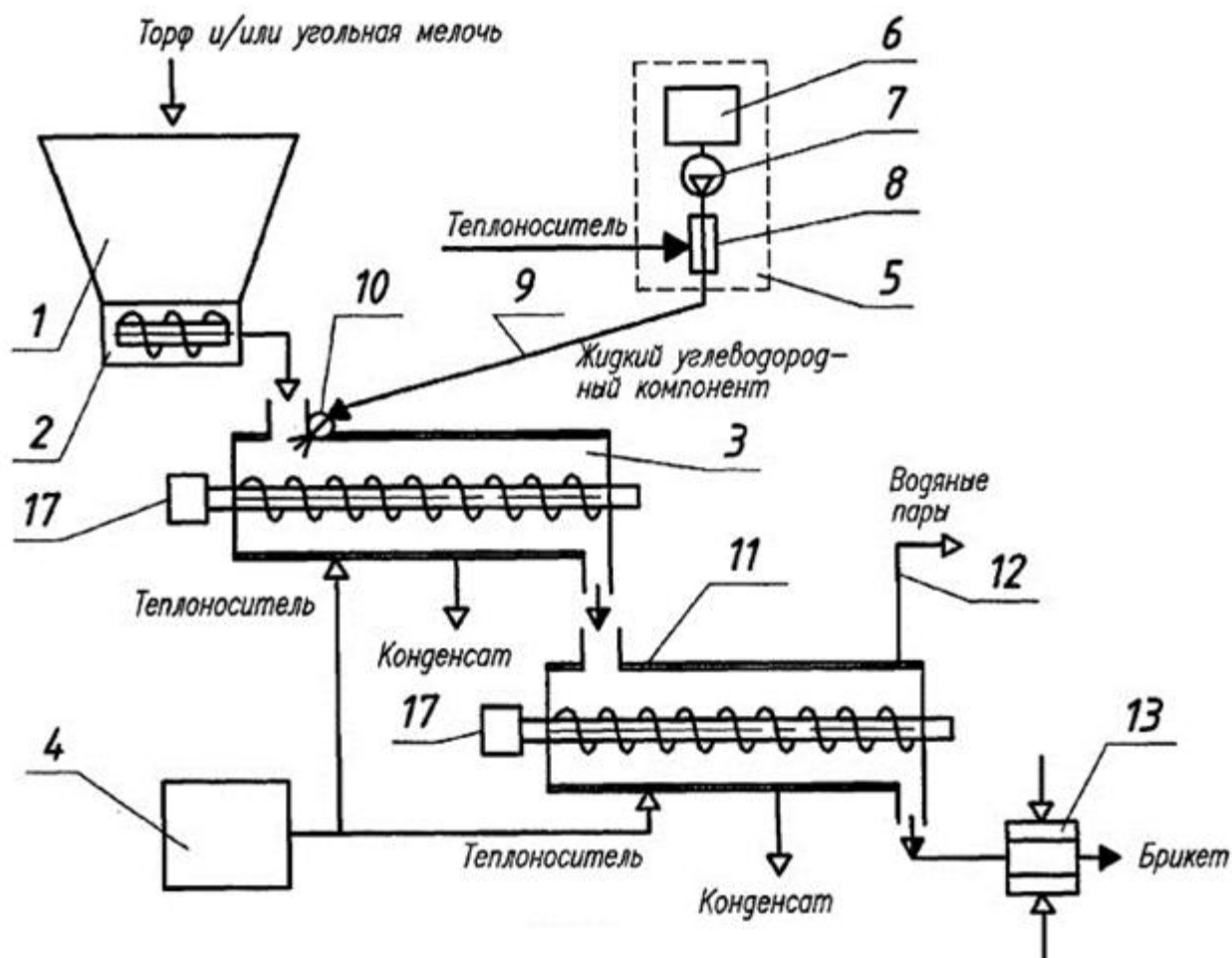


Рисунок 2.8– Технологическая схема получения топливных брикетов

В способе получения топливных брикетов, включающем дозирование сырья - торфа и углеродистого материала, смешивание, сушку и формование, в образованную смесь торфа и углеродистого материала с естественной влажностью до 50% подают жидкий углеводородный компонент с

температурой выше 100°C в количестве 5÷7% по весу, смешивают с ней, а затем осуществляют смешивание с совмещением его по времени с сушкой, и осушенную смесь подвергают объемному формованию. При сушке нагрев сырья осуществляют путем нагрева корпуса смесителя или прямой подачи перегретого пара в полость смесителя с одновременным отсосом водяных паров. Технический результат - повышение влагостойкости и теплотворной способности топливных брикетов, снижение энергозатрат на производство, минимизация технологических переделов.

## 2.5 Разработка технологической схемы производства топливных гранул

При разработке технологии производства топливных пеллет важной задачей является ориентация на возможность эффективной переработки древесного сырья с получением продукции требуемого качества.

Технологический процесс производства древесных топливных гранул представлен на рисунке 3.4.

Подлежащее переработке сырье выгружается на складе сырья<sup>1</sup> в зоне действия подающего механизма «подвижный пол»<sup>2</sup> и порционно транспортером<sup>3</sup> загружается в сушильный барабан<sup>6</sup>. Туда же поступает нагретый через теплообменник теплогенератора<sup>5</sup> воздух, который, смешиваясь во вращающемся барабане со щепой, интенсивно ее высушивает до требуемой влажности. При необходимости в процессе сушки часть подсушенной щепы отбирается системой топливоотбора<sup>7</sup>, включающей всасывающе-нагнетательный вентилятор, трубопроводы, циклон и бункер для подачи в топку<sup>4</sup> винтовым транспортером<sup>8</sup>. Высушенная щепополуфабрикат из сушильного барабана выгружается и поднимается норией<sup>9</sup> к циклонам и далее благодаря постоянно присутствующему пневмоэффекту в системе трубопровод – циклоны – вентилятор щепы в смеси с воздухом засасывается в циклоны<sup>10</sup>, где отделяется от воздуха и далее насыпается в бункер-дозатор дезинтегратора<sup>13</sup>. Очищенный от щепы воздух вентилятором<sup>11</sup> нагнетается в дымовую трубу<sup>12</sup>, которая служит и для удаления горючих газов из топки. В свою очередь высушенная щепы дозированно поступает в дезинтегратор<sup>13</sup>, размалывается до состояния грубой древесной муки и всасывающе-нагнетательным вентилятором<sup>14</sup> в виде древесно-воздушной смеси подается в циклон<sup>15</sup>, расположенный над накопительно-дозировочным бункером<sup>16</sup> шнекового пресса<sup>17</sup>. Накопительно-дозировочный бункер имеет перемешивающее устройство для предотвращения «слеживания» древесной муки и с помощью механизма дозированной подачи подает муку в приемное устройство пресса-гранулятора<sup>17</sup>.

