

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КРАСНОЯРСКИЙ ФИЛИАЛ – СПЕЦИАЛЬНОЕ  
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО «НАУКА»  
(СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН)

Проспект Мира, д. 53, г. Красноярск, 660049  
Тел.: +7 (391) 227-2912, факс: +7 (391) 212-4288, e-mail: krasn@ict.nsc.ru  
ОКПО 05222159, ОГРН 1025403650920, ИНН/КПП 5408105390/246643001

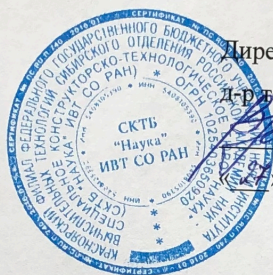
УТВЕРЖДАЮ

Директор СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН

Д-р техн. наук, профессор

В.В. Москвичев

«*марта*» 2020 г.



### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

по диссертационной работе **Калинича Ильи Викторовича**  
**«Совершенствование теплообмена в конвейерных галереях  
горнообогатительных комбинатов»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по  
специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика

#### 1. Актуальность работы для науки и практики

Создание комфортных условий труда, соответствующих нормативным требованиям к воздушной среде производственных зданий, является актуальной задачей для экологически опасных промышленных объектов. В работе данная задача обозначена и решается на примере цехов конвейерных галерей горнообогатительных комбинатов черной металлургии. При транспортировке влажных нагретых материалов процессы теплообмена имеют сложный многофакторный характер в системе «транспортируемые материалы – конвейерная галерея – воздушная среда». Исследования в этом направлении с определением характеристик тепло-, влаго- и воздухообменных процессов и разработкой на этой основе предложений по расчету теплотехнических параметров конструкций транспортных галерей имеют существенную научную новизну и практическую значимость.

Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью совершенствования процесса теплообмена в конвейерных галереях

горнообогатительных комбинатов (ГОК) чёрной металлургии, где широко распространена конвейерная транспортировка влажных нагретых материалов. При этом в воздух конвейерных галерей поступает пыль, теплота и водяные пары. Повышенная влажность в сочетании с повышенной подвижностью воздуха не обеспечивают нормативные параметры для транспортных галерей. Конденсация влаги на внутренних поверхностях ограждающих конструкций и оборудования вызывает коррозию и ведёт к их преждевременному разрушению.

Анализ выполненных работ в области тепло- и массообмена при конвейерной транспортировке влажных нагретых материалов показал, что количество имеющихся на сегодняшний день данных нуждается в уточнении и расширении. Кроме того, существующий метод расчёта воздухообмена применительно к галереям влажных нагретых материалов ГОКов чёрной металлургии нуждается в усовершенствовании.

Основные положения научной новизны связаны с определением расчетных и экспериментальных коэффициентов и зависимостей, характеризующих технологические процессы тепломассообмена при транспортировке влажных нагретых материалов.

Практическая значимость работы связана с совершенствованием метода расчета воздухообмена транспортных галерей.

Таким образом, комплекс научных исследований, выполненный И.В. Калиничем, имеет все основания рассматриваться как соответствующий требованиям актуальности, научной новизны и практической значимости. Уровень поставленной научной задачи соответствует диссертационной работе на соискание ученой степени кандидата технических наук. Постановка и решение задач исследования соответствует требованиям паспорта специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

## 2. Структура диссертации и общая характеристика работы

Материалы диссертации изложены на 127 страницах основного текста, включающего 16 рисунков и 6 таблиц. Работа состоит из введения, четырех разделов, основных выводов и рекомендаций, списка литературы из 80 наименования и 6 приложений.

**Во введении** обоснована актуальность темы исследования, степень ее разработанности, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, а также приведена методология исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

**Первый раздел** посвящен анализу объектов исследования и современного состояния проблемы. Приведена оценка достижений в области процессов тепломассообмена в конвейерных галереях горнообогатительных комбинатов чёрной металлургии, дана конкретизация предмета и методов исследования. Результаты анализа проведенного обзора литературных источников подтверждают актуальность работы и целесообразность постановки задач диссертации и их поэтапного решения теоретическими и экспериментальными методами.

**Во втором разделе** приведены результаты экспериментального исследования процессов тепло- и массообмена влажных нагретых материалов. Показаны, разработанные автором, схемы экспериментального оборудования и описаны принципы его работы. Представлена методология экспериментальных исследований. Установлено, что такие

факторы как угол наклона галереи и естественная конвекция влияют на теплообмен влажных нагретых материалов незначительно. Получены расчётные формулы для определения локальных и средних коэффициентов конвективной теплоотдачи и опытные коэффициенты для расчёта коэффициентов массоотдачи. Указанные данные необходимы при определении тепло- и влаговыделений от поверхности транспортируемых влажных нагретых материалов.

