

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный
энергетический университет
имени В.И. Ленина»

доктор технических наук, профессор
Юткинов Владимир Валентинович



Юткинов 2022 г.

ВЫПИСКА

из протокола № 7 расширенного заседания кафедры
«Энергетика теплотехнологий и газоснабжение»
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский государственный энергетический университет
имени В.И. Ленина»

от 17 марта 2022 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

от кафедры «Энергетика теплотехнологий и газоснабжение» (присутствуют
10 из 10 штатных сотрудников профессорско-преподавательского состава):

1. канд. техн. наук, доцент Колибаба О.Б., заведующий кафедрой (спец. 05.14.04);
2. д-р т. наук, профессор Сокольский А.И., профессор кафедры (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.04);
3. канд. техн. наук, доцент Габитов Р.Н., доцент кафедры (спец. 05.14.04);
4. канд. техн. наук, доцент Горинов О.И., доцент кафедры (спец. 05.14.04);
5. канд. техн. наук, доцент Гусев Е.В., доцент кафедры;
6. канд. техн. наук, доцент Гусенкова Н.П., доцент кафедры (спец. 05.14.04);
7. канд. техн. наук, доцент Пронин В.Ю., доцент кафедры (спец. 05.14.04);
8. Долинин Д.А., старший преподаватель;
9. Нагорная О.Ю., старший преподаватель;
10. Самышина О.В., старший преподаватель (секретарь заседания);

от кафедры «Химия и химические технологии в энергетике»:

11. д-р техн. наук, профессор Ларин Б.М., профессор кафедры (зам. председателя диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.14);
12. д-р техн. наук, доцент Ларин А.Б., доцент кафедры;

от кафедры «Теоретические основы теплотехники»:

13. д-р техн. наук, доцент Бушуев Е.Н., заведующий кафедрой (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.14);

от кафедры «Тепловые электрические станции»:

14. д-р техн. наук, профессор Барочкин Е.В., профессор кафедры (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.14);

от кафедры «Прикладная математика»:

15. д-р техн. наук, профессор Жуков В.П., заведующий кафедрой (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.14).

от кафедры «Безопасность жизнедеятельности»:

16. д-р техн. наук, профессор Соколов А.К., профессор кафедры (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.04);

от кафедры «Промышленная теплоэнергетика»:

17. Смирнов Н.Н., старший преподаватель кафедры;

18. Козлова М.В., ассистент

от кафедры «Физика»:

19. Теплякова С.С., ассистент.

от кафедры «Атомные электрические станции»:

20. д-р техн. наук, доцент Горбунов В.А., профессор кафедры (член диссертационного совета Д 212.064.01, спец. 05.14.04).

Председательствует на заседании канд. техн. наук Колибаба О.Б.

СЛУШАЛИ: доклад Перевезенцева Григория Александровича по диссертационной работе, подготовленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Повышение энергетической эффективности нагревательных печей при нагреве насыпных садов».

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Атомные электрические станции» ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» Горбунов Владимир Александрович.

Вопросы задавали: д-р техн. наук Барочкин Е.В., д-р техн. наук Жуков В.П., д-р техн. наук Соколов А.К., д-р техн. наук Ларин Б.М., д-р техн. наук Бушуев Е.Н., канд. техн. наук Колибаба О.Б., канд. техн. наук Габитов Р.Н.

На все вопросы соискателем были даны убедительные ответы.

Научный руководитель д-р техн. наук Горбунов В.А. огласил свой отзыв относительно личных качеств соискателя как ученого и уровня его компетенции по тематике диссертационной работы.

Рецензент: д-р техн. наук Соколов А.К на основе представленных диссертации и автореферата соискателя охарактеризовал актуальность, теоретическую и практическую ценность работы. Высказал предложения по форме представления материала в рамках доклада. В целом, по мнению рецензента, диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и рекомендуется к защите по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

Рецензент: канд. техн. наук Колибаба О.Б. отметила значимость результатов работы для планирования производственного процесса. В целом, по мнению рецензента, диссертационная работа удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, и рекомендуется к защите по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

В поддержку работы выступили:

1. Доктор технических наук Ларин Б.М. отметил соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете Д 212.064.01 при ИГЭУ по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

2. Доктор технических наук Жуков В.П. оценил работу и квалификацию диссертанта положительно и рекомендовал представить диссертацию к защите в диссертационном совете Д 212.064.01 при ИГЭУ по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

3. Доктор технических наук Барочкин Е.В. отметил актуальность работы и значимость полученных результатов. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете Д 212.064.01 при ИГЭУ по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