В свою очередь пресс-гранулятор снабжен устройством для дозированного увлажнения древесной муки в случае чрезмерной низкой влажности муки (ниже 8%). Из пресса-гранулятора pellets поступают в охладительный бункер, далее при необходимости просеиваются для удаления мелочи и затариваются.

Пеллеты, предназначенные для розничной продажи, пакуются в мягкую тару пакетами общим весом до 20 кг, пеллеты для промышленного потребления крупными предприятиями – в «биг-беги» весом до 1000 кг. По договоренности с потребителем может быть отгрузка россыпью в транспортных единицах.

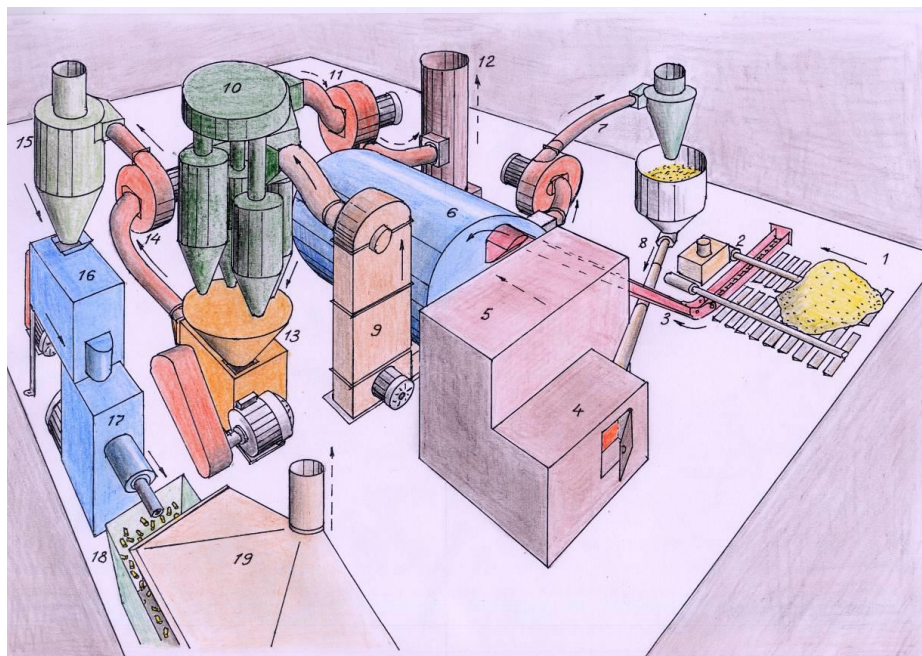


Рисунок 3.4 - Технологическая схема размещения оборудования для производства гранулированного топлива (пеллет) из измельченных отходов лесопиления и деревообработки

Таким образом, линия производства топливных гранул представляет собой довольно сложно оборудованный технологический комплекс, требующий значительных капиталозатрат.

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Для инженерной разработки очень важным параметром является её коммерческая ценность, которая объединяет в себя множество факторов и позволяет инвесторам оценить перспективность разработки, не углубляясь в её суть. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценить коммерческой потенциал и перспективность проведения научных исследований;
- определить возможные альтернативы проведению научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- спланировать научно-исследовательскую работу.

## 4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

### 4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

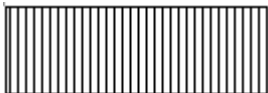
Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию стоимости, так как необходимо обеспечить конкурентоспособность метода гранулирования относительно прессования и метода глубокой обработки отходов.

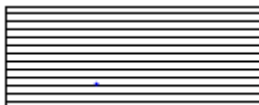
Таблица 4.1. Карта сегментирования рынка

		Метод гранулирования	Метод прессования	Метод глубокой обработки отходов
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

Фирма А



Фирма Б



### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

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

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о конкурентных разработках:

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.п.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты.

Таблица 4.2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к2</sub>
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Удобство в эксплуатации	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
2. Надёжность	0,11	3	4	3	0,33	0,44	0,33
3. Ремонтопригодность	0,09	4	3	4	0,36	0,27	0,36
4. Возможность интеграции в другие механизмы	0,08	4	4	4	0,32	0,32	0,32
5. Срок службы	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
6. Простота монтажа	0,07	3	3	4	0,21	0,21	0,28
Экономические критерии оценки эффективности							



1. Конкурентоспособность продукта	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
2. Уровень проникновения на рынок	0,09	3	4	3	0,27	0,36	0,27
3. Цена	0,1	3	3	4	0,3	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,11	4	4	4	0,44	0,44	0,44
5. Обслуживание	0,09	4	4	3	0,36	0,36	0,27
6. Финансирование	0,04	4	3	3	0,16	0,12	0,12
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>43</b>	<b>38</b>	<b>41</b>	<b>3,53</b>	<b>3,47</b>	<b>3,45</b>

- Б<sub>ф</sub> – применение метода гранулирования;
- Б<sub>к1</sub>- применение метода прессования;
- Б<sub>к2</sub> – применение метода глубокой обработки отходов.

Наиболее востребованным способом утилизации отходов в стране, чья немалая часть находится в зоне холодного климата, является сжигание древесных отходов с целью получения тепловой энергии. И речь идёт не столько об экономической составляющей, сколько об экологической безопасности как самого предприятия, так и всей планеты в целом, так как древесина, по сравнению с нефтью и углём является экологически чистым топливом.

В российской практике также есть примеры использования отходов древесины в качестве топлива. В настоящее время на территории России созданы тысячи малых и средних лесопильных, деревообрабатывающих и мебельных малой и средней мощности, использующих в качестве топлива щепу и прочие отходы производства.

Однако использование отходов в том виде, в котором они используются сегодня вызывает ряд технических проблем. В частности, высокая влажность (что особенно неудобно в зимний период времени с минусовыми температурами), сложности при транспортировке и т.д.

Решением данных вопросов является изготовление прессованных брикетов или древесных гранул. Выпуск стандартизированных по размерам единиц позволяет автоматизировать подачу топлива в теплоагрегат, а процесс прессования увеличивает энергоёмкость древесины и делает её более устойчивой к воздействию влаги.

