

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



Институт Энергетический
 Направление подготовки Энергетическое машиностроение
 Кафедра Парогенераторостроение и парогенераторные установки

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
«Вариативное исследование конверсии торфа в горючий газ для энергетического использования»

УДК 662.767.662.63

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ВМ4Б	Портнов Дмитрий Анатольевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПГС и ПГУ	Казakov Александр Владимирович	кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова Светлана Николаевна	кандидат экономических наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры. ЭБЖ	Романцов Игорь Иванович	кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПГС и ПГУ ЭНИН	Заворин Александр Сергеевич	доктор технических наук		

Планируемые результаты обучения по ООП 13.04.03 «Энергетическое машиностроение»

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Универсальные компетенции		
Р1	Способность и готовность самостоятельно учиться и развивать свой общекультурный и интеллектуальный уровень, изменять свой научный и научно-производственный профиль в течение всего периода профессиональной деятельности с учетом изменения социокультурных и социальных условий, вести педагогическую работу в области профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-1,3; ПК-11), Критерий 5 АИОР (п. 2.6.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р2	Способность проявлять и использовать на практике навыки и умения организации работ по решению инновационных инженерных задач в качестве члена или руководителя группы, нести ответственность, в том числе в ситуациях риска, за работу коллектива с применением правовых и этических норм при оценке и самооценке профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов, проблемных инженерных задач	Требования ФГОС ВО (ОК-2; ОПК-1; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 2.3., п. 2.4., п. 2.5.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р3	Способность и готовность приобретать и применять новые знания и умения с использованием методологических основ научного познания и библиографической работы с привлечением современных технологий, понимать роль информации в развитии науки, анализировать её естественнонаучную сущность, синтезировать и творчески применять при решении инновационных профессиональных задач	Требования ФГОС ВО (ОК-1,3; ПК-1), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Р4	Способность и готовность проявлять в	Требования ФГОС ВО (ОК-

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	инновационной деятельности глубокие естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в междисциплинарном контексте	1; ОПК-1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P5	Способность осуществлять коммуникации в профессиональной сфере и в обществе в целом, принимать нестандартные решения с использованием новых идей, разрабатывать, оформлять, представлять и докладывать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке	Требования ФГОС ВО (ОК-2,3;ОПК-2,3), Критерий 5 АИОР (п. 2.2.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
Профессиональные компетенции		
P6	Способность и готовность выполнять инженерные проекты с использованием современных технологий проектирования для разработки конкурентно способных энергетических установок с использованием знаний теоретических основ рабочих процессов в энергетических машинах и аппаратах	Требования ФГОС ВО (ОПК-1,2; ПК-1,2,3), Критерий 5 АИОР (п. 1.3.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P7	Способность и готовность ставить и решать инновационные задачи инженерного профиля, анализировать, искать и вырабатывать компромиссные решения с использованием глубоких фундаментальных и специальных знаний в условиях неопределенности, использовать методы решения задач оптимизации параметров в различных сложных системах	Требования ФГОС ВО (ОПК-1,2; ПК-1,2,5), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P8	Способность и готовность проводить инновационные инженерные исследования,	Требования ФГОС ВО (ОПК-1,2; ПК-4,5,6),

Код	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
	технические испытания и (или) сложные эксперименты, формулировать выводы в условиях неоднозначности с применением глубоких теоретических и экспериментальных методов исследований, современных достижений науки и передовых технологий, строить и использовать модели с применением системного подхода для описания и прогнозирования различных явлений, осуществлять их качественный и количественный анализ, описывать результаты выполненной работы, составлять практические рекомендации по их использованию	Критерий 5 АИОР (п. 1.4, п. 1.6.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P9	Способность и готовность оценивать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, с применением современного оборудования и приборов, анализировать и разрабатывать рекомендации по их надежной и безопасной эксплуатации, понимать проблемы научно-технического развития сырьевой базы, современных технологий по утилизации отходов в энергетическом машиностроении и теплоэнергетике и научно-техническую политику в этой области	Требования ФГОС ВО (ОПК-1; ПК-7,8,9), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI
P10	Способность и готовность к эффективному участию в программах освоения новой продукции и технологий, использованию элементов экономического анализа в практической деятельности на предприятиях и в организациях, готовность следовать их корпоративной культуре	Требования ФГОС ВО (ПК-9,10), Критерий 5 АИОР (п. 1.6, п. 2.1.), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI

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



Институт Энергетический
 Направление подготовки Энергетическое машиностроение
 Кафедра Парогенераторостроение и парогенераторные установки

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой
 _____ Заворин А.С.
 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
 (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5ВМ4Б	Портнов Дмитрий Анатольевич

Тема работы:

Вариативное исследование конверсии торфа в горючий газ для энергетического использования

Утверждена приказом директора (дата, номер) 18.05.2016, 3518/с

Срок сдачи студентом выполненной работы: 01.06.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объект исследования – технология конверсии твердого топлива в горючий газ. Топливо – торф. Инструмент исследования – программный продукт synthes_calc3.1.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1. Возможности программного продукта. 2. Исследование доверительного интервала температур. 3. Моделирование конверсии топлива. 4. Оценка результатов конверсии и выработка рекомендаций для дальнейшего использования программы</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Графический материал представлен в виде презентации.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p align="center">Раздел</p>	<p align="center">Консультант</p>

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Попова Светлана Николаевна
«Социальная ответственность»	Романцов Игорь Иванович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: Реферат, Введение, Моделирование конверсии торфа, Заключение.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	14.03.2016
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПГС и ПГУ	Казаков Александр Владимирович	кандидат технических наук		14.03.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ВМ4Б	Портнов Дмитрий Анатольевич		14.03.2016

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 115 страниц, 20 рисунков, 11 таблиц, 34 источника, одного приложения.

Ключевые слова: СИНТЕЗ-ГАЗ, КОНВЕРСИЯ ТОРФА, ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ, ОРГАНИЧЕСКОЕ ТОПЛИВО, ПИРОЛИЗ, ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ.

Объектом исследования являются: низкосортное органическое топливо-торф; компьютерная программа для расчёта конверсии твёрдого топлива в горючий газ.

Цель работы – вариативный расчёт процесса конверсии низкосортного органического топлива с использованием программы, основанной на экспериментальных данных. В процессе исследования проводились: моделирование конверсии торфа при различных условиях протекания процесса и составе топлива с последующей оценкой и анализом свойств получаемых газообразных продуктов.