4. Доктор технических наук Соколов А.К. обратил внимание на целесообразность внесения уточнений в доклад по диссертационной работе. Рекомендовал диссертацию к защите в диссертационном совете Д 212.064.01 при ИГЭУ по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Считать, что представленная Перевезенцевым Г.А. диссертационная работа обобщает самостоятельные исследования автора и является завершенным научным трудом, выполненным на актуальную тему, и содержит новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности работы нагревательных печей, что вносит существенный вклад в развитие энергетической отрасли страны. Диссертация соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

2. Рекомендовать диссертационную работу Перевезенцева Г.А. «Повышение энергетической эффективности нагревательных печей при нагреве насыпных садов» к защите в диссертационном совете Д 212.064.01 при ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по специальности 05.14.04 «Промышленная теплоэнергетика».

3. Утвердить заключение ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина» по диссертационной работе Перевезенцева Григория Александровича.

ГОЛОСОВАЛИ: за – единогласно.

Председатель заседания,
заведующий кафедры «Энергетика теплотехнологий и газоснабжение»,
кандидат технических наук, доцент



Колибаба
Ольга Борисовна

Секретарь заседания,
Старший преподаватель кафедры
«Энергетика теплотехнологий и газоснабжение»,



Самышина
Ольга Васильевна

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Энергоэффективность и энергосбережение входят в число стратегических направлений приоритетного технологического развития страны. Регулирование отношений по энергосбережению и повышение энергетической эффективности в Российской Федерации осуществляется на основе:

- Федерального Закона № 261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

- Утвержденной Правительством государственной программы Российской Федерации «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2030 года», согласно которой, одним из ключевых мероприятий является повышение энергетической эффективности и энергосбережение на энергоемких промышленных производствах.

- Энергетической стратегии России на период до 2030 года.

Основным звеном металлообрабатывающей, машиностроительной и других отраслей промышленности являются нагревательные и термические печи. Для улучшения структуры и придания заданных свойств, необходимых для условий производства производится термическая обработка металлов. Часто массив нагреваемых в печи заготовок представляет собой насыпные структуры, называемые насыпными садками. Сами тепловые процессы термической обработки металла состоят из последовательных циклов, включающих нагрев металла до заданной температуры, выдержку при постоянной температуре печи, охлаждение с различными скоростями до заданной температуры и другие операции. Среди всех, представленных циклов нагрев одна из самых длительных и энергоемких стадий в производстве.

Таким образом, совершенствование процессов нагрева металла в термических печах, оценка и повышение эффективности их работы – это источники резерва для экономии топлива и энергии.

ЛИЧНОЕ УЧАСТИЕ СОИСКАТЕЛЯ В ПОЛУЧЕНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ, ИЗЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ

Личный вклад автора в сборе, анализе и обработке полученных экспериментальных данных; расчете показателей эффективности; разработке методики замены реальных насыпных садок геометрической фрактальной структурой, построенной на основе фрактала «губка Менгера»; верификации предложенной методики на основе сравнения с результатами, полученными в своих работах другими авторами, а также по результатам экспериментальных данных; в разработке патента на изобретение РФ №139405; разработке модели модифицированной печи; определении параметров эффективности; подготовке публикаций по тематике работы.

СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОВЕДЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации обоснованы теоретическими решениями и опубликованными экспериментальными данными, и не противоречат известным положениям технических наук. Степень достоверности полученных результатов работы подтверждается использованием апробированных методов математического

моделирования; совпадением экспериментальных данных с результатами расчета показателей работы оборудования; сравнением полученных результатов с работами других авторов, использованием результатов лабораторных экспериментов, полученных с применением стандартизированных методов и аттестованных средств измерения.

НОВИЗНА И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ РАБОТЫ

Научная значимость работы:

1. Разработана методика построения геометрической фрактальной структуры, построенной на основе фрактала «губки Менгера», которая используется при расчете теплообменных процессов в насыпных садках.
2. Получены новые экспериментальные данные по динамике температурных полей насыпных садов, отличающихся друг от друга величиной порозности.
3. Разработана модель процесса теплообмена в насыпных садках в 3-х мерной постановке с применением геометрической фрактальной структуры на основе фрактала «губки Менгера», которая позволяет учитывать значение порозности и гидродинамического сопротивления садки при различных режимах нагрева.
4. Предложен вариант модернизации конструкции печи с подподовыми топками, для которой разработан рациональный режим нагрева с учетом фильтрации продуктов сгорания через насыпную садку.