Безусловно, существуют ограничения на применение подобных технологий гранулирования и прессования. В частности для сжигания подобного прессованного топлива требуется специальное, и подчас, дорогостоящее оборудование. Помимо этого, использование отходов мелкого лесоперерабатывающего предприятия на месте, как правило, не экономично, поскольку объем отходов недостаточен для организации устойчивого рентабельного производства по выпуску пеллет, а целесообразность передачи отходов на большие предприятия для энергетического или технологического применения определяется соображениями логистики.

Тем не менее, принимая во внимание опыт передовых стран, можно предположить, что будущее за глубокой переработкой отходов лесной отрасли, и завтра выиграет тот, кто начал думать об утилизации древесных отходов уже сегодня.

#### **4.1.3 SWOT – анализ**

SWOT – анализ представляет собой комплексное исследование внутренней и внешней среды научно – исследовательского проекта.

В первом этапе обычно описываются сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в Приложении А, таблица 1.

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие

или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 4.3, таблице 4.4, таблице 4.5, таблице 4.6.

Таблица 4.3. Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

		Сильные стороны				
		C1	C2	C3	C4	C5
Возможности проекта	B1	-	-	-	-	+
	B2	-	-	0	+	+
	B3	-	-	+	0	0
	B4	-	-	-	+	+
	B5	-	+	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и сильные стороны проекта: B1C5, B2C4C5, B3C3, B4C4C5, B5C2C3.

Таблица 4.4. Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

		Слабые стороны			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
Возможности проекта	B1	-	-	-	+
	B2	-	-	-	-
	B3	-	-	-	-
	B4	-	-	+	-
	B5	+	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие возможности и слабые стороны проекта: B4Сл3, B5Сл1Сл3, B1Сл4.

Таблица 4.5. Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

		Сильные стороны				
		C1	C2	C3	C4	C5
Угрозы проекта	У1	-	-	-	-	-
	У2	-	-	-	-	+
	У3	-	+	+	-	-
	У4	-	-	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У3С2С3, У4С3.

Таблица 4.6. Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

		Слабые стороны			
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	+	+	+	0
	У2	+	-	-	-
	У3	+	-	-	-
	У4	+	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выделить следующие сильно коррелирующие угрозы и сильные стороны проекта: У1Сл1Сл2Сл3, У2Сл1, У3Сл1, У4Сл1Сл2Сл3, У3Сл1Сл3.

В рамках третьего этапа составляем итоговую матрицу SWOT-анализа Приложение А, таблица 2.

## **4.2 Планирование научно – исследовательских работ**

### **4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования**

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составим список этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по категориям работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в Приложении А, таблица 3.

Таблица 4.7. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель
	3	Подбор и изучение литературы по теме	Дипломник
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, дипломник
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Поиск необходимых параметров для построения моделии проведения процесса нагружения модели	Дипломник
	6	Построение метода гранулирования и проведение расчётов	Дипломник
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка результатов исследования	Руководитель, дипломник
Оформления отчета по исследовательской работе	8	Составление пояснительной записки	Руководитель, дипломник

#### 4.2.2 Определение трудоёмкости выполнения работ

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

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости  $t_{ожі}$ , используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{ч_i},$$

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

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

#### 4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее наглядной и удобной формой графика проведения научного исследования является диаграмма Ганта. Диаграмма Ганта является горизонтальным ленточным графиком, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ необходимо перевести из рабочих дней в календарные дни по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{кал},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где  $T_{\text{кал}} = 365$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе  $T_{ki}$ , округляем до целого числа. Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4, Приложение А.

На основе таблицы 6 строим план – график, представленный в таблице 5, Приложение А.

#### **4.2.4 Бюджет научно – технического исследования**

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- затраты научные и производственные командировки;
- контрагентные расходы;
- накладные расходы.

#### 4.2.5 Расчет материальных затрат НИИ

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований).

В материальные затраты, помимо вышеуказанных, включаются дополнительно затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. Однако их учет ведется в данной статье только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы. В первом случае на них определяются соответствующие нормы расхода от установленной базы. Во втором случае их величина учитывается как некая доля в коэффициенте накладных расходов.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{рас\ i},$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{рас\ i}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);



$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.8. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы, ( $Z_M$ ), руб.
Карандаш	шт.	2	25	58,5
Шариковая ручка	шт.	3	40	140,4
Бумага, формат А4	шт.	150	2	351
Тетрадь, А5	шт.	1	35	40,95
Итого:				590,85

Примем, что ежемесячный расход электроэнергии равен 110 кВт\*ч. Исходя из тарифной ставки для юридических лиц 5,8 руб. за кВт\*ч, затраты на электроэнергию составили 1914 рублей.

Затраты на услуги интернета за период выполнения работы, при использовании тарифа 360 рублей в месяц, составили 1080 рублей.

#### 4.2.6 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Расчет основной заработной платы приведён в Приложении А, таблица 6.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{осн}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = T_p \cdot Z_{дн},$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно – техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно- технического персонала, раб. дн.

Таблица 4.9. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Дипломник
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные - праздничные	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	35	60
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	187

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где  $Z_{тс}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 4.10. Расчет основной заработной платы

Исполнители	З, тыс. руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	З, тыс. руб.	З, тыс. руб.	, раб. дн.	З, тыс. руб.
Руководитель	2 4,565	,3	,3	,3	5 1,1	2 ,5	8	4 5
Дипломник	4 ,102			,3	5 ,333	0 ,3	1	1 5,3
Итого $Z_{осн}$								6 0,3

Дополнительная заработная плата составляет 15% от основной, для руководителя – 6750 рублей, дипломник – 2295 рублей.

#### 4.2.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп})$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1

ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 4.11. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб	Дополнительная заработная плата, тыс. руб
	Исп. 1	
Руководитель	45	6,75
Дипломник	15,3	2,295
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Исполнение 1	18,79	

#### 4.2.8 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта

Для научно-исследовательской работы рассчитанная величина затрат является основой для формирования общего бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Таблица 4.12. Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Прим
---------------------	-------------	------

	Исп. 1	содержание
1. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	60300	Пункт 4.2.5
2. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	9045	Пункт 4.2.6
3. Отчисления во внебюджетные фонды	18790	Пункт 4.2.7
4. Материальные затраты	590,85	Пункт 4.2.5
5. Энергетические и интернет – затраты	2994	Пункт 4.2.5
6. Бюджет затрат НИИ	91719,75	Сумма статьи 1-5

#### 4.3 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения. Для нашего случая имеется единичный вариант исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = 1,$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп } i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;

$a_i$  – весовой коэффициент разработки;

$b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 4.13. Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	В есо-вой коэф.	Мет од гранулиро вания	Мето д прессовани я	Метод глубокой обработки отходов
1. Простота монтажа	0 ,1	4	4	5
2. Демпфирование вибраций	0 ,1	4	3	2
3. Срок службы	0	4	4	3

	,2			
4. Ремонтопригодность	0,15	4	4	4
5. Надёжность	0,3	5	4	4
6. Материалоёмкость	0,15	4	3	4
Итого:	1	4,3	3,75	3,7

Вычислим показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,1 \cdot 4 + 0,1 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,3 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,3.$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Таким образом, использование метода гранулирования в производстве будет эффективным и конкурентоспособным, по сравнению с другими.