В результате исследования определены возможности программного продукта по моделированию процесса конверсии топлива и диапазон допускаемых входных параметров. Также установлены зависимости состава и теплофизических свойств газа от характеристик топлива и параметров конверсии. Новизна ВКР заключается в анализе и подборе наиболее оптимальных параметров процесса низкотемпературной конверсии для получения газа с наилучшими свойствами, пригодного для дальнейшего использования в целях выработки тепловой и электрической энергии.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
2. ГОСТ 7.1 – 2003 Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов.
3. ГОСТ 7.11 – 2004 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.
4. ГОСТ 7.32 – 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
5. ГОСТ 8.417 – 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

Определения и сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

балласт: Негорючие минеральные примеси и влага. В процессах газификации органического топлива балластом является азот, который занимает большую часть получаемого газа.

газогенераторная установка: Технологическая установка, которая вырабатывает горючий газ при переработке органического топлива.

катализатор: Химическое вещество, которое ускоряет реакцию, но не входит в состав продукта(ов) реакции.

конверсия: Процесс, представляющий собой переработку газов для того, чтобы изменить состав исходной газовой смеси.

когенерация: Процесс совместной выработки электрической и тепловой энергии.

органическое топливо: Топливо, которое было сформировано на протяжении миллионов лет из-за того, что растения и растительные остатки, которые попали в земную кору, сформировались в органический материал (уголь, газ и нефть).

пиролиз: Разложение (распад) органических и многих неорганических соединений под действием высоких температур и недостатке кислорода.

синтез-газ (горючий газ): Смесь монооксида углерода и водорода. В промышленности получают паровой конверсией метана, парциальным окислением метана, газификацией угля.

В данной работе применены следующие сокращения:

КУ – когенерационная установка;

ЧС – чрезвычайная ситуация;

ЦТ – централизованное теплоснабжение;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

ТЭС – тепловая электростанция;

ВИЭ – возобновляемые источники энергии.

Оглавление	
Введение	12
Глава 1 Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы	22
1.1 Современное состояние потребления топливных ресурсов в России	22
1.2 Современное состояние вопроса автономного теплоснабжения в России	23
1.2.1 Методы использования и переработки сырья в энергоносители	24
1.3 Современное состояние малой энергетики в России	26
1.4 Тенденция внедрения когенерационных установок в Российское энергообеспечение	27
Выводы по главе 1	29
Глава 2 Обоснование и выбор методов исследования, средств и способов решения поставленных задач	30
2.1 Исследование выбранного направления НИР	30
2.2 Обоснование выбранного направления НИР	30
2.3 Основные задачи и способы исследования в рамках НИР	32
2.4 Исходные материалы для проведения НИР	32
2.4.1 Исходное сырье для переработки	32
2.4.3 Конверсия органического топлива	34
Вывод по главе 2.....	34
Глава 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	35
5.1 Введение	35
5.2 Базовые критерии эффективности.....	35
5.3 Анализ отечественного и зарубежного рынка топливных ресурсов	36
5.4 Краткое сравнение синтез-газа и угля, как энергетического топлива.....	37
5.5 Оценка стоимости доставки угля.....	38
5.5.1 Оценка доставки автотранспортом.....	38
5.5.2 Оценка доставки речным транспортом.....	39

5.6 Капитальные и эксплуатационные расходы.....	40
5.7 Амортизационные отчисления.....	41
Вывод по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение».....	43
Список публикаций студента.....	44

Введение

Запасы традиционных ископаемых топлив отнюдь не безграничны и, хотя разведанных месторождений должно хватить ещё на многие десятилетия, в некоторых регионах нашей планеты и даже в нашей богатой природными ресурсами стране они начинают истощаться. Большинство легкодоступных залежей давно эксплуатируются, а освоение новых будет требовать всё больших и больших финансовых и трудовых затрат. В связи с этим возникает необходимость широкого применения возобновляемых источников органических топлив. Наиболее распространённым и доступным видом такого сырья является торф [1].

Торф – это полезное ископаемое растительного происхождения. Образуется в результате естественного отмирания и неполного распада болотных растений под воздействием биохимических процессов в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода.

Прямое сжигание торфа происходит при довольно высоких температурах, порядка 1300 °С. При этом, в окружающую среду выделяются различные вредные вещества, загрязняющих атмосферу и прилегающие территории. Высокая температура горения налагает соответствующие требования к конструкции различных теплогенераторов и котлов.

Актуальным является поиск новых принципов получения тепловой энергии, которые повысят эффективность использования местных ресурсов низкосортных ресурсов и, вместе с этим, могут привести к улучшению экологической обстановки.

Одним из решений данной проблемы может быть низкотемпературная конверсия торфа. Данный процесс переработки осуществляется в присутствии катализаторов. Добавка катализаторов повышает эффективность процесса термической переработки низкосортного сырья, за счет увеличения выхода горючих газов с высокой теплотой сгорания.

Преимуществом переработки торфа перед углями является то, что он подвергается различным химическим превращениям при относительно невысоких температурах. Именно этот фактор позволяет применять низкотемпературную конверсию и другие методы для получения синтез-газа и других полезных химических продуктов.

Горючий газ, как топливо, имеет несомненные преимущества перед прямым сжиганием торфа и других видов биомассы. Он, подобно природному газу, может быть передан на большое расстояние по трубопроводам и в баллонах; его удобно использовать в быту для приготовления пищи, для отопления и нагревания воды, а также в технологических и силовых установках.

Работа в области относительно низких температур позволяет снизить затраты и потери энергии при переработке, что значительно повышает рентабельность.

Более чем за сто лет своего развития российская система теплофикации (когенерации) и централизованного теплоснабжения (ЦТ) стала самой большой в мире [2]. Под теплофикацией понимается процесс централизованного обеспечения потребителей тепловой энергией, полученной на ТЭЦ по комбинированному способу выработки тепловой и электрической энергии. Под ЦТ понимается теплоснабжение потребителей от источников тепла через общую тепловую сеть. Теплофикация занимает весомое место в энергетическом комплексе страны. Более половины электрической мощности всех тепловых электростанций приходится на ТЭЦ общего пользования, которые производят свыше 30 % всей электроэнергии в стране и покрывают треть спроса на тепловую энергию. На сегодняшний день система теплоснабжения страны состоит из почти 50 тыс. локальных систем теплоснабжения, которая обслуживается 17 тыс. предприятиями теплоснабжения. Система, которая уже давно сложилась для отопления многоэтажных жилых домов, имеет название как система ЦТ [3].

Основные источники тепла в такой системе ЦТ это котельные (различных форм собственности) и теплофикационные энергоблоки на теплоэлектростанциях (ТЭЦ, как правило, в составе генерирующих компаний).

Производство тепловой энергии в России характеризуется следующими данными [4]:

- централизованные источники производят около 74 %;
- децентрализованные источники производят 26 % тепла России.

Не смотря на высокие показатели развития когенерации России, всё же существуют проблемы, связанные с тем, что огромные территории страны не охвачены централизованным энергоснабжением из-за сопутствующих проблем с обеспечением таких территорий топливными ресурсами. При этом довольно часто такие районы обладают запасами местных низкосортных топлив, но, к сожалению, для их потребления требуются соответствующие технические устройства, которые могли бы работать перерабатывать данное топливо с выработкой как тепловой, так и электрической энергии.

