БИОСФЕРНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ: ЧЕЛОВЕК, РЕГИОН, ТЕХНОЛОГИИ

Учредители

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ), г. Курск
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева), г. Орел
ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет» (БГИТУ), г. Брянск
ФГБУ «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН), г. Москва
ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ), г. Москва
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет» (ВолгГТУ), г. Волгоград

Журнал включен в перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК при Минобрнауки России по группе научных специальностей 05.23.00 – Строительство и архитектура: 05.23.04, 05.23.08, 05.23.19, 05.23.21, 05.23.22

Научно-технический журнал
Издается с 2013 года.
Выходит четыре раза в год.
№3 (35), 2021
(июль-сентябрь)

Главный редактор
Ильичев В.А. *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.*

Заместители главного редактора
Емельянов С.Г. *чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.*
Колчунов В.И. *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.*

Редколлегия
Азаров В.Н. *д-р техн. наук, проф.*
Акимкин Е.М. *канд. социол. наук*
Алексашина В.В. *д-р архитектуры, проф.*
Асеева И.А. *д-р филос. наук, проф.*
Бакаева Н.В. *д-р техн. наук, проф.*
Бок Т. *д-р техн. наук, проф.* ***(Германия)***
Брандль Х. *д-р техн. наук, проф.* ***(Австрия)***
Бредихин В.В. *д-р экон. наук, доц.*
Булгаков А.Г. *д-р техн. наук, проф.*
Ван-дер Ю, *д-р техн. наук, проф.* ***(Тайвань)***
Волков А.А. *чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.*
Гордон В.А. *д-р техн. наук, проф.*
Егорушкин В.А. *канд. с.-х. наук., доц.*
Ежов В.С. *д-р техн. наук, проф.*
Леденев В.И. *д-р техн. наук, проф.*
Лисеев И.К. *д-р филос. наук, проф.*
Неделин В.М. *проф.*
Николов Н.Д. *иностранный член РААСН, д-р техн. наук, проф.* ***(Болгария)***
Осипов В.И. *акад. РАН, д-р техн. наук, проф.*
Пилипенко О.В. *д-р техн. наук, проф.*
Сергейчук О.В. *д-р техн. наук, проф.* ***(Украина)***
Теличенко В.И. *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.*
Тур В.В. *д-р техн. наук проф.* ***(Белоруссия)***
Умнякова Н.П. *д-р. тех. наук., проф.*
Федоров В.С. *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.*
Федорова Н.В. *д-р техн. наук, проф.*
Чернышов Е.М. *акад. РААСН, д-р техн. наук, проф.*
Шах Р. *д-р техн. наук, проф.* ***(Германия)***
Шубенков М.В. *акад. РААСН, д-р архитектуры, проф.*
Шубин И.Л. *чл.-кор. РААСН, д-р техн. наук, проф.*

Ответственный за выпуск
Колесников А.Г. *канд. техн. наук, доц.*

Адрес редакции
305040, Россия, г. Курск, ул. 50 лет Октября, д.94
Тел.: +7 (4712) 22-24-61, www.swsu.ru
E-mail: biosfera_swsu@mail.ru

Подписной индекс **94005** по объединенному каталогу «Пресса России»
Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ***ПИ № ФС77-56639***

© ЮЗГУ, 2021
© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2021
© БГИТУ, 2021
© НИИСФ РААСН, 2021
© МГСУ, 2021
© ВолгГТУ, 2021

Содержание

Вопросы теории биосферной совместимости городов и поселений

Ильичев В.А, Колчунов В.И., Гордон В.А., Бакаева Н.В., Кормина А.А. **Модель демографического прироста населения региона** 3

Анисимов А.В. **Современная архитектура театра. Особенности ее развития на рубеже 20/21 вв** 14

Колин К.К. **Биосфера и город: гуманитарные аспекты комплексной проблемы развития России** 23

Сидельников Ю.В. **Апрельские тезисы по экологии**..... 36

Экологический мониторинг, гуманитарный баланс и нормирование

Румянцева В.Е. **К проблеме эмиссии аммиака из железобетонных конструкций жилых зданий** 46