Данный раздел выполнялся на основе рекомендаций [ ].

Вывод: в результате исследования по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был проведён SWOT – анализ проекта, в котором были выявлены его сильные и слабые стороны, а также учтены возможности и угрозы при осуществлении проекта. Также сделан вывод об конкурентоспособности технического решения. Кроме того, для научно – исследовательского проекта был определён бюджет затрат равный 91719,75 рублей, основная часть которого приходится на зарплаты сотрудников.



## 5 Социальная ответственность

### Введение

Отходами называются продукты деятельности человека в быту, на транспорте, в промышленности, не используемые непосредственно в местах своего образования, которые могут быть реально или потенциально использованы как сырье в других отраслях хозяйства или в результате регенерации. Отходы производства представляют опасность человеческому организму и окружающей природной среде зависимо от уровня и сложности производства, используемых материалов и жидкостей, соотношения выхода конечной продукции и вторичных продуктов. Утилизация отходов производства и потребления является комплексным процессом по уменьшению вредного воздействия отхода на окружающую среду и его общего количества.

Объектом исследования является экологически безопасные технологии переработки отходов лесной промышленности (на примере ООО «СибирьТомЛес»).

Целью выпускной квалификационной работы является разработка экологически безопасной технологии производства топливных гранул на основе отходов деревоперерабатывающей промышленности.

### 5.1 Производственная безопасность

Анализ вредных и опасных производственных факторов, возникающих в технологическом процессе по переработке отходов лесной промышленности, проведен согласно ГОСТ 12.0.003-2015 и СанПин 2.2.3359-16 в Таблице 1. Таблица 5.1.- Опасные и вредные производственные факторы при выполнении работ по переработке отходов лесной промышленности методом гранулирования

Наименование фактора	Источник возникновения фактора	Нормируемый параметр и его нормативное значение	Нормативный документ регламентирующий уровень параметра
Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на работающей установке	Оборудование для переработки отходов дерева	$t_x=17-19^{\circ}\text{C}$ $t_T=19-21^{\circ}\text{C}$ $\varphi=60-40\%$ $v=0.2 \text{ м/с}$	СНиП 41-01-2003
Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой	Отсутствие или недостаток средств освещения	КЕО=0,3% Е=150-500	СП 52.13330.2016
Механический фактор	Решетки	Безопасность эксплуатации	ГОСТ 12.3.002-2014

		оборудования	
Повышенный уровень шума	Насосы, воздуходувки, двигатели по переработке	$L < 80$ дБА	СанПиН 2.2.4.3359-16
Повышенный уровень напряжения 220, 380В	Насосы, воздуходувки, калорифер, ультрафиолетовый облучатель электродвигателя	$U_{доп} = 2,0$ В; $I_{до} = 0,3$ мА	ГОСТ 12.1.038-82
Повышенный уровень вибрации	Насосы, воздуходувки	$L = 100$ дБ	СанПиН 2.2.4.3359-16

### 5.1.1. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на работающей установке

Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на самочувствие человека, его работоспособность и на производительность труда. Например, понижение температуры и повышение скорости воздуха способствуют усилению теплообмена и процесса теплоотдачи при испарении пота, что может привести к переохлаждению организма. При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды поверхности тела расширяются, при этом происходит повышенный приток крови к поверхности тела и теплоотдача в окружающую среду значительно увеличивается. При понижении температуры окружающего воздуха реакция человеческого организма иная: кровеносные сосуды кожи сужаются. Приток крови к поверхности тела замедляется, и отдача тепла уменьшается [21].

Метеорологические условия рабочей среды (микроклимат) оказывают влияние на процесс теплообмена и характер работы. Длительное воздействие на человека неблагоприятных метеорологических условий способствует резкому ухудшению его самочувствия, снижению производительности труда, а также приводит к возникновению и развитию заболеваний.

Высокая температура воздуха способствует быстрой утомляемости работающего, может привести к перегреву организма и даже к тепловому удару. Низкая температура воздуха, напротив, может вызвать местное или общее охлаждение организма, а также стать причиной простудного заболевания либо обморожения.

Значительное влияние на процессы терморегуляции организма человека оказывает влажность воздуха. Высокая относительная влажность при высокой температуре воздуха способствует перегреванию организма, при низкой же температуре она усиливает теплоотдачу с поверхности кожи, что ведёт к переохлаждению организма. Низкая влажность вызывает пересыхание слизистых оболочек путей работающего. Подвижность воздуха эффективно способствует теплоотдаче организма человека и положительно проявляется при высоких температурах, но отрицательно при низких.

Метеорологические условия в производственных помещениях выбраны в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.3359-16 с учетом энергозатрат организма на выполнении работ и периода года. Выбираем допустимые параметры микроклимата, приведенные в табл. 5.2. Исходя из обязанностей оператора по переработке отходов лесной промышленности, категория работ согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 устанавливается Пб.

Таблица 5.2 – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Пб	17-19	60-40	0,2
Теплый		19-21	60-40	0,2

Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более	
		Диапазон ниже оптимальных значений	Диапазон выше оптимальных значений		Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Пб	15,0 -16,9	19,1-22,0	15-75	0,2	0,4
Теплый		16,0-18,9	21,1-27,0	15-75	0,2	0,5

Для обеспечения нормализации параметров микроклимата предусмотрены следующие мероприятия: теплоизоляция поверхностей аппаратов и трубопроводов, имеющих высокую температуру, герметизация технологического оборудования, вентиляция и отопление в холодный период года в соответствии со СНиП 41-01-2003.

### 5.1.2 Опасные и вредные производственные факторы, связанные со световой средой

Недостаточная освещенность света занимает важное место в жизни человека. Она определяет его жизненный тонус и ритм. Такие функции организма, как дыхание, кровообращение, работа эндокринной системы отчетливо меняют интенсивность деятельности под влиянием света.