Богатые источники нефти и газа истощаются – всё это приводит к увеличению доли твёрдого топлива в топливном балансе. Также, как и приводит к развитию производственных работ по углю и других новых продуктов, которые затрагивают как газообразные топлива, так и синтетические жидкие. В связи с этим 80–90-е годы – это период нового значительного увеличения доли угля в топливно-энергетическом балансе, включая и осуществление нового много тоннажного технологического процесса переработки твёрдого топлива.

Большая часть процессов термической переработки топлив включает в себя производства по переработке топлив. Такое производство сформировалось в результате длительного технического и аппаратурного решения, которое отличается не только относительными благоприятными расходами, но и энергетическими и экологическими показателями.

Огромные запасы торфа в России, обладающие разнообразные свойства ставит перед исследователями задачу поиска путей оптимального использования их энергохимического потенциала, что, в свою очередь, определяет круг научных исследований, направленных на процессы переработки торфа топливного и нетопленого назначения.

Одним из наиболее масштабных направлений является энерготехнологическая переработка топлив. Сущность ее заключается в термической переработке твёрдого топлива, при которой получаемый горючий твердый остаток сжигается в соответствующих агрегатах, а парогазовые продукты находят применение в различных технологических процессах [5]. Остающаяся при сгорании твердого остатка минеральная часть используется при получении строительных и других материалов. В таком процессе исключаются вредные выбросы в окружающую среду.

По конечным температурам нагревания различают низкотемпературную, (450–550 °С), среднетемпературную (650–750 °С) и высокотемпературную (950–1100 °С) переработку топлива [6].

Под термической переработкой торфа – пиролиз, следует понимать такие процессы, в которых происходят нагревание торфа в отсутствии каких-либо реагентов. Под термической переработкой понимают зачастую и газификацию торфа, хотя при этом используются и дополнительные реагенты, чаще всего окислители, но иногда и водород или метан.

Конверсия торфа позволяет решить множество проблем, которые можно разделить на следующие:

Экологические. Пиролиз торфа практически безотходная процедура, которая не сопровождается загрязнением окружающей среды. Таким образом, использование торфяного газа в целях отопления позволит сократить выброс в земную атмосферу более вредных веществ, образующихся в результате горения иных видов топлива.

Ресурсосбережение. Информация, имеющаяся у ученых сегодня, подтверждает, что количество мировых запасов нефти, газа и угля

неумолимо уменьшается. И пополнить эти не восполняемые природные ресурсы просто невозможно. А торф является восполняемым природным ресурсом, поэтому его использование позволит сберечь нефтяные и угольные запасы.

Социальные. Развитие данной технология пиролиза торфа позволит создавать энергетические установки различной мощности в любом из уголков нашей необъятной страны. А для их обслуживания будут необходимы люди для постоянной работы. Таким образом, развитие данного направления может дать толчок к развитию малых производств в любых отдалённых районах.

В зависимости от температуры выбираются сопутствующие материалы для оборудования, технических агрегатов и т.п., а, соответственно, и материальные затраты с ростом температурных условий, в которых будет работать то или иное оборудование, увеличиваются, увеличивая за собой долю экстремальных условий при работе персонала с техническим оборудованием [7].

Актуальность темы. Актуальность рассматриваемой в исследовании технологии конверсии заключается в том, что газификатор для получения синтез-газа в качестве рабочего тела использует пар, осуществляя при этом низкотемпературную конверсию. Такой процесс переработки позволяет получить газ более высокого качества, с большей удельной теплотой сгорания, за счёт уменьшения процента негорючих компонентов в конечном продукте. Использование таких технологий на практике и их внедрение в эксплуатацию может привести к росту эффективности производства энергии и в некоторых случаях обеспечит экономические преимущества. Внедрение таких процессов требует значительной экспериментальной и аналитической проработки, что и обеспечивается в данном исследовании.

В развитии Российской энергетики, в том числе и в малой энергетике, следует уделять внимание на существующие проблемы в области генерации тепловой энергии для автономных децентрализованных потребителей. Как

показывает практика, данная проблема заключается в удалённости от транспортных схем, что значительно увеличивает стоимость доставки топливных ресурсов.

Внедрение таких установок, преобразующих низкосортное сырьё в качественное газообразное топливо, позволит обеспечить надёжное энергоснабжение многих удалённых и труднодоступных регионов нашей страны. Зачастую именно в таких удалённых районах имеются запасы местных низкосортных топлив, которые можно использовать в качестве энергоносителя [8].

В разработку теории строения и технической химии торфа существенный вклад внесли ученые Института горючих ископаемых (ИГИ), среди которых ведущее положение занимали Г.Л. Стадников, Л.М. Сапожников, Н.М. Караваев, А.Б. Чернышев, А.З. Юровский, А.В. Лазовой, В.И. Касаточкин, С.М. Григорьев, Т.А. Кухаренко, И.В. Еремин [9].

Такие установки разрабатываются во всём мире из-за большого их спроса, особенно в малой распределительной энергетике; одну из них смоделировали и разработали сотрудники кафедры ПГС и ПГУ в НИ ТПУ.

Выполненные экспериментальные исследования [9] показали результаты по получению высококонцентрированного водородсодержащего газа в области низких температур, при различных условиях протекания процесса конверсии и различном составе топлива.

Выше обозначенные актуальные научно-технические проблемы термодинамического, теплофизического и теплотехнического характера определили в целом комплексный характер настоящего диссертационного исследования.

Целью магистерской диссертации является: Вариативный расчёт процесса конверсии низкосортного органического топлива с использованием программы, основанной на экспериментальных данных. В процессе исследования проводились: моделирование конверсии торфа при различных

условиях протекания процесса и составе топлива с последующей оценкой и анализом свойств получаемых газообразных продуктов.

В процессе исследования были решены следующие задачи:

– изучение возможности программного продукта «Расчет режимных параметров когенерационной установки», разработанного сотрудниками кафедры ПГС и ПГУ в НИ ТПУ;

– исследование доверительного интервала температур;

– выполнение моделирования конверсии торфа при помощи программного продукта, построение зависимостей, отображающих влияние условий протекания процесса, на состав и теплоту сгорания синтез-газа;

– выполнение оценки результатов низкотемпературной конверсии торфа и выработка рекомендаций, для дальнейшей научно-исследовательской работы, опираясь на результаты, полученные в процессе выполнения ВКР.

Объект исследования и предмет: объектом исследования является технология конверсии торфа в горючий газ. Предметом исследования является программный продукт для ЭВМ `synthes_calc3.1` (расчет режимных параметров когенерационной установки).

