

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

Институт Энергетический
Специальность подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Исследование перспектив использования электронно-лучевой очистки дымовых газов в энергетике

УДК 621.18:620.19

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Евдокимов Дмитрий Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры АТЭС	Вагнер Марина Анатольевна	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова Светлана Николаевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры АТЭС	Вагнер Марина Анатольевна	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АТЭС	Матвеев Александр Сергеевич	к.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

**Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы
бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»**

Код резу- ль- тата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
P3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
P5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
P11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать опасности и

	угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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

Институт Энергетический
Специальность подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Евдокимову Дмитрию Александровичу

Тема работы:

Исследование перспектив использования электронно-лучевой очистки дымовых газов в энергетике	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	27.01.2016 №434/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10 июня 2016 года
--	--------------------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Целью обзора является сбор и обобщение информации об опыте применения, современном уровне развития технологии в мире и в России. Объектом исследования в работе является совокупность способов и установок при электронно-лучевой очистке дымовых газов от SO₂, NO_x . Предметом исследования выступают факторы, определяющие возможность широкого применения технологий электронно-лучевой очистке дымовых газов в энергетике.
--	---

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>	1. Классификация способов электронно-лучевой очистки дымовых газов от SO₂, NO_x. Техническая характеристика и обзор отдельных примеров. 2. Краткое описание технологии. 3. Процессы, происходящие во время ЭЛО дымовых газов. 4. Обзор отдельных проектов. 5. Характеристика рынка. 6. Проблемы освоения и применения. 7. Надежность. 8. Стоимость. 9. Уровень развития за рубежом. 10. Уровень развития в России. 11. Возможные перспективы развития в России. 12. Экологические аспекты. 13. Сравнительный анализ для различного топлива полного расхода аммиака, количество образующихся шлаков, удельные расходы аммиака, шлаков для станций, различающихся по мощности и топливу. 14. Заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Схемы установок. (2 схемы)
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Попова С.Н. доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э. доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	11 января 2016 года
--	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель кафедры АТЭС	Вагнер Марина Анатольевна	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Евдокимов Дмитрий Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Евдокимову Дмитрию Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	ГОСТ 2-85. Селитра аммиачная. ГОСТ 9097-82 Сульфат аммония.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	№99-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 N 344 (ред. от 24.12.2014)

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Обоснование проекта Спрос. Характер спроса Поставщики и подрядчики Конкуренты
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение экономической эффективности проекта

Перечень графического материала:

График зависимости годовой прибыли от цены на удобрения

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.02.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Попова Светлана Николаевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Евдокимов Дмитрий Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Евдокимову Дмитрию Александровичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электростанций
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения: - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера)	При изучении объекта исследования рассмотреть следующие вредные и опасные производственные факторы: – уровень шума на рабочем месте; – показатели микроклимата; – электробезопасность; – пожарная безопасность; – радиационная безопасность.
--	---

2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные факторы». ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности». ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность». ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. СП 2.6.1-758-99. Нормы радиационной безопасности, НРБ-99.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; - действие фактора на организм человека; - приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем — индивидуальные защитные средства)	Вредные факторы 1. Параметры микроклимата 2. Превышение уровня шума 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны
--	---

2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); - электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита - источники, средства защиты); - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	Опасные факторы 1.Электробезопасность 2.Радиационная безопасность 3.Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов
3. Охрана окружающей среды: - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Рассмотреть действия аммиака на окружающую среду. Оценить опасность радиационного заражения при эксплуатации установки
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: - перечень возможных ЧС на объекте; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.	Рассмотреть действия при возникновении пожара, природных и экологических чрезвычайных ситуаций.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Рассмотреть правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности и условий труда, полагающиеся льготы и компенсации рабочим, согласно трудовому кодексу РФ.
Перечень графического материала:	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.01.2016
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Гусельников Михаил Эдуардович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Евдокимов Дмитрий Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа выполнена на 64 страницах, содержит 12 рисунков, 6 таблиц, 16 источников.

Ключевые слова: дымовые газы, электронно-лучевая очистка, теплоэнергетика, оксид серы, оксид азота, выбросы, экология, уголь.

Объектом исследования является технология электронно-лучевой очистки дымовых газов в энергетике.

Цель работы – сбор и обобщение информации об опыте применения, современном уровне развития технологии в мире и в России.