Практическая значимость работы:

1. Произведено уточнение математического описания нагрева насыпных садов в термических печах. Садка, состоящая из хаотично расположенных деталей, заменена твердым телом, имеющим фрактальную структуру, построенным на основе фрактала «губки Менгера».
2. Разработанная методика расчета может быть использована при выполнении режимно-наладочных работ применительно к термическим печам с насыпными садками.
3. Получены результаты экспериментальных исследований изменения температурных полей при нагреве насыпных садов, с различной величиной порозности, при отсутствии и при наличии фильтрации теплоносителя через садку.
4. Разработана программа, при помощи которой на основе предложенной методики расчета осуществляется поиск рациональных режимов нагрева насыпных садов в термических печах.
5. Предложена полезная модель термической печи, позволившая повысить ее эффективность при сохранении качества нагрева по сравнению с базовым вариантом. Получен акт внедрения полезной модели и патент на полезную модель.

ЦЕННОСТЬ НАУЧНЫХ РАБОТ СОИСКАТЕЛЯ

Ценность научных работ соискателя заключается в следующем:

- **доказана** целесообразность использования геометрической фрактальной структуры при численном моделировании процессов тепло и массообмена в пористых телах.
- **изложены: результаты обобщения** экспериментальных данных по нагреву насыпных садов в нагревательной печи; **результаты оценки влияния** фильтрации теплоносителя на время нагрева насыпных садов; **основные положения разработанной методики** замены насыпной садки на геометрическую фрактальную структуру,

построенную на основе фрактала «губка Менгера»; *способы повышения эффективности* работы нагревательной печи;

– **разработана** методика применения геометрической фрактальной структуры для описания насыпных садок с различной величиной порозности при численном моделировании процессов тепло и массообмена.

– **изучена** возможность замены при численном моделировании реальной насыпной садки ее фракталоподобным телом в виде «губки Менгера».

– **доказаны** преимущества предложенной методики описания насыпной садки в виде геометрической фрактальной структуры по сравнению с ранее принятыми методиками, в которых рассматривается сплошное тело с эффективными теплофизическими свойствами.

СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ, ПО КОТОРОЙ ОНА РЕКОМЕНДУЕТСЯ К ЗАЩИТЕ

Диссертация соответствует паспорту специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика:

– **в части формулы специальности:** «ведется поиск структур и принципов действия теплотехнологического оборудования, которые обеспечивают сбережение энергетических ресурсов, уменьшение энергетических затрат на единицу продукции...».

– **в области исследования специальности:** пункту 3 «Теоретические и экспериментальные исследования процессов тепло- и массопереноса в тепловых системах и установках...»; пункту 5 «Оптимизация параметров тепловых технологических процессов ... установок, использующих тепло, с целью экономии энергетических ресурсов...»

ПОЛНОТА ИЗЛОЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДИССЕРТАЦИИ В РАБОТАХ, ОПУБЛИКОВАННЫХ СОИСКАТЕЛЕМ

Основное содержание диссертационной работы и ее результатов полностью отражено в 12 публикациях автора объемом 4,22 п.л., авторский вклад – 1,4 п.л., из них 6 статей опубликованы в рецензируемых научных журналах по списку ВАК, 5 тезисов и полных текста докладов конференций, получен 1 патент на полезную модель.

Научные статьи, опубликованные в изданиях по перечню ВАК

1. Горбунов В.А. Использование фрактального подхода при моделировании температурных полей насыпных садок в термических печах / Горбунов В.А., **Перевезенцев Г.А.**, Колибаба О. Б. // Промышленная энергетика. – 2015. – № 2. – с. 38-43. (1,0/0,33).

Соискателем Перевезенцевым Г.А. представлена методика моделирования процессов теплообмена в насыпных садках при их нагреве в термических печах на основе фрактального подхода.

2. Перевезенцев Г.А. Экспериментальное исследование влияния фильтрации на температурное поле насыпной садки / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Вестник ИГЭУ. – 2015. – № 5. – с. 37-41. (0,45/0,148).

Соискателем Перевезенцевым Г.А. представлены результаты серии опытов по нагреву насыпных садок, рассчитаны тепловые балансы и выявлены оптимальные режимы нагрева.

