

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Каталитический теплогенератор горения твердого топлива

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы
направления 18.03.01 «Химическая технология»
Института Химии

Ахмедханова Рустама Горхмазовича

Научный руководитель

К.Х.Н., доцент
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В. З. Угланова
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

Д.Х.Н., профессор
должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина
инициалы, фамилия

Саратов 2016

Введение

Тепловая энергия — один из основных видов энергии, используемой человеком для обеспечения необходимых условий его жизнедеятельности, как для развития и совершенствования общества, в котором он живет, так и для создания благоприятных условий его быта. Тепловая энергия, производимая человеком из первичных источников энергии, в основном используется для получения электрической энергии на тепловых электростанциях, для технологических нужд промышленных предприятий, для отопления и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий.

Следует заметить, что при производстве тепловой энергии из органического топлива с продуктами сгорания в атмосферу выбрасывается значительное количество вредных веществ в виде пыли, окислов серы, азота и углерода и других соединений, влияющих на окружающую среду. Концентрация теплоэнергетических мощностей может привести к повышению уровня локальных вредных выбросов, что потребует значительных затрат на их улавливание и обезвреживание.

К котельным предъявляются жёсткие требования к выбросам газов и отходов сгорания топлива. К тому же сокращение запасов жидких углеводородов требует использовать в качестве топлива более распространённые виды сырья и отходов разного состава без потери эффективности.

Актуальность работы. Тепловая энергия — один из основных видов энергии, используемой человеком для обеспечения необходимых условий его жизнедеятельности. Рост себестоимости добычи традиционных видов топлива сделал экономически целесообразным развитие теплогенерирующих установок на так называемых нетрадиционных источниках тепла. А также горение топлива сопряжено с загрязнением атмосферы и требует решения экологических задач.

Цель работы. Разработка катализатора и устройства для сжигания различных топлив, обеспечивающих очистку отходящих газов от оксидов азота, углерода (II) и серы.

Бакалаврская работа Ахмедханова Рустама Горхмазовича «Каталитический теплогенератор горения твердого топлива» представлена на 48 страницах и состоит из двух глав:

Глава 1 – Литературный обзор;

Глава 2 – Экспериментальная часть.

Основное содержание работы. В первой главе произведен литературный поиск теплогенераторов различных конструкций и их усовершенствований, а так же физико-химических процессах горения топлива. Были рассмотрены реакции газификации, механизм 2-х стадийного окисления газов. Упор был сделан и на особенности работы катализаторов в теплофикационных установках, а так же адсорбирующих секций.

Описано устройство твердотопливного теплогенератора в качестве утилизатора древесных отходов. Его достоинства заключаются в том, что колосниковая решетка выполнена с возможностью поступательного и вращательного движений. Это предусмотрено для того, чтобы разрыхлить твердое топливо перед колосниковой решеткой для обеспечения их равномерного поступления на колосниковую решетку.

Подробно изучено строение теплогенератора с 2-х стадийным горением. Это способствует повышению эффективности устройства в зоне максимальных температур, а также более полного использования топлива путем дожигания летучих продуктов горения в верхней части топки.

Приведено описание устройства теплогенератора со сжиганием в плотном слое, где описываются наиболее эффективные методы растопки слоя топлива, расположенного на колосниковой решетке. А так же выявлен ряд преимуществ:

-увеличение периода между забросами топлива до нескольких часов, что позволяет исключить постоянное присутствие обслуживающего персонала и уменьшить подсосы холодного воздуха через открытую дверку топки во время забросов топлива;

-возможность сжигания любых видов твердого топлива.

Рассмотрено описание работы твердотопливного теплогенератора с охлаждением колосниковой решётки. Помимо этого представлена информация о работе отопительного устройства на твердом топливе. Размещение топки и верхней зоны топочной камеры в едином пространстве, без разделительной перегородки, позволяет упростить конструкцию и повысить эффективность нагрева конвективных труб, так как тепло от топки, поднимаясь вверх, равномерно нагревает их. Тем самым упрощая конструкцию увеличивается эффективность.

Во второй главе представлено описание приготовления катализатора, его состава. Приведена методика хроматографирования, его действие и метод обсчитывания хроматографических пиков. Представлено описание устройства и работы опытного теплогенератора, а также рассчитан состав отходящих газов и жидких продуктов при горении различных видов топлив.