Цховребов Э.С. **Концептуальная модель экологически безопасного обращения с отходами комплекса жизнеобеспечения муниципальных образований**..... 61

Биосферосовместимые технологии

Морозов А.Г. **Использование вихревых технологий для сжигания нестандартных видов топлива**..... 78

Пугин К.Г. **Использование отработанного формовочного песка в составе асфальтобетона**..... 86

Проблемы и программы развития регионов

Сарвут Т.О. **Социальная адаптация пешеходных мостов на примере метро-МЦК**..... 97

Экологическая безопасность строительства и городского хозяйства

Сборщиков С. Б., Журавлев П. А. **Влияние социальной и территориальной конвергенции на процессы трансформации среды жизнедеятельности**... 107

Города, развивающие человека

Попов А.В., Сырова О.И. **Вопросы типологии открытых общественных пространств кампусов ВУЗов**..... 116

Уважаемые авторы!..... 126

УДК 666.9.041:622.01

А.Г.МОРОЗОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИХРЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СЖИГАНИЯ НЕСТАНДАРТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА

На примере практического опыта по сжиганию нестандартных видов топлива показана возможность использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для генерации тепловой энергии, прежде всего для промышленных нужд.

Рассматриваемые вихревые технологии сжигания уже применяются в Ирландии, Испании и Российской Федерации. В качестве топлива используются пеллеты, древесные опилки, отсортированные твёрдые бытовые отходы и другие.

Ключевые слова: *вихревая горелка, утилизация отходов, ТБО, ВИЭ*

DOI: *10.21869/2311-1518-2021-35-3-78-85*

Введение

Современная мировая климатическая повестка, принятая Киотским протоколом, а затем и Парижским Соглашением, подразумевает снижение выбросов парниковых газов антропогенного происхождения. Климатическая повестка является одной из целей, утверждённых ООН в рамках устойчивого развития [1-4].

Основным источником парниковых газов являются промышленные предприятия и ТЭЦ, использующие в качестве источника энергии ископаемые виды топлива – уголь, газ, нефть.

С целью снижения парниковых газов, прежде всего CO2, различными странами приняты решения о снижении потребления угля, газа и нефти и замещении их возобновляемыми источниками энергии (ВИЭ), такими как древесные отходы, биомасса, топлива, полученного из твёрдых бытовых отходов (ТБО) и другие

Учитывая специфику выработки тепловой энергии для промышленных предприятий, полый отказ от сжигания топлив на сегодняшний день не представляется возможным. Таким образом, появляется необходимость оптимизации систем сжигания ископаемых видов топлива путём их частичного или полного замещения на сжигание ВИЭ.

Как показывает практика последних лет, сжигание ВИЭ на промышленных предприятиях является нестандартной и, зачастую, ещё нерешённой задачей.

Минимизация выбросов, а ещё лучше – полная утилизация любого вида выбросов и отходов, является актуальной задачей существования Человечества на Земле.

Во многих странах ЕС уже практически не осталось работающих угольных шахт или разрезов – Европа приняла курс на полную декарбонизацию энергетики к 2050-му году [1,3].

В данной презентации приводятся примеры практического решения задачи сжигания нестандартных видов топлива на промышленных предприятиях: в сушильных и обжиговых печах, в том числе на цементных производствах

Технологические трудности

Трудности сжигания таких ВИЭ, как пеллеты, древесные опилки, RDF (топливо, полученное из ТБО) и других, состоят в следующем:

Достижение необходимой температуры горения – в ряде случаев требуемая температура должна достигать 1200…1300 градусов, что труднодостижимо при сжигании ВИЭ, большинство из которых имеет влажность свыше 20%

Многие ВИЭ содержат минеральную часть (золу). Соответственно, появляется необходимость исключения попадания золы в готовый продукт. Например, при обжиге кирпича зола может ухудшить свойства конечного продукта