Научная и практическая новизна. Новизна результатов настоящей научной исследовательской работы заключается в следующем:

– по результатам исследования и моделирования конверсии торфа при помощи программного продукта построены зависимости, наглядно отображающие влияние температуры процесса переработки и состава торфа, на состав получаемого в результате конверсии горючего газа и его теплоты сгорания;

– применение процесса конверсии для получения горючего газа, позволит решить проблему теплоснабжения отдаленных районов, в которых сжигание привозных топлив экономически не целесообразно, но имеются неисчерпаемые запасы местных низкосортных топлив;

– использование разработанной программы, относительно модели изучаемой когенерационной установки (КУ) [10], дает возможность получать результаты переработки таких топлив, как: торф, древесина, бурый уголь с разными входными данными, на основе конверсии органического сырья. Опираясь на результаты, можно определить оптимальную температуру процесса переработки и оптимальный состав исходного топлива, которое подвергается переработке. Полученные результаты и выработанные рекомендации послужат исходными данными для дальнейшей работы в данной области.

Достоверность. Достоверность результатов обеспечивалась применением апробированных и оригинальных авторских методик исследования, повторяемостью результатов.

Практическая значимость результатов ВКР. Результаты настоящей исследовательской диссертации могут быть использованы для анализа работы (входных и выходных параметров) когенерационной установки и получения синтез-газа из низкосортного топлива, с необходимой теплотой сгорания, который в дальнейшем будет использоваться в области малой энергетики для автономного теплоснабжения.

Реализация и апробация работы. В ходе научной исследовательской работы промежуточные результаты ВКР были апробированы на III Международном молодежном форуме «Интеллектуальные энергосистемы».

Во введении обозначена рассматриваемая проблема и методы её решения, обоснована актуальность выбранной темы, определена цель и задачи исследования, ее научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе содержится краткая и наиболее важная информация о состоянии решаемой проблеме децентрализованного теплоснабжения с использованием местных видов топлив; выполнен общий обзор и анализ современного состояния и перспектив развития автономного энергообеспечения с использованием когенерационных установок в России;

определены мировые тенденции развития и области перспективных научных исследований.

Во второй главе содержатся исходные материалы, предоставленные руководителем настоящей ВКР, также данные, полученные при прохождении научной исследовательской практики. В этой же главе сделано обоснование выбора направления НИР, и представлена постановка задач исследования.

В третьей главе рассматриваются возможности программного продукта, исследуется доверительный интервал температур процесса переработки. Выполняется моделирование конверсии торфа. Содержатся основные таблицы, графики диссертации. В ней раскрывается содержательный характер научной работы, проведённой непосредственно автором.

В четвертой главе проводятся оценка результатов конверсии торфа; вырабатываются рекомендации к дальнейшему использованию программы.

В пятой главе используются и показываются базовые знания в области финансового менеджмента, в том числе определена возможная экономическая эффективность использования синтез-газа в энергетике. Составлена оценочная таблица использования природного газа, синтез-газа и торфа. Сделан вывод о рентабельности использования синтез-газа.

В шестой главе произведён анализ экологической безопасности используемой энергоустановки; выбраны способы обеспечения безопасных и комфортных условий рабочей зоны для сотрудников. Выполнен анализ источников опасных и вредных факторов; оценен риск заражения окружающей природной среды вредными и опасными веществами.

В заключении дана общая характеристика итогов проведённой работы и представлены выводы по результатам диссертации.

Личный вклад. Выполнен анализ литературных источников. Изучены возможности программного продукта. На основе экспериментальных данных построены зависимости, наглядно отражающие

влияние температуры процесса переработки и характеристик торфа, на состав и свойства получаемого в результате конверсии горючего газа.

Глава 1 Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы

1.1 Современное состояние потребления топливных ресурсов в России

Основными источниками топлива и энергии в современном мире являются природные углеводородные газы, жидкие нефти и твердые органические вещества, к которым относятся сланцы и каменные угли [11]. Источниками сырья в целях получить различные виды топлива и продуктов основных органических видов синтеза, что в прошлом веке, что и в данное время остаются нефтяные продукты и сама нефть. Однако в настоящее время положение начинает сильно меняться. Рост исследованных и найденных запасов нефти значительно отстают от количества её потребления.

Запасы газа основных месторождений Западной Сибири – главного газодобывающего региона страны выработаны более чем на половину и перешли либо перейдут в ближайшие годы в стадию падающей добычи.

Сократить потребление нефти и газа можно в течение нескольких десятилетий за счет добычи, исследования и разработки других видов полезных ископаемых. Например, в долгосрочной перспективе уголь, торф и различные биологические отходы, запасов которых при нынешних темпах потребления хватит больше чем на тысячу лет, занимают значительную доминирующую позицию в мировой энергетике на базе новых технологических решений.

Главная особенность использования низкосортного органического топлива состоит в том, что работы, связанные с разработкой разнообразных методик, средств потребления такого топлива в России, можно направить на исследование и на решение многих социальных проблем; на развитие малого бизнеса; на снижение уровня безработицы; на увеличение уровня образования и культуры и на повышение качества жизни нашего населения. Важное значение имеет место вопрос о снижении опасности и вредности в

сторону экологии; эта проблема существует во многих городах, в том числе и в зонах отдыха населения. Это достигается за счет снижения вредных выбросов от энергетических установок [12].

Решение проблемы состоит в использовании местных видов органического сырья для производства доступного топлива и энергии: электрической и тепловой.

Другой значимой и существующей в настоящее время является проблема в обеспечении энергоснабжением удаленных жилых территорий, не подключенных к сетям энергосистем. В районы Крайнего Севера, Дальнего Востока и Сибири ежегодно завозится 6–8 млн. т. жидкого топлива (дизельное топливо, мазут) и 20–25 млн. т. твердого (уголь). В связи с увеличением транспортных расходов стоимость топлива увеличивается. Централизованные системы энергоснабжения охватывают лишь 1/3 территории страны. Надежное энергообеспечение отдаленных районов – сложная и дорогая для государства задача [13].

1.2 Современное состояние вопроса автономного теплоснабжения в России

Одной из главных целей развития производства и рынка энергетического оборудования и технологий использования различного вида низкосортных топлив является надежное автономное энергообеспечение потребителей тепловой и электрической энергией за счет местных видов топлив в районах, не подключенных к сетям централизованного энергоснабжения; а также – освоение новых эффективных технологий сетевого электро- и теплоснабжения на базе органического сырья, расширение производства по их использованию [14].

Применение местных топлив, например, в энергетике сельской местности (биомасса, древесные и растительные отходы, торф, растительные масла, навоз, и др.) во многих регионах страны может покрыть значительную

часть (до 30 %) энергобаланса хозяйств и предприятий, сократить наполовину число отключений электропитания, снизить зависимость от централизованного энергоснабжения, а также создать децентрализованные системы тепло-энергообеспечения [15].

Подтверждением востребованности к использованию местных видов топлив является наблюдаемая тенденция увеличения доли децентрализованного производства тепловой и электрической энергии в мировой и российской энергетике [16].