Правильно спроектированное и рационально выполненное освещение производственных помещений способствует повышению эффективности и безопасности труда, снижает утомление и травматизм, сохраняет высокую работоспособность.

В помещении, где проводится технологический процесс по переработке отходов лесной промышленности, а также помещение, в котором расположено рабочее место оператора в светлое время суток предусмотрено естественное освещение, в темное время - искусственное. Естественное освещение - боковое, двустороннее, через боковые проемы в наружных стенах помещения.

При проведении процесса по переработки отходов лесной промышленности оператор должен осуществлять контроль за работой установки. Таким образом, характеристика зрительной работы представляет собой общее наблюдение за ходом производственного процесса с разрядом зрительных работ -VIII.

Таким образом, нормированное значение КЕО при боковом освещении составляет 0,3%; значение освещенности  $E = 150-500$  лк [3].

Для общего и местного освещения помещений следует использовать источники света с цветовой температурой от 2400 К до 6800 К. Интенсивность ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 320-400 нм не должна превышать 0,03 Вт/м<sup>2</sup>. Наличие в спектре излучения длин волн менее 320 нм не допускается [4].

### **5.1.3 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей**

Вибрация в большей или меньшей степени может временно активизировать или постоянно подавлять определенные психические процессы организма человека. Физиопатологические последствия могут проявляться в форме нарушения функции зрения, вестибулярного аппарата, координирующей функции коры головного мозга, нервной или пищеварительной системы, системы кровообращения.

Значительные уровни вибрации в диапазоне частот 4-10 Гц могут приводить к проявлению у человека болевых ощущений, а также к дискомфорту, что связано с резонансными колебаниями системы «грудь-живот». Резонансы головы могут привести к снижению остроты зрения из-за смещения изображения объекта относительно сетчатки глаза, а также вызывать возрастание ошибок оператора.

Особо опасными являются вибрации с частотой, совпадающей с собственной частотой внутренних органов человеческого организма - 6-9 Г.

Такие вибрации могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

Нижний уровень толерантности по отношению к вибрации наблюдается при частоте 5 Гц: при этой частоте резонанс отдельных органов тела наиболее интенсивен. Наибольшее нарушение остроты зрения наблюдается

при воздействии вибрации в диапазоне частот 10-25 Гц. Наиболее серьезные нарушения двигательных функций отмечены при вибрациях ниже 5 Гц.

Вибрация не только ухудшает самочувствие человека и снижает производительность труда в среднем на 10-15%, но и очень часто приводит к профессиональным заболеваниям (костно-суставным поражениям, виброболезни). Эффективное лечение профзаболеваний возможно только на ранних стадиях, причем восстановление нарушений органов происходит крайне медленно, а в особо тяжелых случаях в организме наступают необратимые изменения, приводящие к инвалидности.

Источником вибрации являются: насосы и воздуходувки, применяемые в процессе переработке отходов лесной промышленности вызывают определенные механические колебания, однако на тело человека они не передаются, т.к. отсутствует контакт с ними в процессе рабочей смены. Нормы вибрации  $L=100$ дБ. Гигиеническое нормирование вибрации проводят по ГОСТ 12.1.012- 2004.

С целью профилактики виброшумового заболевания насосы и воздуходувки предпочтительно закреплять на пружинах-виброизоляторах.

#### **5.1.4 Опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем шума**

Шум – совокупность периодических звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шумом называют любой нежелательный звук, оказывающий вредное воздействие на организм человека. Основными источниками шума на рабочем месте инженера эколога являются технические средства – компьютер и принтер. Они создают довольно незначительный шум, поэтому не влияют на работу.

Шум с уровнем звукового давления до 30 – 35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40 – 70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, неспособность сосредоточиться, а при длительных воздействиях может быть причиной неврозов, сердечно-сосудистых, желудочно–кишечных и кожных заболеваний. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. Как показывает статистика, каждый лишний децибел приводит к потере производительности труда на 1 % [20].

Основные средства защиты от вредных и опасных факторов:

- Защита от шума. Нормированные параметры шума определены ГОСТ12.1.003–83 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562–86 «Шум на рабочих местах, помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Воздействие сильного шума может способствовать возникновению акустической травмы (острой и хронической). Возникновению острой акустической травмы способствует образование и преобладание резких звуков большой силы, что в свою очередь может привести к разрыву

барабанной перепонки, боле в ухе и другим опасным последствиям при 145 дБА. Гораздо чаще встречается хроническая акустическая травма. Её развитию способствует преобладание в помещении шума выше допустимого, но в целом кажущегося терпимым. Долгое постоянное пребывание в таком помещении приводит к притуплению слуха, в виду того, что органы слуха подвержены действию фактора утомления.

Основными источниками шума и вибрации в помещении, где проводится технологический процесс по переработки отходов лесной промышленности, насосное и воздуходувное оборудование. Согласно ГОСТ 12.1.003-83\* допустимый уровень шума в производственном помещении - не более 80 дБА.

Если уровень шума превышает допустимый, то проводят мероприятия по его нормализации:

- улучшение уровня эксплуатации материалов;
- использование демпфирующих материалов;
- звукоизоляция установки кожухами.

#### **5.1.4 Электробезопасность**

В отношении опасности поражения людей электрическим током производственных помещений относятся к помещениям без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность согласно ПУЭ 2009.

Оборудование, применяемое в производственном процессе относится к классу II - оборудование, в котором защита от поражения электрическим током обеспечивается применением двойной или усиленной изоляции.

К персоналу, работающему на производстве должны предъявляться следующие требования:

- возраст - с 18 лет;
- группа допуска по электробезопасности - II:
  - 1) Элементарные технические знания об электроустановке и ее оборудовании.
  - 2) Отчетливое представление об опасности электрического тока, опасности приближения к токоведущим частям.
  - 3) Знание основных мер предосторожности при работе в электроустановках.
  - 4) Практические навыки оказания первой помощи пострадавшим.

Персонал не имеющий или со средним специальным образованием допуск к работе положен после 72 часовой программы обучения.

Мероприятия нормализации электробезопасности:

- контроль и профилактика повреждений изоляции;
- устранение опасности поражения при появлении напряжения на корпусах, кожухах и других частях электрооборудования, достигаемые защитным заземлением, занулением, защитным отключением.
- организация безопасной эксплуатации электроустановок.

Для обеспечения защиты рабочих от поражения электрическим током и защиты электрооборудования и установок от напряжения применяются заземления оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.030-81.