3. Перевезенцев Г.А. Метод фрактального моделирования насыпной садки при ее нагреве в термической печи. / Перевезенцев Г.А., Горбунов В.А., Колибаба О.Б. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2017. – № 1. – 84-87с. (0,337/0,11)

Соискателем Перевезенцевым Г.А. рассмотрены вопросы моделирования процессов теплообмена в насыпных садках при их нагреве в термических печах. Построена математическая фрактальная модель пористой садки с использованием фрактала - губка Менгера, позволяющая более качественно учесть теплообмен в садке. Методика опробована для расчета температурных полей насыпных садок, нагреваемых в термической печи.

4. Перевезенцев Г.А. Определение зависимости аэродинамического сопротивления насыпной садки от величины порозности и скорости фильтрации. / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Вестник ИГЭУ. – 2019. – № 2. – с. 16-24. (0,898/0,296).

Соискателем Перевезенцевым Г.А. описано экспериментальное исследование процесса фильтрации теплоносителя через насыпную садку. Получена эмпирическая зависимость влияния расхода воздуха и величины порозности насыпной садки на величину гидродинамического сопротивления садки.

5. Перевезенцев Г.А. Разработка математической модели термической печи с подовыми каналами и численное исследование параметров ее работы. / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Вестник ИГЭУ. – 2019. – № 4. – с. 22-30. (0,898/0,296).

Соискателем Перевезенцевым Г.А. предложена новая конструкция садочной печи с подподовыми топками. Получена зависимость, отражающая температурное поле насыпной садки на поверхности и в тепловом центре. Проведено сравнение температурного режима нагрева садки при обычных условиях и при организации дополнительной фильтрации теплоносителя через каналы из подовых топок в подину печи

6. Перевезенцев Г.А. Методика определения коэффициентов эффективной теплопроводности при нагреве пористых тел на основе использования фракталоподобных структур / Горбунов В.А., Перевезенцев Г.А., Теплякова С.С., Мечтаева М.Н. // Вестник ИГЭУ. – 2022. – № 1. – с. 5-11. (0,673/0,22).

Соискателем Перевезенцевым Г.А. разработана методика определения эффективных коэффициентов теплопроводности на основе использования фракталоподобных структур. Получены одномерные расчетные модели для различных сечений. Определены эффективные коэффициенты теплопроводности.

Результаты интеллектуальной деятельности

7. Патент на изобретение РФ №139405 Проходная термическая пламенная печь / Горбунов В.А., Колибаба О.Б., **Перевезенцев Г.А.**, Сулейманов М.Г. заявл. 04.12.2013; зарегист. 17.03.2014.

Тезисы и полные тексты докладов конференций

8. Перевезенцев Г.А. Фрактальная модель насыпной садки при ее нагреве в термической печи / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Труды VIII международной научно-практической конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности. 100 лет отечественного проектирования печей». Сб. научн. тр. – М: Изд. Дом МИСиС. 2016. 141-146 с.

9. Перевезенцев Г.А. Экспериментальное исследование влияния дутья на температурное поле при нагреве пористой садки в термической печи / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Тезисы докладов международной научно-

технической конференции «XVIII Бенардосовские чтения». – Иваново, 2015. Т. 2. – с. 213-216.

10. Перевезенцев Г.А. Использование фрактальной геометрии для моделирования процессов в термической нагревательной печи/ Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «XIX Бенардосовские чтения». – Иваново, 2017. Т. 2.

11. Перевезенцев Г.А. Разработка методики определения коэффициента теплопроводности насыпной садки в термической печи / Перевезенцев Г.А., Колибаба О.Б., Горбунов В.А. // Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Повышение эффективности энергетического оборудования-2013». – МЭИ, 2013.

ВЫСТУПЛЕНИЯ НА КОНФЕРЕНЦИЯХ

Основные положения работы докладывались и обсуждались на: международной научно-практической конференции «Повышение энергетической эффективности энергетического оборудования-2013» (г. Москва 2013 г.); международных научно-технических конференциях «Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии «Бенардосовские чтения» в ИГЭУ (г. Иваново 2015, 2017 гг.); международных научно-технических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия – 2014» (г. Иваново); VIII международной научно-практической конференции «Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии в промышленности» (г. Москва, 2016 г.).

ВЫВОДЫ

Диссертация «Повышение энергетической эффективности нагревательных печей при нагреве насыпных садок» Перевезенцева Григория Александровича является законченной научной квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, обеспечивающие повышение эффективности нагревательных печей, что вносит существенный вклад в развитие энергетической отрасли страны, и отвечает требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. в актуальной редакции, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Председатель заседания,
заведующий кафедрой «Энергетика
теплотехнологий и газоснабжение»
кандидат технических наук, доцент



Колибаба
Ольга Борисовна