1.2.1 Методы использования и переработки сырья в энергоносители

Наиболее распространёнными термохимическими методами превращения органического сырья в энергоносители являются – прямое сжигание, карбонизация, газификация и пиролиз.

Газификация является термохимическим процессом, в котором превращение органической массы твердых горючих ископаемых в смесь горючих газов осуществляют при нагревании в присутствии газифицирующих реагентов. В качестве газифицирующих реагентов применяют воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода, водород, а также смеси этих веществ.

Последний из перечисленных методов может быть двух видов:

1) окислительный пиролиз, или процесс термического разложения промышленных отходов при их непосредственном контакте с продуктами, которые образуются при сгорании топлива или при их частичном сжигании. Такой метод применяется с целью обезвредить многие отходы, и в том числе утилизировать такие отходы, как: вязкие, пастообразные отходы, влажные осадки, пластмасса, шламы с большим содержанием золы и др. Данный метод – метод пиролиза, является одним из самых перспективных методов ликвидации твердых промышленных отходов [17].

2) сухой пиролиз или процесс термического разложения без доступа кислорода. В результате этой термической переработки образуется пиролизный газ, который имеет высокую теплоту сгорания, также образуется жидкий продукт и углеродистый твердый остаток. В зависимости от температуры разложения пиролиз бывает:

– низкотемпературный (полукоксование) (450–550 °С) – вид пиролиза, для которого характерен максимальный выход жидких и твердых остатков-полукоксов, и минимальный выход синтез-газа, имеющий максимальную теплоту сгорания. Полукоксов можно использовать в качестве энергетического и бытового топлива.

– среднетемпературный (среднетемпературное коксование) (до 800 °С) – вид пиролиза, при котором выходит большое количество газа с меньшей теплотой сгорания, и количество жидкого остатка и кокса.

– высокотемпературный (коксование) (900–1050 °С) – при таком виде пиролиза происходит маленький выход жидких и твердых продуктов и максимальная выработка газа с такой же теплотой сгорания – это есть высококачественное горючее, которое годно для разных далеких транспортировок. В результате уменьшается количество смолы и содержание в ней ценных легких фракций.

Одним из преимуществ данного метода термической обработки над другими является его высокоэффективное обезвреживание отходов и дальнейшее использование отходов в виде химического сырья или топлива, что способствует созданию малоотходных и безотходных технологий и рациональному использованию природных ресурсов [18].

Метод сухого пиролиза в последнее время получает все большее и большее распространение.

Посредством пиролиза может быть утилизирован широкий спектр органических и углеводородных материалов: отходы деревообработки (стружки, опилки и т.п.), сельскохозяйственные отходы (солома, стебли и др.), горючая часть твердых бытовых отходов, кусковой фрезерный и

брикетированный торф, горючие сланцы и бурые угли, и т.п. Часть из указанных материалов в настоящее время утилизируется путем их вывоза на свалку, что приводит к непроизводительным погрузо-разгрузочным и транспортным затратам и загрязнению окружающей среды [19].

Решением этой проблемы является разработка эффективных и надёжных технологий и комплектов оборудования по переработке биомассы, торфа, древесных отходов, низкосортных углей и т.д., и последующее производство из них тепловой и электрической энергии [20].

К сожалению, разработка и сооружение таких технологий мало развиты, что объясняется следующим:

- для России не актуально использование биомассы на фоне низких цен на энергоресурсы;

- область применения установок по переработке биомассы ограничивается наличием возможности снабжения природным газом и дизельным топливом;

- повышенная конкуренция в развитии централизованного теплоснабжения над децентрализованным теплоснабжением.

Однако, за последние годы существуют множества примеров, где приводятся доказательства развитие децентрализованного теплоснабжения весьма актуальным.

1.3 Современное состояние малой энергетики в России

По данным источника [21] за 2012 год, 63 % территории Якутии не охвачено централизованным энергоснабжением, при этом на этих территориях размещается более 90 автономных дизельных электростанций и газотурбинных установок. Обозначается острая проблема с завозом дизельного топлива и отмечают, что основным из направлений развития малой энергетики на Севере следует считать внедрение и разработку когенерационных установок на органическом топливе.

При рассмотрении перспектив использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для автономного энергосбережения [22], делается значительный акцент на то, что во многих регионах России интерес проявляют, во-первых, к использованию автономных солнечных и ветровых установок, а во-вторых, к установкам, работающим на биомассе. Целесообразность использования ВИЭ объясняется тем, что существуют проблемы с завозом топлива на многие территории РФ, весьма высокой стоимостью электрической и тепловой энергии, которые получают с помощью дизельных двигателей и котельных на дорогих видах топлива. Здесь же отмечается, что наиболее перспективным направлением для развития является производство топливных брикетов из древесных отходов, перевод котельных на устройства по использованию и переработке таких брикетов с получением топливного газа – горючего газа.

Согласно источнику [23], следует отказаться от прямого сжигания отходов, низкосортного угля и др., отмечая, что это будет являться современной тенденцией в технологиях их переработки. Учитывая экологическую обстановку, следует упомянуть высказывание Нильса Бора, сделанное в начале 1950-х годов: «Человечество не погибнет в атомном кошмаре – оно задохнётся в собственных отходах».

1.4 Тенденция внедрения когенерационных установок в Российское энергообеспечение

Глобальный дефицит энергии обусловлен быстрым ростом её потребления. Основная причина этого дефицита в России – износ мощностей, восстановление которых или строительство новых, займет многие годы и потребует значительное количество средств, и еще большее количество средств потребуется для строительства новых линий передач и их обслуживания [24].

Также не получает должного массового развития строительство АЭС, которые могли бы в какой-то степени обеспечить потребности растущего количества потребителей. Уже несколько лет альтернативой развития энергетических инфраструктур становятся локальные системы по производству электрической и тепловой энергии, так называемые когенерационные установки, использующие конверсию твердого топлива. Ранее, такие автономные электрогенерирующие установки использовались только в отдаленных районах (Север, Сибирь, Дальний Восток), а также в качестве аварийного или резервного источника электроснабжения.

Катализ является одним из важных и бурно развивающихся областей органической химии, которая постоянно находится под пристальным вниманием химиков-теоретиков, но, тем не менее, на сегодняшний день выбор того или иного катализатора для ведения конкретной химической реакции осуществляется на основе экспериментального апробирования или путем интуитивных соображений химика-экспериментатора.

В работе [25] отмечается, что децентрализованное энергоснабжение находит все больше и больше сторонников, а растительную биомассу можно рассматривать, как топливо для установок автономного энергоснабжения. При этом, для выработки электроэнергии в основном используются поршневые двигатели внутреннего сгорания, в его работе рассмотрен вариант перевода данных двигателей на сжигание пиролизного газа, обосновывая эффективность схемы установки.