### **5.1.5 Пожарная безопасность**

Согласно документам СП 12.13130.2009 рабочее помещение по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории В.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 пожарная безопасность обеспечивается системами предотвращения пожара и противопожарной безопасности, а также организационно-техническими мероприятиями.

Размещение первичных средств пожаротушения в производственных зданиях и на территории предприятия обеспечивается за счёт установки специальных пожарных щитов с набором: пенных огнетушителей - 2, углекислотных огнетушителей - 1, ящиков с песком - 1, плотного полотна (асбест, войлок) -1, ломов - 2, багров - 3, топоров - 2.

Установка пожарных щитов должна производиться на видных и легкодоступных местах, как можно ближе к выходам из помещений. Территории предприятий обеспечиваются пожарными щитами (из расчета один щит на площадь до 500 м).

Мероприятия системы предотвращения пожара:

- 1) применение негорючих веществ;
- 2) ограничение количества горючих веществ и их размещения;
- 3) противопожарные разрывы между зданиями;
- 4) периодическая очистка помещений и территорий;
- 5) изоляция горючих веществ.

Предусмотрено наличие внутреннего и наружного водопровода с пожарными кранами, для сообщения о пожаре - электрическая пожарная сигнализация и телефонная связь.

Для предотвращения пожара используют первичные средства пожаротушения - переносной порошковый огнетушитель ОП-5 - 2 шт., а также ящик с песком, лопату, щит, согласно ППБ 01-03.

### **5.2 Экологическая безопасность**

Технологический процесс переработки отходов лесной промышленности может сопровождаться выделением в окружающую среду газообразных веществ, таких как сероводород, углекислый газ и метан.

Как правило, концентрации, в которых образуются данные вещества не требуют установки какого-либо очистного оборудования.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка экологически безопасной технологии производства топливных гранул на основе отходов деревоперерабатывающей промышленности.

В любом производственном процессе, направленном на получение любой готовой продукции, из-за несовершенства технологии и организации производства неизбежно образуются остатки сырья и материалов в виде отходов. Согласно ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами», отходы – представляют собой остатки продуктов или

дополнительный продукт, которые образуются в процессе или по завершению определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью.

Таблица 5.4 - Направления использования древесных отходов

Виды отходов	Использование отходов
Кусковые отходы	Для выработки цельных и клееных заготовок, мелкой пилопродукции; технологической щепы для производства целлюлозы и другой продукции с измельчением древесины; в лесохимическом производстве; в качестве топлива
Опилки	Для производства спирта, кормовых дрожжей, целлюлозы, древесной муки, строительных материалов; в лесохимическом производстве; для хозяйственно-бытовых нужд; в сельском хозяйстве; для технологических целей
Стружка	Для изготовления плит, строительных блоков; в лесохимическом производстве
Кора	Для получения дубителей в лесохимическом производстве; для изготовления удобрений

Для того, чтобы сделать из остатков производства топливо, понадобится пиролизная установка. Из 17 тонн остатков можно получить около 3 тонн топлива, в том числе бензина 40%, дизтоплива 40%, мазута 20%.

Перерабатывать можно не только опилки. Если долго варить кору и опилки хвойных сортов лесоматериалов образуется конденсат, называемый кубовым остатком. В нем содержатся растворимые в воде биологически активные соединения, оргкислоты, хлорофилл, каротиноиды, витамины и другие ценные вещества. Из такого сырья производят полезный хвойный экстракт, применяемый в производстве косметических средств, лекарств и кормовых добавок для животных. Из оставшейся в результате варки твердой зелени хвойных лесоматериалов делают кормовую муку. Эта мука характеризуется бактерицидными свойствами, она может быть применима для профилактики туберкулеза рогатого скота. Все эти варианты представляют собой бизнес направления, которые осуществляются для получения дополнительного дохода.

Многие инновационные разработки направлены на создание из древесных отходов новой продукции или замены деловой древесины. При этом продукция не производится экологически безопасная и с низкой себестоимостью.

### 5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Процессы переработки отходов лесной промышленности не относятся к взрывопожароопасным и химически опасным производствам.

Среди возможных чрезвычайных ситуаций следует отметить возможность возникновения пожара вследствие неисправности в электрических сетях.



Правила пожарной безопасности устанавливают общие требования пожарной безопасности на территории Российской Федерации и являются обязательными для исполнения всеми предприятиями, учреждениями и организациями (независимо от форм собственности, вида деятельности и ведомственной принадлежности), их работниками, а также гражданами.

Для уменьшения опасности возникновения и распространения пожаров большое значение имеет грамотное устройство и расположение помещений и выходов из них. Обязательным является наличие вентиляции, так как при ее отсутствии в случае возгорания будет сильное задымление помещений, что затруднит борьбу с пожаром. Обязательно наличие оповещающей пожарной сигнализации в производственном помещении (на данном этапе сигнализация не установлена). Помещение, в котором расположены сооружения должно быть оснащено средствами пожаротушения. В случае возникновения пожара из помещения должна быть обеспечена быстрая эвакуация работников.

Пожарную опасность представляет электрическое оборудование в случае перегрузки или короткого замыкания. Для предотвращения этого должен быть проведен правильный монтаж сетей и агрегатов, а их эксплуатация должна обеспечиваться в соответствии с правилами их эксплуатации.

При обнаружении очага возгорания или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) оператор должен: незамедлительно сообщить об этом по телефону «01» или «010» (для мобильной связи). При этом назвать наименование объекта, место пожара, а также свою фамилию; принять меры по эвакуации людей (согласно плану эвакуации), тушению пожара и сохранности материальных ценностей.

#### 5.4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовые отношения с операторами по переработки отходов лесной промышленности должны регламентироваться "Трудовым кодексом Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ(ред. от 05.02.2018).

К работе на переработке отходов лесной промышленности допускаются лица, прошедшие подготовку и проверку теоретических знаний, практических навыков, правил техники безопасности и пожарной безопасности при работе на установке.

Для обслуживания отходов лесной промышленности в течение рабочей смены нужен 1 работник (оператор). Количество смен - 3.

Оператор, работающий на установке, обязан изучить инструкцию по эксплуатации отходов лесной промышленности, паспорта и инструкции на технологическое оборудование.

Согласно Федеральному закону от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 01.05.2016) "О специальной оценке условий труда" условия труда на производстве классифицируются как оптимальные (1 класс).

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором

может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса:

- Рабочее место должно обеспечивать максимальную надежность и эффективность работы.