В таблице 1 приведен состав продуктов горения древесины. При использовании гетерогенного катализатора наблюдалось явное снижение вредных выбросов: метана, оксида углерода (II), водорода, альдегидов и эфиров. Оксиды азота в отходящем газе отсутствуют.

Таблица 1. Состав отходящих газов и жидких продуктов при горении древесины

Вид топлива	Условия горения	Состав отходящих газов, %						Состав жидких продуктов, %		
		COH	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂	NO _x	HCOH	Эфир	H ₂ O
Древесина (сосна)	Некаталитическое	-	следы	0.5	12.9	0.1	-	0.1	0.6	99.2
	Каталитическое	-	-	следы	5.1	-	-	-	-	-

Сделан вывод о возможности использования в качестве топлива отходов разного происхождения (например, отходы мебельного производства (ДСП).

В таблице 2 приведен состав газовых выбросов процесса горения ДСП.

Таблица 2. Состав отходящих газов и жидких продуктов при горении ДСП

Вид Топлива	Условия горения	Состав отходящих газов, %					
		COH	CH ₄	CO	CO ₂	H ₂	NO _x
ДСП	Некаталитическое	-	0.1	0.8	12.3	-	-
	Каталитическое	-	следы	0.3	8.6	-	-

Таким образом сделан вывод о том, что дожиг генераторного газа на поверхности полиметаллического катализатора, позволяет существенно снизить содержание токсичных веществ в отходящем газе.

В подтверждение полученных результатов по составу отходящего газа проведены исследования промышленных выбросов в атмосферу Экологической лабораторией ООО НПП «Сфера», результаты которых представлены в таблице 3.

Важной характеристикой любого катализатора является срок его службы и устойчивость к воздействию каталитических ядов. Известно, что основным ядом для катализатора являются соединения серы.

Поэтому далее исследован процесс каталитического горения каменного угля, который широко используется в качестве топлива. Содержание соединений сера в угле, используемом для испытаний составляет 4 % масс.

Таблица 3. Исследования состава вентвыброса каталитического теплогенератора (подтверждение полученных результатов по снижению токсичных веществ в отходящем газе)

Нумерация компонентов	Наименование определяемого ингредиента	Результат исследования, С _{ср} г/нм ³
1	Оксид углерода	< 0,005
2	Азота оксиды (на NO ₂)	0,009

3	Сумма предельных углеводородов C ₁ -C ₁₀	0,039
4	Формальдегид	0,0013
5	Уксусная кислота	< 0,005
6	Пыль	0,0019

Вынесено предположение о том, что соединения серы, присутствующие в угле, могут снижать активность каталитических систем и в процессе окисления превращаются в оксиды серы, которые относятся к 3 классу опасности и возникает необходимость очистки отходящих газов от них. Решением экологического сжигания каменного угля является создание катализатора, устойчивого к воздействию соединений серы, и разработка системы очистки газа от оксидов азота.

На кафедре нефтехимии и техногенной безопасности разработан биметаллический катализатор на основе высокотемпературного носителя – шамота. Но этот катализатор не обеспечивает очистки газа от оксидов серы.

Поэтому разработан процесс адсорбционной очистки газа от диоксида серы на поверхности щелочного адсорбента на основе шамота. Адсорбер размещается на отводящем газоходе, где температура отходящего газа равна 60-50°C. Результаты эффективности адсорбции представлены в таблице 4.

Таблица 4. Исследования состава вентвыброса каталитического теплогенератора (подтверждение снижения концентрации оксидов серы)

Нумерация компонентов	Наименование определяемого ингредиента	Результат исследования, C _{ср} г/нм ³
1	Оксид углерода	0,005
2	Азота оксиды (на NO ₂)	0,0036
3	Сумма предельных углеводородов C ₁ -C ₁₀	0,054
4	Диоксид серы	0,0178

5	Пыль	0,0065
---	------	--------

Показано, что применение сорбента позволяет снизить содержание оксидов серы до уровня ПДК, что можно заметить в таблице 5.