Стандартные методы сжигания твёрдых топлив на колосниковой решётке не обеспечивают полное выгорание увлажнённых видов топлива, увеличивая объём отходов от сжигания ВИЭ и приводя к удорожанию получаемой энергии

Механический недожог любого вида топлива является источником дополнительных выбросов, даже если речь о ВИЭ

Предлагаемая технология

Для решения задачи полного выгорания влажных топлив предлагается использование вихревых горелок, где предварительно измельчённое топливо попадает в камеру сгорания со специально организованными воздушными потоками в форме циклона (вихря). Изначально технология разрабатывалась для сжигания водоугольных суспензий (ВУС), [5-16]. Начиная с 2019-го года силами ООО «Амальтеа-Сервис» технологии сжигания ВУС были адаптированы для сжигания других низкоинерционных видов топлива, большая часть из которых является ВИЭ

Вихревые потоки обеспечивают в 2…3 раза более длительное нахождение частиц топлива в зоне горения, что позволяет сначала испариться влаге, содержащейся в топливе, а затем обеспечить полное выгорание топлива

Вихрь образуется внутри вихревой горелки цилиндрической формы, при этом воздушные потоки формируются за счёт тангенциальной подачи воздуха в горелку.

Подача воздуха контролируется вентиляторами воздуха с изменяемой частотой подаваемого напряжения. Этот механизм позволяет гибко регулировать необходимый объём воздуха (кислорода), который достаточен для полного выгорания топлива. Таким образом, вихревые горелки с изменяемым объёмом воздуха могут применяться для различных видов топлива, либо для топлива с непостоянной теплотой сгорания, влажностью и выходом летучих, что характерно для большинства ВИЭ, прежде всего ТБО. Практические результаты показывают эффективное сжигание топлив, у которых теплота влажность и, следовательно, теплота сгорания, изменяется в пределах 20…40% даже внутри одной партии.

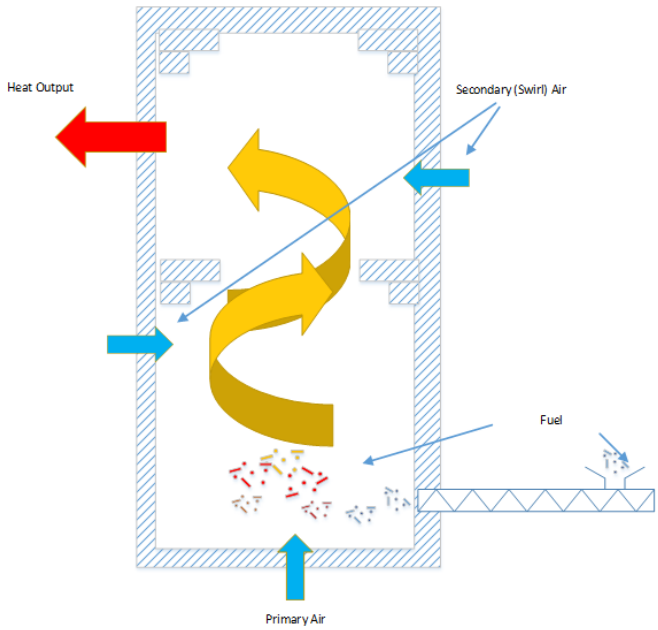


Рис. 1. Возможная схема сжигания топлива в вихревой горелке

Преимущества вихревого сжигания

Предлагаемая технология позволяет:

- В 2…4 раза уменьшить количество недожжённого топлива;
- Организовать сбор золы (шлака) в теле вихревой горелки, уменьшая количество золы, попадающей в сушильные печи примерно в 2 раза;

• Организовать многотопливное решение. Например, совместно могут сжигаться разные виды топлива – щепа, опилки, пеллеты, и др. При технологической необходимости по-прежнему может сжигаться дроблёный уголь или уголь в пылевидной форме совместно с ВИЭ. Так же, возможна комбинация с газом или жидкими видами топлива;

• Разнообразие видов топлива. За счёт изменяемого объёма подачи воздуха в горелке может одинаково эффективно сжигаться топливо с нестабильными характеристиками – влажностью, теплотворной способностью, что характерно для ВИЭ.