В процессе исследования проводился поиск информации в интернете.

В результате исследования определены перспективы использования электронно-лучевой очистки дымовых газов в энергетике, приведен пример расчета установки.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: приведены схемы установок, требуемое оборудование.

Степень внедрения: данная технология не применяется в России.

Область применения: тепловые электростанции, работающие на угле.

Экономическая значимость работы: установлены капиталовложения на действующие установки, определен порядок расчета экономической эффективности.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

дымовые газы: Продукты горения угля, отходящие из котельного агрегата электростанции.

ускоритель электронов: Электрофизическое устройство, генерирующее поток электронов с энергией выше 0,1 МэВ.

электронный пучок: Направленный поток электронов.

ион: Электрически заряженная неэлементарная частица (атом, молекула, свободный радикал), получаемая в процессе ионизации.

электрофильтр: Высоковольтный аппарат, в котором используется коронный разряд для зарядки взвешенных в газе частиц и их улавливания в сильном электрическом поле.

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 12.0.003-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»;
2. ГОСТ 12.1.003-2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности»;
3. ГОСТ 12.1.004-91 «Общие требования»;
4. ГОСТ 12.1.019-2009 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты;
5. ГОСТ 12.1.033-81 Пожарная безопасность. Термины и определения.

В настоящей работе использованы обозначения и сокращения:

ЭЛО – электронно-лучевая очистка;

ОПУ – основной производственный участок;

ЧС – чрезвычайная ситуация.

Оглавление

Введение.....	13
Обзор литературы.....	14
Объект и методы исследования	15
1 Основная часть	16
1.1 Классификация способов электронно-лучевой очистки дымовых газов от SO ₂ , NO _x . Техническая характеристика и обзор отдельных примеров	16
1.2 Краткое описание технологии	17
1.3 Процессы, происходящие во время ЭЛО	18
1.4 Обзор отдельных проектов	21
1.5 Характеристика рынка.....	24
1.6 Проблемы освоения и применения	25
1.7 Надежность	29
1.8 Стоимость	30
1.9 Уровень развития за рубежом.....	32
1.10 Уровень развития в России	33
1.11 Возможные перспективы развития в России	34
1.12 Экологические аспекты	35
1.13 Пример расчета установки ЭЛО и сравнительный анализ	36
1.14 Заключение	43
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	44
2.1 Обоснование проекта.....	44
2.2 Спрос. Характер спроса.....	47
2.3 Поставщики и подрядчики	48
2.4 Конкуренты.....	49
2.5 Контактные аудитории	49
2.6 Аудиторские влияния	49
2.7 Оценка экономической эффективности.....	50

3 Социальная ответственность	52
3.1 Производственная безопасность	52
3.2 Охрана окружающей среды	57
3.3 Безопасность в ЧС.....	58
3.4 Правовые и организационные вопросы обеспечение безопасности	59
Заключение	61
Список использованных источников	63

Введение

Среди глобальных проблем в развитии человечества можно выделить три взаимосвязанные проблемы, которые уже сейчас играют существенную роль в мировой экономике и требуют срочного решения. Это проблемы энергообеспеченности, нехватки продуктов питания и загрязнения окружающей среды. Рост производства и численности населения в развивающихся странах привел к обострению этих проблем. Рост производства энергии приводит к загрязнению окружающей среды и к сокращению производства продуктов питания. Попытки увеличить посевные площади за счет вырубки лесов не дают долговременного эффекта. Для дальнейшей эксплуатации этих площадей необходимы минеральные удобрения.

Внедрение электронно-лучевой очистки в нашей стране позволит дать дешевые удобрения для сельского хозяйства и эффективно решить проблему дефицита продовольствия. С использованием удобрений можно проводить рекультивацию земель вокруг предприятий загрязнителей и уменьшить экологические последствия от прошлых и сегодняшних загрязнений природы.

Увеличение установленной мощности сопровождается значительным ростом вредных газовых выбросов.

Газоочистка может стать прибыльной отраслью хозяйства.

Обзор литературы

Данная технология описана в [1, с. 147]:

Электронно-лучевая технология очистки дымовых газов от NO_x и SO_2 .