Таблица 5. Результаты анализа отходящего газа на серосодержащие соединения

Серосодержащие компоненты газа, % об.					
Сероводород (H ₂ S), мг/м ³	Серный ангидрид (SO ₃), мг/м ³	Карбонил сульфид (COS), мг/м ³	Предельно допустимая концентрация COS рабочей зоны, мг/м ³	Диоксид серы (SO ₂), мг/м ³	Предельно допустимая концентрация SO ₂ рабочей зоны, мг/м ³
проба № 1 (место отбора газа: зона горения угля)					
отсутствует	отсутствует	2,1	10,0	1,5	10,0
проба № 2 место отбора газа: зона дожига генераторного газа на катализаторе					
отсутствует	отсутствует	1,6	10,0	3,9	10,0
проба №3 (место отбора газа – выход отходящего газа в атмосферу)					
отсутствует	отсутствует	1,6	10,0	отсутствует	10,0

Полученные результаты показали, что щелочной адсорбент на основе шамота может быть использован для доочистки отходящего газа каталитического теплогенератора работающего на высокосернистом угле.

Заключение. Исследован процесс горения различного вида топлив (древесина, древесно-стружечные отходы, уголь) путем двухстадийного каталитического их окисления в каталитическом теплогенераторе. Показано, что использование полиметаллического катализатора с шамотом в качестве носителя обеспечивает длительное горение топлива и очистку отходящего газа горения древесины и древесно-стружечных отходов от оксидов азота и углерода (II). Установлено, что горение в каталитическом теплогенераторе высокосернистого каменного угля требует применения сероустойчивого катализатора и дополнительной адсорбционной очистки газа от оксидов серы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тимербаев, Н. Ф. Комплексная энерготехнологическая переработка древесных отходов с применением прямоточной газификации : дис. ... док. техн. наук : 2012. 423 с.
2. Кислицин, А. Н. Пиролиз древесины: химизм, кинетика, продукты, новые процессы/ А. Н. Кислицин. М.: Лесная промышленность, 1990. 312 с.
3. Делягин, Г. Н. Теплогенерирующие установки: Учеб. для вузов/ Г. Н. Делягин, В. И. Лебедев, Б. А. Пермиков. М.: Стройиздат, 1986. 559 с.
4. Пат. 2527600 Российская Федерация. Теплогенератор / Е. И. Горбатенко. Заявка №2013115733/06 от 08.04.2013. Оpubл. 10.09.2014. Бюл. №25.
5. Пат. 2085811 Российская Федерация. Теплогенератор / Ю. С. Воронцов, Е. А. Трофимов, В. И. Тучнолов, О. А. Быковский. Заявка от 09.02.1995. Оpubл. 27.07.1997.
6. Пат. 2267700 Российская Федерация. Способ сжигания твёрдого топлива в плотном слое / Л. С. Бычков, Н. Ф. Филипповский. Заявка 2004113188/06 от 04.28.2004. Оpubл. 10.01.2006. Бюл. №01.
7. Пат. 2147106 Российская Федерация. Твёрдотопливный теплогенератор/ Ю. В. Яковлев, А. Э. Рюмин. Заявка от 12.03.1997. Оpubл. 27.03.2000.
8. Пат. 2242679 Российская Федерация. Отопительное устройство/ Е. Ю. Зубкевич. Заявка от 07.24.2003. Оpubл. 20.12.2004.
9. Симонов, А. Д. Каталитические тепловые установки для промышленного теплоснабжения/ А. Д. Симонов, И. А. Федоров, Ю. В. Дубинин, Н. А. Языков, В. А. Яковлев, В. Н. Пармон // Катализ в промышленности. 2012. № 3. С. 50-57.

10. Боресков, Г. К. Гетерогенный катализ/ Г. К. Боресков. М.: Наука, 1986. 304 с.

11. Пармон, В. Н. Каталитические тепловые установки для промышленного теплоснабжения/ З. Р. Исмагилов, В. А. Кириллов, А. Д. Симонов // Катализ в промышленности. 2002. № 3. С. 20-29.

12. Пат. 2380612 Российская Федерация. Каталитический теплогенератор/ Р. И. Кузьмина, П. Н. Попов. Заявка №2009102307/06 от 01.27.2009. Оpubл. 27.01.2010. Бюл. №3.

13. ГОСТ 10617-83. Котлы отопительные теплопроизводительностью от 0,10 до 3,15 МВт. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4). М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. 12 с.