В совокупности, вихревые горелки позволяют в разы снизить объём потребления ископаемых видов топлива, а в ряде случаев и полностью их заместить

Примеры использования вихревых горелок

Компанией ООО «Амальтеа-Сервис» уже реализованы несколько проектов с использованием вихревых горелок:

• Ирландия – замещение сжиженного газа на угольные отходы на 50% в сушильной печи.

• Испания – повышение эффективности сжигания пеллет и снижение образования недожога в 3 раза в сушильной печи.

• США – снижение потребления газа на 90….100% в системе испарения загрязнённой воды.

• Франция, Германия – снижение потребления угольной пыли для цементной обжиговой печи за счёт замещения RDF.

Вихревая горелка на пеллетах для сушильной печи. Испания

Задача: сжигать пеллеты без механического недожёга. Горелка должна быть подключена к сушке воздух-воздух для высушивания текстильных красок.

Решение: спроектирована, изготовлена и поставлена Заказчику горелка 300 кВт. Учитывая особенности расположения входных отверстий сушильной печи, пришлось разработать горелку с нижним расположением выходного отверстия. Для этого было принято решения сделать двухкамерную горелку, что позволило не только разместить выход горелки там, где необходимо, но и улучшить степень выгорания топлива.

Горелка протестирована и работает на пеллетах, щепе, опилках, торфе, дроблёном угле. Горелка эксплуатируется более двух лет в сушильной печи текстильного производства.

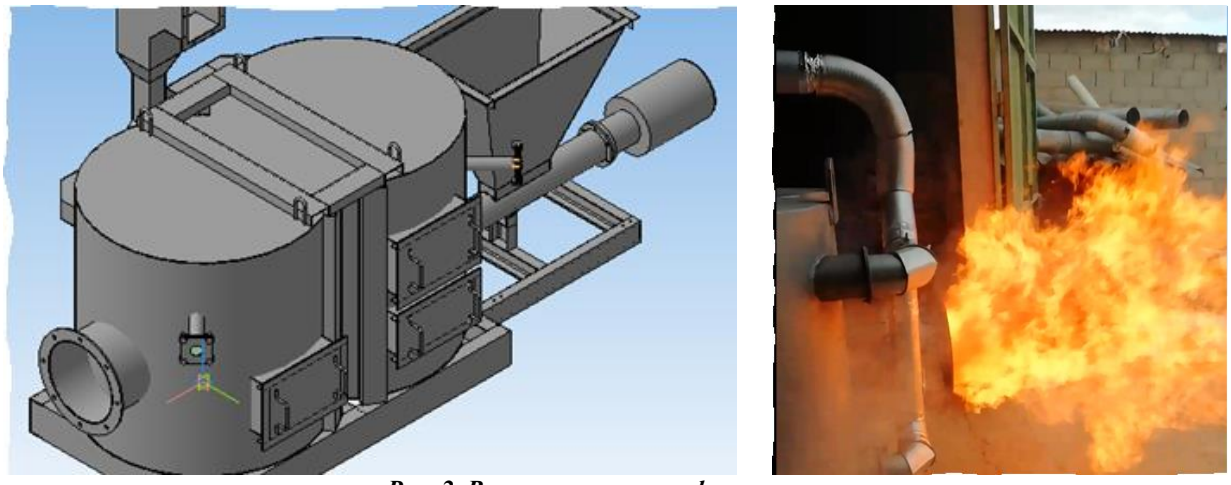


Рис. 2. Вихревая горелка и факел горения пеллет

Испарение воды, загрязнённой цианидами. США

Задача: испарить безвредным способом сточные воды производства, содержащие цианиды

Решение: использовать вихревую горелку, для выработки тепловой энергии, достаточной для испарения влаги. В качестве источника энергии используются опилки.

Распыл воды осуществляется через пневматическую форсунку разработки ООО «Амальтеа-Сервис».