Впервые начала разрабатываться в Японии в 70-х годах фирмой «EBARA International Corp.», которая затем, в 1983—1988 годах, отрабатывала ее на пилотной установке мощностью 5 кВт на буроугольной ТЭС в США. Параллельно эта технология испытывалась также в ФРГ в 1984—1989 годах на установке с объемом дымовых газов до 20 тыс. м³/ч. Последняя была смонтирована на байпасе сероочистной установки пылеугольного котла с сухим шлако-удалением.

Предварительно дымовой газ обеспыливается и охлаждается в специальном аппарате путем впрыска воды, проводя охлаждение газа до температуры 70-90°C. Для связывания продуктов реакции, образующихся под влиянием облучения, непосредственно в камеру ускорителя подается аммиак. Под действием электронного облучения происходит образование радикалов OH , O , HO , N . Затем протекает окисление NO и связывание NO_2 до азотной кислоты. Одновременно SO_2 окисляется до SO_3 и появляется серная кислота. Кислоты реагируют с аммиаком, приводя к конечным продуктам: сульфату и нитрату аммония.

Видно, что при малых дозах наблюдается практически линейная зависимость эффективности очистки от дозы, при дозах облучения 20—30 кДж/кг эффективность стабилизируется на уровне 95-98 %.

Показано, что электронное облучение практически не влияло на эффективность сероочистки, и, таким образом, окисление SO_2 протекало гомогенно.

Энергозатраты на очистку от оксида азота практически пропорциональны его концентрации.

В России в настоящее время сооружаются две опытные установки по электронно-лучевой технологии.

Объект и методы исследования

Объектом исследования является очистка дымовых газов электронно-лучевым методом в энергетике. Суть технологии электронно-лучевой очистки: дымовые газы предварительно очищаются от золы в электрофилтре, затем проходят через ускоритель электронов, где облучаются. В результате облучения дымовых газов образуются возбужденные молекулы, ионы, которые, взаимодействуя с оксидами серы и азота, образуют пары серной и азотной кислот, после чего они взаимодействуют с предварительно введенным аммиаком. В конечном итоге улавливаются в электрофилтре в твердом виде (сульфат аммония, нитрат аммония).

В качестве метода исследования применялся поиск информации в книгах и интернете о самой технологии, ее принципа действия. Также о ее развитии, действующих установках, перспективах развития в России и стоимости.

Заключение

Технология электронно-лучевой очистки дымовых газов в энергетике известна давно и имеет уже достаточно большую теоретическую базу. Введены несколько опытных установок в разных странах. Но большого промышленного распространения до сих пор не получила из-за ряда причин. Это и высокие капитальные затраты, и слабая законодательная база, и нежелание заниматься экологическими проблемами и брать на себя дополнительные нагрузки.

Неоспоримые плюсы данной технологии в высоком коэффициенте улавливания, низких затрат на собственные нужды и, главное, безотходности.

Данная технология является перспективной, потому что имеет, даже при таких высоких капитальных затратах, маленький для энергетики срок окупаемости и может приносить достаточно большой дополнительный доход.

Также были произведен расчет установки и проанализированы различные зависимости. Откуда видно, что чем больше мощность блока, тем самым больше расход топлива и дымовых газов, и чем больше содержание серы и азота в топливе, тем больше количество образующихся продуктов. Что положительно повлияет на экономическую эффективность.

Описаны удобрения, полученные в результате очистки, а также спрос на них. Из чего следует, что эти продукты являются востребованными в сельском хозяйстве, причем не только в России.

Проанализированы поставщики аммиака, конкуренты. Выявлена дополнительная проблема данной технологии, которая заключается в поиске поставщиков аммиака и рынка сбыта продуктов реакций.

Определены стандарты лицензирования.

Определен порядок расчета оценки экономической эффективности и себестоимости продуктов, которым можно пользоваться при проектировании, что позволит на ранней стадии определить целесообразность проекта.

Рассмотрены вредные и опасные производственные факторы, описаны воздействия на человека и окружающую среду установкой электронно-лучевой

очистки дымовых газов. Эксплуатация данной технологии при надлежащем использовании, постоянных осмотрах и своевременном ремонте является безопасной для человека и окружающей среды.

Определен порядок действий при ЧС природного и антропогенного характера.

Создание эффективной газоочистки – ключ к безопасному функционированию и развитию отечественной энергетики

Электронно-лучевая технология очистки дымовых газов кардинально меняет ситуацию. Газоочистка становится прибыльной отраслью хозяйства.