- Рабочее пространство должно быть достаточным, позволять осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и обслуживании оборудования.

- В рабочем пространстве должна быть «зона свободной досягаемости», то есть участок, на котором сконцентрировано все оборудование: инструменты, материалы, приспособления, которыми приходится часто пользоваться.

Персонал, обслуживающий установку по переработке отходов лесной промышленности должен пройти инструктаж по технике безопасности, курсовое обучение и проверку знаний настоящих правил в виде экзамена. Проверка знаний проводится ежегодно. Результаты проверки знаний регистрируются в специальных журналах. Персонал, связанный с обслуживанием электрооборудования обязан пройти обучение и сдать экзамен на присвоение им соответствующей квалификационной группы по электробезопасности.

Также персонал должен проходить медицинский осмотр при поступлении на работу, а также периодически в процессе работы. Работающим должны быть сделаны прививки в соответствии с требованиями санитарных органов (против брюшного тифа, паратифа А и В, дизентерии и т.д.). К работе, связанной с соприкосновением отходами дерева, не допускаются рабочие, имеющие ссадины, порезы и царапины на руках.

## Заключение

Лесообрабатывающая промышленность, где древесина является основным видом сырья, имеет свои древесные отходы, которые в той или иной степени влияют на окружающую среду.

В процессе исследования рассмотрены отходы промышленности и способы их переработки, способы их утилизации. Дана характеристика отходов лесной промышленности, способы переработки отходов лесной промышленности. Также приведена переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования. Проведен анализ переработки древесных отходов в Томской области в биотопливо. Дана разработка технологической схемы производства топливных гранул. Таким образом, линия производства топливных гранул представляет собой довольно сложно оборудованный технологический комплекс, требующий значительных капиталозатрат.

Целью выпускной квалификационной работы являлось разработка экологически безопасной технологии производства топливных гранул на основе отходов деревоперерабатывающей промышленности. По результатам исследования цель достигнута полностью. Также были решены задачи:

- 1) Проведен анализ литературных данных по вопросам утилизации и переработки отходов лесоперерабатывающей промышленности в ценные продукты для нужд промышленности;
- 2) Изучена технология производства топливных брикетов и древесных топливных гранул из отходов лесопереработки;
- 3) Разработана технология производства топливных гранул на примере Томской области.

## Список использованной литературы

1. Бельдеева Л. Н. Экологически безопасное обращение с отходами / Л. Н. Бельдеева, Ю. С. Лазуткина, Л. Ф. Комарова; под общ.ред. Л. Ф. Комарова. – 4-е изд. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2013. – 147 с.
2. Бобович Б. Переработка отходов производства и потребления: справочное издание / Б. Бобович, В. Девятин; под ред. Б. Б. Бобовича. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 496 с.
3. Гринин А. С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А. С. Гринин, В. Н. Новиков. – М. : ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
4. Гладышев Н. Г. Обращение с отходами: организационно- технические решения / Н. Г. Гладышев // ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2007. – №9. – С. 28-31.
5. Евсеева Н . С. География Томской области (Природные условия и ресурсы) / Н. С. Евсеева. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2001. – 223 с.
6. Иоганзен Б . Г. Природа Томской области / Б. Г. Иоганзен. – Новосибирск: Зап. Сиб. Кн. Изд-во, 1971. – 174 с.
7. Об утверждении государственной программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов Томской области» ( с изменениями на 3 мая 2017 года): постановление Администрации Томской области от 02 декабря 2014 года No 448а.
8. Олейникова Н.Н. Анализ законодательной базы в области обращения с отходами производства и потребления // Наука и образование : хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2014. No 10.
9. Промышленная экология: учебное пособие / под ред. В. В. Денисова. – Ростов н/Д : Феникс; М: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2009. – 720 с

10. Экология Северного промышленного узла города Томска: проблемы и решения / Под ред. А. М. Адама. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1994. – 260 с.
11. Указания по проектированию и технической приемке работ по лесовосстановлению и выращиванию посадочного материала (утв. Федеральной службой лесного хозяйства России 01.08.1997г.)
12. Руководство по проведению лесовосстановительных мероприятий в лесах Сибири (утв. Федеральной службой лесного хозяйства России 22.01.1997г.)
13. Приказ Министерства природных ресурсов РФ № 183 ОТ 16.07.2007
14. «Об утверждении правил лесовосстановления»
15. Калыгин, В. Г. Промышленная экология: учебное пособие: для студентов высших учебных заведений / В. Г. Калыгин. - 4-е изд., перераб. – М. : Академия, 2010. - 233, [1] с.
16. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, М., 1996 г.
17. Электронный ресурс <http://www.woodtechnology.ru/ispolzovanie-otxodov-derevoobrabotki/drevesnye-otxody.html>
18. Экологически безопасное обращение с отходами. Сборник правовых актов, иных документов и материалов, Москва, 2003 г.
19. Электронный ресурс [http://www.woodheat.ru/wood\\_waste.html](http://www.woodheat.ru/wood_waste.html)
20. Голицын А. Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды: Учебник / А. Н. Голицын. - 2-е изд., испр. - М.: Изд-во Оникс, 2010. - 34 с.
21. Опасные промышленные отходы (лицензирование, нормативы образования и лимиты на размещение). Н.А.Кувыкин, В.И.Гриневич, А.Г.Бубнов. Учебно-методическое пособие. Иваново, 2004 г. 76 стр.
22. Безруких Ю.А. Медведев С.О., Алашкевич Ю.Д., Мохирев А.П. Рациональное природопользование в условиях устойчивого развития

- экономики промышленных предприятий лесного комплекса // Экономика и предпринимательство, 2014. -No 12-2.-С. 994-996.
23. Karjalainen, A. Asikainen, J. Ilavsky, R. Zamboni, K-E. Hotari, D. Röser Estimation of Energy Wood Potential in Europe T //Working Papers of the Finnish Forest Research Institute, 2004. – 43 p.
24. Погребняк Р .Г., Потрубач Н .Н. Ресурсосбережение в стратегии устойчивого развития России // Микроэкономика. 2008. Т. 8. С. 5-14.
25. Мохирев А.П., Аксенов Н .В., Шеверев О .В. О рациональном природопользовании и эксплуатации ресурсов в Красноярском крае // Инженерный вестник Дона . 2014, No4 URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2569](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N4y2014/2569)
26. Мингалева Ж .А. Устойчивое развитие экономики : инновации, рациональное природопользование и ресурсосбережение // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия: Экономикаиуправление. 2012. No 4. С. 120-12.
27. Yearbook of Forest products. FAOU N: Rome, 2012. 358 p.
28. Дитрих В.И., Андрияс А.А., Пережилин А.И., Корпачев В.П. Оценка объемов и возможные пути использования отходов лесозаготовок на примере Красноярского края // Хвойные бореальной зоны . – 2010. – Т. XXVII, No 3-4. – С. 346-351.
29. Андреев А.А. Ресурсосбережение и использование отходов заготовки и переработки древесного сырья // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. 2014. No 10. С. 148-155.
30. Колесникова А.В. Анализ образования и использования древесных отходов на предприятиях лесопромышленного комплекса России // Актуальные вопросы экономических наук. 2013. No 33. С. 116-120.
31. Шегельман И .Р., Васильев А . С. Анализ путей повышения конкурентоспособности энергетической биомассы // Инженерный вестник Дона, 2013, No 3 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1769).