Показатели проекта:

– Мощность горелки – до 1МВт;

– Расход воды – проектная до 100 л/ч, фактическая – до 200 л/ч;

– Топливо – древесный опил с влажностью 30…60%.

Особенностью данного проекта является возможность сжигания не только опилок, но и RDF, полученного из ТБО.

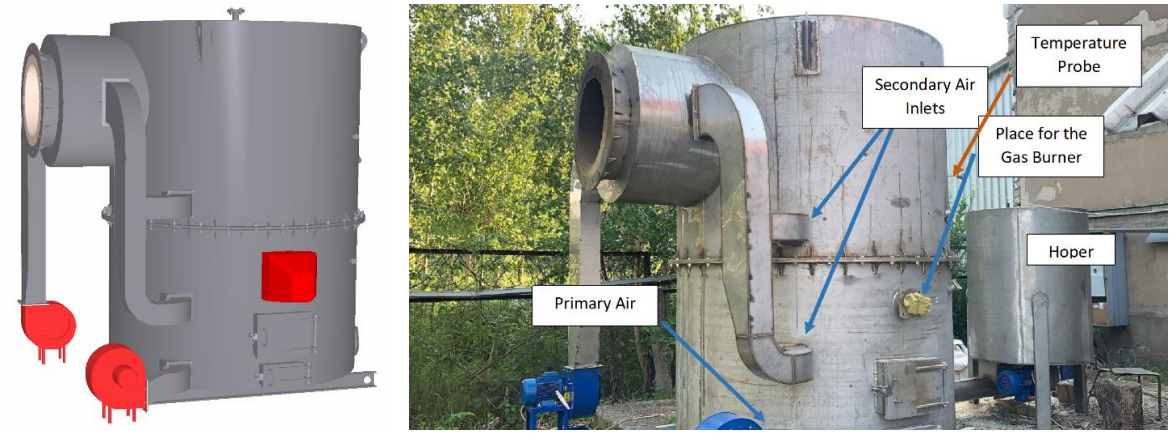


Рис. 3. Вихревая горелка для сжигания опилок. 3Д-модель и внешний вид



Рис. 4. Топливо для горелки – опилки и RDF

Утилизация RDF в сушильных цементных печах, Франция-Германия

Задача: отказаться от сжигания угля в пылевидной форме в пользу RDF – топлива, полученного из твёрдых бытовых отходов

Решение: использовать вихревую горелку перед сушильной цементной печью. В качестве топлива использовать совместно RDF и пылеуголь.

Результаты: использование RDF вместо угля в пылевидной форме позволило заместить уголь на 70…80%. Использование оставшихся 20…30% угля состоит в топливном балансе необходимо для достижения рабочей температуры около 1350 градусов Цельсия. При необходимости достижения температуры до 1000 градусов Цельсия возможно полностью автономное сжигание RDF.



Рис. 5. Внешний вид факела при сжигании RDF с недостатком кислорода

На рис.5 видно, что в отходящих газах присутствуют недогоревшие фракции RDF. Появление таких частиц вызвано недостаточностью кислорода, подаваемого в горелку для сжигания RDF и является требованием Заказчика. Окончательное догорание частиц RDF запланировано в самой печи, а очистка газов от вредных включений решается за счёт применения инновационной технологией Заказчика.

На данном объекте использовался RDF со следующими характеристиками (табл.).

Таблица
Характеристики RDF

Параметр	На сухую массу	Рабочее состояние
1.Влажность, Wt %	23,9 - 43,0	-
2.Зольность, A %	6,7 – 10,36	9,0-14,2
3.Детучие, V %	-	64,0-80,0
4.Низшая Теплота Сгорания, Qnr MJ/kg	13,07 – 18,67	18,38-26,25
5.Насыпна плотность, кг на м3	80 – 120	80-100

Выводы

1. Полученные результаты подтверждают возможность использования вихревых технологий для сжигания нестандартных видов топлива, прежде всего ВИЭ, для выработки тепловой энергии для промышленных нужд. Особая ценность результата состоит в возможности применения данных технологий для сушильных и обжиговых печей различного назначения, которые являются вторым по объёму источником выбросов парниковых газов в мире.