В качестве повышения эффективности выработки электрической энергии в двигателях внутреннего сгорания в работе [26] рассматривается возможность утилизации тепла, и тем самым превращая электростанцию в когенерационную установку.

Выводы по главе 1

Анализ развития и разработок новых надёжных и экологически безопасных технических установок по переработке органического сырья с получением различного рода топлива показал, что такое развитие представляет собой одно из наиболее эффективных и динамично развивающихся направлений в энергетическом балансе России в малой и нетрадиционной энергетике. Наибольшая необходимость в применении таких технических установок и технологии конверсии низкосортного топлива наблюдается для децентрализованного теплоснабжения таких жилых территорий, где отсутствует централизованное теплоснабжение.

Преимущества в использовании когенерационных установок, работающих как двигатель внутреннего сгорания на сжигании горючего газа, связаны не только в использовании местного органического сырья для получения энергии, но с экологической чистотой, а также с новыми возможностями в области повышения степени автономности систем жизнеобеспечения зданий. По всей видимости, в недалеком будущем именно эти качества будут иметь определяющие значения в разработках технических установок и в развитии Российской энергосистемы в целом.

Глава 2 Обоснование и выбор методов исследования, средств и способов решения поставленных задач

2.1 Исследование выбранного направления НИР

По теме настоящей НИР «Вариативное исследование конверсии торфа в горючий газ для энергетического использования» выполнен обзор информационных источников по темам: Современное состояние потребления топливных ресурсов в России; Современное состояние вопроса автономного теплоснабжения в России; Методы использования и переработки сырья в энергоносители.

2.2 Обоснование выбранного направления НИР

Проведенный обзор литературных источников выявил широкие перспективы применения технологий конверсии низкосортных органических топлив и показал, что данное направление требует дальнейших более глубоких исследований.

Безусловно, существующий уровень исследований в области вопросов газификации и когенерации позволяет создавать установки, перерабатывающие как качественные угли, так и низкосортные топлива. Но, к сожалению, их масштабное внедрение ограничено конкурентными преимуществами уже действующих крупных станций. Хотя, учитывая, что газогенераторные технологии считаются едва ли не единственным вариантом переработки низкосортных местных топлив в отдалённых децентрализованных районах, то актуальность и востребованность в водородных технологиях на сегодняшний день имеет своё довольно важное место [27].

Необходимо отметить, что в России, не смотря на высокие показатели процесса когенерации, всё же большие населённые территории остаются и в

настоящее время без централизованного теплоснабжения, а использование установок, работающих на дизельном топливе, ограничивается его снабжением в таких территориях. Поэтому, разработка и использование когенерационных установок, систем остро ставит вопрос об энергоснабжении децентрализованных потребителей, учитывая наличие у неохваченных территорий централизованным теплоснабжением достаточного количества для использования местного низкосортного топлива.

Учитывается также то, что повышение эффективности использования исходного топлива видится в организации выработки водорода и энергии в одном устройстве и одновременной утилизации теплоты, генерируемой топливным элементом и то, что современные исследования в области топливных элементов показывают, что требования, предъявляемые к чистоте водорода, снижаются.

При переработке низкосортных топлив методом конверсии, при изменении условий экспериментов, меняются соответственно кинетические параметры реакций, протекающих в процессе переработки.

Для осуществления максимально эффективной переработки низкосортного топлива методом конверсии необходимо знать, сколько топлива нужно затратить на выработку того или иного количества газа, какое количество топлива понадобится и какими техническими параметрами должна обладать установка, чтобы на её выходе получить наибольшее количество тепловой и электроэнергии. Также важным моментом являются исходные характеристики конверсируемого топлива, поскольку от этого напрямую зависят свойства получаемого газа. Это означает, что необходимо подобрать топливо с такими параметрами, чтобы процесс его переработки проходил наиболее интенсивно и продуктивно. Учитывая это, настоящая научно исследовательская работа, нацеленная на вариативное исследование конверсии торфа в горючий газ для энергетического использования, представляется актуальной.

2.3 Основные задачи и способы исследования в рамках НИР

Согласно заданию, в рамках НИР необходимо:

- изучить возможности программного продукта; исследовать доверительный интервал температур;
- выполнить моделирование конверсии торфа в горючий газ, используя программный продукт по расчёту режимных параметров когенерационной установки;
- на основании вариативных расчётов установить и проанализировать зависимости между составом исходного топлива, температурой переработки, влиянием отдельных компонентов и составом получаемого горючего газа, и его теплотой сгорания. Оценить результаты и выработать рекомендации к дальнейшему использованию программного продукта.

2.4 Исходные материалы для проведения НИР

2.4.1 Исходное сырьё для переработки

В процессе анализа литературных источников по направлению развития малой энергетики, было выявлено, что зачастую в районах, отдаленных от транспортных схем, имеются большие запасы низкосортного топлива, которые можно использовать в качестве энергоносителя. Таковым является торф.

В России запасы торфа огромные, порядка 150 млрд. т. Возобновление в России торфа в год составляет примерно 280 млн. т., что во много раз больше, чем используется [18].

Сжигание торфа без переработки не целесообразно в связи с высокой влажностью, это связано с местом и спецификой его образования.

По этим критериям торф был выбран, как исходное сырьё для переработки.

2.4.2 Программа по расчёту режимных параметров когенерационной установки

Для получения зависимостей и взаимосвязей между различными техническими параметрами КУ и характеристиками топлива, используется программа, разработанная в ТПУ кафедрой ПГС и ПГУ, под названием «Расчёт режимных параметров когенерационной установки» [10]. Окно программы представлено на рисунке 1.

Топливо	T, C	C %	H %	S %	N %	O %	A %	W %	Выход ...	Расход ...	Q, кДж...	Пг
Торф	400	12.5	4.11	0.1	0.4	8.5	4.49	69.9	0.317	3.15	16264.46	0.
Торф	200	12.5	4.11	0.1	0.4	8.5	4.49	69.9	0.319	3.13	10364.32	0.
Торф	100	12.5	4.11	0.1	0.4	8.5	4.49	69.9	0.299	3.34	3606.52	0.

Рисунок 1 – Окно программы «Расчёт режимных параметров когенерационной установки»

Данная программа позволяет рассчитывать различные варианты работы модели когенерационной установки. Менять входные данные, а именно изменять температуру протекания процесса переработки и состав исходного сырья.

2.4.3 Конверсия органического топлива

Внутрицикловая конверсия – это газификация или переработка органического топлива без загрязнения окружающей среды, т.е., выход летучих веществ, такие как диоксид углерода CO_2 , происходит внутри цикла газификации, а в дальнейшем такие летучие находят своё применение.

В блоке с внутрицикловой конверсией органического топлива в одном из научных исследовательских экспериментов, проведённых кафедрой ПГС и ПГУ, был проведён эксперимент с низкотемпературной конверсией местного органического топлива: торф, древесина (опилки) и бурый уголь Таловского месторождения.