- 32.11. Щукин П. О. Демчук А . В., Будник П . В. Повышение эффективности переработки вторичных ресурсов лесозаготовок на топливную щепу // Инженерный вестник Дона , 2012, №3 URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1025).
33. Шегельман И.Р. Обоснование технологических и технических решений для перспективных технологических процессов подготовки биомассы дерева к переработке на щепу : автореф. дисс. ... докт. техн. наук, СПб.: ЛТА, 1997. – 36 с.
34. Медведев С.О., Безруких Ю.А., Мохирев А.П. Перспективы развития гидролизного производства в лесопромышленных центрах Сибири // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика No 2-1 (13-1) , 2015 С. 400-403.
35. Медведев, С.О. Соболев С.В., Степень Р.А. Возможности рационального использования древесных отходов в Лесосибирском лесопромышленном комплексе: монография. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 85 с.
36. Шегельман И.Р., Щукин П.О., Морозов М.А. Место биоэнергетики в топливно-энергетическом балансе лесопромышленного региона // Наука и бизнес: пути развития. 2011. № 6. С. 151-154.
37. Писаренко А.И., Страхов В.В. Лесное хозяйство России: от пользования к управлению. – М.: Юриспруденция, 2004.
38. Региональная экономика: Учебник для вузов / Под ред. проф. Т.Г. Морозовой. – М.: ЮНИТИ, 2004.
39. Угольев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Изд-во МГУЛ, 20
40. Лесной кодекс Российской Федерации от 29.01.1997 г. № 022-ФЗ // Справочная правовая система "Гарант". – М.: НПП «Гарант-сервис», 2006.
41. Постановление Правительства РФ от 01.06.1998 г. № 551 "Об утверждении Правил отпуска древесины на корню в лесах Российской

- Федерации" // Справочная правовая система "Гарант". – М.: НПП «Гарант-сервис», 2006.
42. Володин Г.А., Елишевич А.Т. Брикетная фабрика «Уаньи» (Франция) // Обогащение и брикетирование угля. 1967. - № 5. - С. 51
43. Воронин И.Ф. Муфельная печь для прокаливания древесного угля в сероуглеродном производстве // Химические волокна. 1968. - № 3. - С.62
44. Временная инструкция по защите от коррозии металлических, бетонных и железобетонных конструкций антикоррозионным покрытием на основе эпоксидно-каменноугольной смолы МСН 112-65/ММ СС СССР
45. Выродов В.А., Кислицын А.Н., Глухарёва М.И. и др. Технология лесохимических производств. -М.: Лесная промышленность, 1987. 352 с.
46. Генеральная схема размещения и развития лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности на 1971-1980г. т. 1, ЦНИЛХИ. -1967. - (арх. № 1581).-47 с.
47. Гордон Л.В., Фефилов В.В., Скворцов С.О., Атаманчуков Г.Д. Технология и оборудование лесохимических производств. М.: Лесная промышленность, 3031969.-367 с.
48. Гордон Л.В., Фефилов В.В., Скворцов С.О., Лисов В.И. Технология и оборудование лесохимических производств. М.: Лесная промышленность, 1979. -288 с.
49. Горовой Г.П. Влияние температуры коксования пека на выход пекового кокса//Кокс и химия. 1957.-№ 12.-С. 12
50. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. М.: Стройиздат, 1986.-67 с.
51. Гофтман М.В. Прикладная химия твёрдого топлива. М.: ГосНТИЛит по чёрной и цветной металлургии, 1963. - С. 305



- 52.Грасси Н. Химия процессов деструкции полимеров М.: ИЛ. - 1959. - 131 с.
- 53.Грязнов Н.С. Закономерности изменения пластичности каменных углей при увеличении скорости коксования // Кокс и химия. 1962. - № 1. - С. 7
- 54.Грязнов Н.С. Некоторые особенности термического разложения углей // Кокс и химия. 1957. - № 7. - С. 16
- 55.Грязнов Н.С. Пластическое состояние и спекание углей. Свердловск. - ГНТИ, 1962. - 97 с.
- 56.Гуль В.Е., Кузнецов В.И. Структура и механические свойства полимеров. -М.: Стройиздат, 1966. 87 с.
- 57.Гун Р.Б., Гуревич И.Л. Производство нефтяных битумов. М.: ГосИНТИ, 1960.-200 с.
- 58.Древесный уголь. Получение, основные свойства и области применения древесного угля / О.В.Бронзов, Г.К.Уткин, А.Н.Кислицын и др.; М.: Лесная промышленность, 1971. - 137 с.
- 59.Дудин А. И. Способ получения древесноугольных брикетов. Авт. свид. № 57839.
- 60.Елишевич А.Т. Брикетирование каменного угля с нефтяным связующим. -М.: Недра, 1968.-215 с.
- 61.Елишевич А.Т., Коваль Г.Г., Перов В.Н., Плужник И.В., Шмаенок Н.М.304
- 62.Опыт применения нефтебитумов при брикетировании каменного угля. М.: Недра, 1966. -43 с.
- 63.Елшин И.М., Мощанский Н.А. и др. Синтетические смолы в строительстве. Киев.: Будивельник, 2014. - 47 с.
- 64.Жебровский В.В. Технология синтетических смол, применяемых для производства лаков и красок. М.: Высшая школа, 2015. - 127 с.
- 65.Завьялов А.Н., Ефимов Л.М. и др. Структурные превращения древесного угля // Химия твердого топлива. 2011- № 2. - С. 66

66.Зайцев И.Л., Осипова Е.В. Брикетирование угольной мелочи на установке УБМ-М // Гидролизная и лесохимическая промышленность. 2010. - № 4. -С. 20