2. С сожалением стоит отметить низкую скорость реализации проектов по эффективному использованию ВИЭ в России. Например, при проведении опытных сжиганий было выяснено, что единичные поставщики RDF испытывают сложности со сбытом данного вида топлива ввиду отсутствия мотивации Заказчиков к применению нестандартных видов топлива.

3. Как показывает наш опыт, мировые тренды в тепло- и электрогенерации состоят в максимальном движении в сторону ВИЭ [1-3] и применении нестандартных видов сырья в качестве топлива: отходы, биомасса и пр. Данные виды сырья, как правило, высокоинерционные и низкокалорийные, что подразумевает использование нестандартных технологий их сжигания. Кроме того, эффективное повторное использование возобновляемых ресурсов полностью отвечает стратегии биосферной совместимости человека и окружающей среды. Считаем, что инжиниринговые компании должны учитывать эти факторы при проектировании энергоёмких производств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 2050 long-term strategy [Электронный ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en (дата обращения: 06.08.2021).

2. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс]. URL: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/ (дата обращения: 06.08.2021).

3. Международные тенденции в области возобновляемых источников энергии [Электронный ресурс]. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ru/Documents/energy-resources/Russian/global-renewable-energy-trends.pdf (дата обращения: 06.08.2021).

4. Ильичев В.А, Емельянов С.Г. Инновационные технологии в строительстве городов. Биосферная совместимость и человеческий потенциал. Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2019. 308 с.

5. Исследование получения суспензионного угольного топлива на основе тонкодисперсных отходов углеобогащения. Г.Д. Вахрушева, В.И. Мурко, В.И. Федяев, В.И. Карпенок, В.П. Мастихина, Д.А. Дзюба. Журнал СФУ. Техника и Технологии. 2011, 5. С. 522-526.

6. Зайденварг В.Е., Трубецкой К.Н., Мурко В.И., Нехороший И.Х. Производство и использование водоугольного топлива. М.: Изд-во Акад. горн. наук, 2001. 173 с.

7. Морозов А.Г. О результатах практического применения водоугольного топлива в Ирландии // Экологический Вестник России. 2018. №3. С. 22-25

8. Морозов А.Г. Практические результаты сжигания водоугольного топлива // Новости теплосбережения. 2015. №6.

9. Морозов А.Г. Практические результаты измерения выбросов от сжигания ВУТ // Экологический вестник России. 2014. №6. С. 52-56.

10. Архипкин О.О., Морозов А.Г. Современные подходы к использованию водоугольного топлива // Экологический вестник России. 2011. № 9.

11. Морозов А.Г., Коренюгина Н.В. Гидроударные технологии для получения водоугольного топлива. Новости теплоснабжения. 2010. № 7.

12. Морозов А.Г., Мосин С.И., Делягин Г.Н. Российский опыт внедрения промышленной технологии производства водоугольного топлива // Новости теплоснабжения. 2008. № 9.

13. Трубецкой К.Н., Моисеев В.А., Дегтярев В.В. Проблема внедрения водоугольного топлива в России // Уголь. 2004. № 9. С.41-46.

14. Пугач Л.И., Серант Ф.А., Карпов Е.Г. Проблемы и перспективы внедрения инновационных водоугольных технологий // Энергосистемы, электростанции и их агрегаты: сб. науч. тр. Вып.11. Новосибирск: НГТУ, 2007. С.47-78

15. Мурко В. И. ВУТ – это просто и практично // Сибирский уголь. 2008. №1. С. 38 – 39

16. Журавлева Н. В. Вихревая технология сжигания суспензионного водоугольного топлива. Экологические аспекты // Экология и промышленность России. 2009. № 1. С. 6 - 9.

Морозов Андрей Геннадиевич
ООО «Амальтеа-Сервис», г. Москва
Кандидат технических наук, генеральный директор
e-mail: info@innotoplivo.ru