Целью такой работы являлась разработка такой эффективной технологии, в которой бы использовались не востребуемые на сегодняшний день низкосортные топливные ресурсы с предварительной их конверсией в горючий газ, иначе говоря, в качественный углеродистый продукт, для последующего его использования в когенерационных энергоустановках.

Вывод по главе 2

Исходя из проделанного анализа литературных источников и исходных данных, для проведения научной исследовательской работы, можно сделать вывод о том, что есть всё необходимое для того, чтобы обработать результаты расчетов программы; представить полученные данные в виде графических зависимостей, проанализировать их и выяснить оптимальные параметры процесса переработки и состава исходного топлива для получения более энергетически ценного горючего газа.

Глава 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

5.1 Введение

Конверсия является одним из важнейших химических процессов, используемых в энергетике и различных промышленных производствах: металлургии, нефтехимии. Например, методом конверсии получают такие экономически и технически важные вещества как древесный уголь, кокс, синтез-газ, дивинил, этилен, пропилен, бензол.

Синтез-газ, как топливо, имеет несомненные преимущества перед прямым сжиганием торфа и других видов биомассы. Синтез-газ, подобно природному газу, может быть передан на большое расстояние по трубопроводам и в баллонах; его удобно использовать в быту для приготовления пищи, для отопления и нагревания воды, а также в технологических и силовых установках.

5.2 Базовые критерии эффективности

Ввиду того, что в данной работе изучался процесс преобразования одного вида топлива в другой, то для определения конкурентоспособности этой технологии необходимо провести анализ топливного рынка (как отечественного, так и зарубежного) и определить области применения и возможность окупаемости рассматриваемой разработки.

Основными критериями эффективности, в данном случае, выступают стоимость топлива, ресурсоэффективность, ресурсосбережение, а также транспортные расходы и капитальные затраты на строительство промышленной установки по конверсии торфа.

5.3 Анализ отечественного и зарубежного рынка топливных ресурсов

Не смотря на все усилия по развитию альтернативных видов энергетики и различных экологических программ, основными энергетическими ресурсами остаются разнообразные виды органического топлива. Уголь, продукты нефтепереработки и природный газ по-прежнему занимают лидирующие позиции, как в отечественной, так и в зарубежной энергетике.

Значительным из возобновляемых источников энергии нашей страны является торф.

Во всем мире энергетическое использование торфа рассматривается как альтернатива традиционным видам топлива.

На ТЭС России преимущественно используется природный газ. Природный газ в основном состоит из метана CH_4 , который при правильной организации процесса горения сжигается полностью, превращаясь в воду и двуокись углерода.

Из многочисленных жидких топлив на ТЭС используют мазут и дизельное топливо. Мазут – это в основном смесь тяжелых углеводородов, остаточный продукт перегонки нефти, остающийся после отделения бензина, керосина и других легких фракций. Мазут сжигают в топках энергетических котлов газомазутных энергоблоков в периоды недостатка газа (например, при сильных длительных холодах и временной нехватке природного газа, заготовленного в подземных хранилищах). Часто его используют для «подсветки» – добавки к сжигаемому твердому топливу при некоторых режимах работы для обеспечения устойчивого горения. Сжигать мазут постоянно сегодня нерентабельно из-за большой его стоимости по сравнению и с газом, и с твердыми топливами.

При этом затраты на приобретение топлива могут очень сильно различаться в зависимости от множества факторов. Так, например, если установку для конверсии установить на территории или вблизи места

добычи, то стоимость закупаемого топлива будет стремиться к нулю. Основными расходами в таком случае становятся предварительная подготовка торфа и транспортные. Данный вариант является наиболее выгодным и позволяет снизить сроки окупаемости установленного оборудования и повысить общую эффективность работы промышленного производства.

В то же время такой подход возможен только в регионах с высокой децентрализацией энергетики, т.е. в Сибири и на Дальнем Востоке и отдаленных северных районах, где передача энергии на огромные расстояния от крупных тепловых и электрических станций может быть менее выгодной или вовсе невозможной, чем постройка отдельных объектов малой энергетики для использования местных ресурсов.

5.4 Краткое сравнение синтез-газа и угля, как энергетического топлива

Переход на местные виды топлива обеспечивает не только экономический эффект, но и повышает надежность энергосбережения и энергетическую безопасность.

Синтез-газ, получаемый в результате переработки торфа, имеет ряд преимуществ по сравнению с углем при использовании в энергетических целях:

- огромные запасы и возобновление торфа;
- очень простой и не затратный процесс добычи и переработки;
- доступно множество вариантов транспортировки, как торфа, так и синтез-газа;
- высокая теплота сгорания синтез-газа;
- сжигание синтез-газа является более экологичным, чем угля.

В северной части Томской области есть множество районов (Каргасокский, Парабельский, Александровский и др.), которые имеют

большие трудности с доставкой каких-либо грузов, в том числе угля, как топлива. Это связано с их географическим положением, и тем, что некоторые способы транспортировки груза доступны лишь в определенное время года.

В связи с этим возникает необходимость рассмотреть иные варианты энергетического топлива для бесперебойного обеспечения северных районов тепловой энергией, горячей водой и паром, для производственных и бытовых нужд.

5.5 Оценка стоимости доставки угля

В Томской области есть Таловское бурогольное месторождение, которое в перспективе может стать альтернативным вариантом привозным углям с Березовского месторождения, Канско-Ачинского угольного бассейна на юге Красноярского края.

Доставка угля будет оцениваться с учетом доставки из Томска, например, в не газифицированный населенный пункт, Парабельского района.

5.5.1 Оценка доставки автотранспортом

Один из способов доставки угля, которым можно воспользоваться только в зимнее время года, является автотранспорт.

Если для транспортировки топлива обращаться в транспортные компании г. Томска, то стоимость доставки будет примерно составлять 13 000–18 000 рублей и это только за 1 м³, что примерно равно 1200–1500 кг угля.

5.5.2 Оценка доставки речным транспортом

Многие компании занимаются организацией перевозок самых разнообразных грузов по рекам. Эта услуга имеет свои преимущества и, конечно, недостатки.

Перевозка грузов речным транспортом имеет низкую себестоимость. Поэтому, очень выгодна для заказчиков. Правда, доставка занимает много времени. Ведь все речные суда не превышают скорость в 20 км/ч. В связи с этим, перевозят обычно те грузы, которые не нуждаются в срочной доставке.

По рекам грузы перевозят двумя способами. Это могут быть самоходные суда или же специальные баржи, которые толкаются буксиром. Последние чаще всего используют для того, чтобы доставлять насыпные грузы. Самые большие суда, которые передвигаются по рекам, обладают грузоподъемностью до 5 000 т., длиной чуть меньше 140 м., а шириной почти в 17 м. Это значит, что перевозимый груз может обладать практически любыми габаритами. Допустимый предел – это максимальные размеры судна.

Стоит заметить, что зимой перевозка грузов речным транспортом невозможна. Ведь в это время года реки покрываются льдом, и судоходство на них останавливается. Еще одним важным недостатком подобной услуги компаний по грузоперевозкам является невозможность осуществления речной доставки до некоторых пунктов назначения. Дело все в том, что по стране оборудовано мало портов, которые способны принять грузовые суда.

Безусловно, перевозка грузов речным транспортом стоит гораздо дешевле, нежели автомобильная или железнодорожная доставка. Правда, цены могут варьироваться в зависимости от многих факторов:

Тип груза. Дороже стоит перевозка песка, щебня, гравия и других подобных грузов.

Тип реки. Тарифы выше на перевозку грузов по малым рекам. Ведь это более затратный вариант.

Вид отправки. Существует судовая, сборная, контейнерная и мелкая отправка грузов. Конечно, стоимость на каждую из них различна.

Пароходство. Эти различия в стоимости цены на перевозку грузов обусловлено различиями климата, условий работы и особенностей водного маршрута в каждом конкретном пароходстве.

Нет единой четкой стоимости на доставку грузов посредством речного транспорта. Поэтому специализированные компании индивидуально проводят к каждому клиенту, и производят расчет, основываясь на параметрах заказа.

После анализа доставки другими видами транспорта (ж/д и авиа), можно сделать вывод, что и данные методы доставки являются затратными и нецелесообразными.

5.6 Капитальные и эксплуатационные расходы

Основным показателем, который необходимо сравнить, при анализе конкурентоспособности в рассматриваемом случае, являются затраты на топливо [29].

Расход топлива на котельной мощностью 1000 кВт составляет в среднем для котлов на торфяном топливе:

$$B_{p.d.} = 250 \text{ кг/ч} = 0,25 \text{ т/ч.}$$

Выход газа в процессе конверсии составляет в среднем:

$$k_k = 0,7 \text{ м}^3/\text{кг.}$$

Теплота сгорания торфа:

$$Q_{n.d.} = 15 \text{ МДж/кг.}$$

Теплота сгорания синтез газа:

$$Q_{n.d.} = 25 \text{ МДж/м}^3.$$

Расход синтез газа для выработки того же количества энергии, что и при работе на необработанном торфяном топливе

$$B_{p.c.g.} = B_{p.d.} \cdot k_k \cdot Q_{n.d.} / Q_{n.d.} = 250 \cdot 0,7 \cdot 15 / 25 = 105 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Годовые затраты на топливо

$$I_{\text{топ}} = B_p \cdot h_{\text{год}} \cdot (1 + (B_{\text{пот}} + B_{\text{пот.конв.}}) / 100) \cdot C_{\text{с.г.}} = 105 \cdot 6500 \cdot (1 + (5 + 7) / 100) \cdot 1,2 = \\ = 917280 \text{ руб} = 917,3 \text{ тыс. руб,}$$

где $h_{\text{год}} = 6500$ час/год – число часов использования установленной мощности;

$B_{\text{пот}} = 5 \%$ – суммарная величина потерь топлива на территории котельной в % от годового потребления топлива;

$B_{\text{пот.конв}} = 7 \%$ – суммарная величина потерь топлива при конверсии в процентах от годового потребления топлива;

$C_{\text{с.г.}} = 1,2$ руб/м³ - примерная стоимость синтез-газа.

5.7 Амортизационные отчисления

Ввиду отсутствия точных данных об объёме капитальных затрат, можно лишь отметить, что по сравнению с обычной котельной или тепловой станцией эти затраты пропорционально возрастут из-за введения дополнительного элемента оборудования в основной энергетический цикл. Рост амортизационных отчислений при этом не должен составить более 10 %.

5.8 Использование синтез-газа в качестве энергетического топлива и составление оценочной карты

После анализа рынка топлива и цен на транспортные расходы, возникает необходимость рассмотреть возможность использования газогенераторной установки. А с учетом того, что себестоимость торфа низкая, так как Томская область располагает большими запасами и требуются минимальные затраты для его добычи, не требуется

транспортировка на большие расстояния. А если установку расположить непосредственно около месторождения, то торф получается практически дармовым. Данная установка не требует больших финансовых вложений. Для работы и обслуживания газогенераторной установки требуется минимальное количество обслуживающего персонала, это связано с простой эксплуатации установки и автоматизации процесса.

Необходимо отметить, что сжигание синтез-газа сопровождается минимальным количеством вредных выбросов, по сравнению с углем, а этот факт избавляет от дополнительных затрат на очистные сооружения для дымовых газов и от дополнительных налогообложений, и от штрафов.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Данный анализ осуществляется с помощью оценочной карты, которая приведена в табл. 6. Для сравнения были выбраны в качестве энергетического топлива: природный газ, синтез-газ, торф.

Таблица 6 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Природный газ	Синтез-газ	Уголь	К _{пг}	К _{сг}	К _у
Продолжение таблицы 6							
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	2	0,25	0,2	0,1
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,10	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Энергоэкономичность	0,10	5	5	2	0,5	0,5	0,2
Продолжение таблицы 6							
4. Надежность	0,15	4	4	3	0,6	0,6	0,4
5. Безопасность	0,15	2	2	4	0,3	0,3	0,6
6. Экологичность	0,20	4	4	2	0,8	0,8	0,4
7. Ресурсосбережение	0,15	1	5	4	0,15	0,8	0,8

Продолжение таблицы 6							
8. Ресурснезависимость	0,05	1	5	4	0,05	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	2	0,2	0,2	0,1
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	5	2	2	0,2	0,1	0,1
3. Цена	0,06	3	4	5	0,18	0,2	0,3
Итого	1	39	43	36	3,74	4,3	3,5

Оценочная карта служит для сравнения конкурентных технических решений (разработок).

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

Вывод по главе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Исходя из проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что с точки зрения энергетической эффективности природный газ стоит выше синтез-газа и торфа.

Но с учетом того, что природный газ и уголь являются исчерпаемыми ресурсами, то по таким критериям, как: ресурсосбережение и ресурснезависимость, использование природного газа и угля уступает синтез-газу.

На данный момент, использование синтез-газа не является рентабельным для использования в промышленных объемах. Но ситуация может резко измениться в том случае:

- если произойдет ужесточение экологических стандартов;
- если запасы угля и природного газа будут стремительно снижаться.

Список публикаций студента

1. Портнов Д.А., Казаков А.В., Polsonkgram М. «Исследование влияния режимов низкотемпературного пиролиза на выход газов из торфа» / Устойчивая Энергетика: Современные Техника и Технологии: материалы XXI Международная научная конференция / Томский политехнический университет. – Томск. 2015.