**Третий раздел** посвящен совершенствованию известного аналитического метода расчёта воздухообмена для конвейерных галерей ГОКов. Произведена актуализация данного метода расчёта согласно требованиям современных действующих нормативных документов. В частности, изменён подход к теплотехнической и аэродинамической составляющим указанного метода. С учётом указанных изменений разработана программа для ЭВМ «Метод расчёта величины и параметров воздухообмена для помещений с тепловлагоизбытками».

**Четвертый раздел** посвящен производственным исследованиям. Натурные исследования проведены в галерее № 2 Коршуновского ГОКа. Расчёт системы воздухообмена в данной галерее производился с учётом полученных в работе данных с применением вышеуказанной программы для ЭВМ. Данные исследования подтвердили эффективность разработанного метода расчёта величины и параметров воздухообмена, а также полученных в работе расчётных формул и коэффициентов. Отклонение расчётных и измеренных натуральных параметров составило при производственных исследованиях не более 10 %. В результате расчёта и регулирования системы воздухообмена в галерее № 2 Коршуновского ГОКа достигнуты нормируемые параметры внутренней воздушной среды.

Структурное построение содержания работы, последовательность изложения, подробные ссылки на представленный материал в разных разделах подчеркивают ее общую целостность в рамках единой концепции. Единство диссертационного исследования обеспечивается рассмотрением теплофизических эффектов и механизмов технологического воздействия на конструкции галерей с позиции достижения максимальной энергоэффективности процесса в целом. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

**Публикации по работе.** По результатам исследований опубликовано 19 научных работ, из них: четыре статьи в рецензируемых журналах из Перечня ВАК, одна статья в ином журнале, три патента РФ на полезную модель, одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ, 10 работ опубликованы в материалах всероссийских и международных конференций. В указанных публикациях изложены все основные результаты исследования.

### **3. Новые научные результаты**

Наиболее значимыми научными результатами диссертационной работы следует признать:

– расчётные формулы и опытные коэффициенты для определения тепло- и влаговыделений от поверхности транспортируемых в конвейерных галереях ГОКов влажных нагретых материалов;

– аналитический метод расчёта величины и параметров воздухообмена, учитывающий теплотехнические требования к ограждающим конструкциям галерей согласно требованиям современной действующей нормативной документации.

#### **4. Практическая значимость результатов работы**

Проведенные исследования позволяют теоретически обосновать технические решения, внедрение которых способствует повышению технологической эффективности системы воздухообмена галерей ГОКов черной металлургии, связанные с расширением области их применения, с повышением точности инженерных расчетов ограждающих конструкций галерей транспортировки влажных нагретых материалов, с экологической безопасностью действующих и проектируемых систем воздухообмена.

#### **5. Использование полученных результатов**

Разработанная программа для ЭВМ «Метод расчёта величины и параметров воздухообмена для помещений с тепловлагоизбытками» принята к использованию ООО «ГеоТехПроект». Полученные научные и практические результаты используются в Сибирском федеральном университете при подготовке студентов по направлениям: «Теплоэнергетика и теплотехника» и «Техносферная безопасность» в бакалаврских и магистерских программах «Энергетика теплотехнологий» и «Промышленная теплоэнергетика», а также в научно-исследовательской деятельности ПИ СФУ. Результаты работы рекомендуются к внедрению в проектных организациях горно-обогатительных комбинатов, таких как ОАО «Уралмеханобр», АО «Иргиредмет», ООО «Красовой Центр Проектирования», ООО «ИНТЕРТЕХ», STEP – российская генподрядная компания, Компания SGS и другие, специализирующиеся в данной предметной области.

#### **6. Замечания по диссертационной работе**

1. Цитата из работы: «...величина коэффициента массоотдачи зависит от индивидуальных минералогических свойств материала...» (стр. 25). Полученные в результате исследований массообмена значения экспериментальных коэффициентов (подраздел 2.5, таблица 2, стр. 64) шихты ГОКов не подкреплены вышеуказанными свойствами, в частности, не указан минералогический состав материалов.
2. Подраздел 2.1 (стр. 31–32). Не представлен вывод формулы (13), полученной в результате решения формул (10)–(12).
3. Подраздел 2.3. При описании работы экспериментального стенда не ясно, какова была общая мощность нагрева, расход воздуха через установку, размеры лабораторного помещения, как менялась температура воздуха в помещении во время эксперимента, как это учитывалось?
4. Приложение 4 (стр. 106). Отсутствуют рассчитанные для каждого графика значения средней относительной влажности материала, а также средние значения коэффициента массоотдачи.
5. В диссертации отсутствует расчёт технико-экономической эффективности результатов работы.


Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают основных положений, вынесенных соискателем на защиту.

## 7. Общее заключение по диссертационной работе

Диссертация соответствует паспорту научной специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика, имеет внутреннее единство и является законченной научно-квалификационной работой. Диссертация полностью соответствует требованиям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней (постановление Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней» с изменениями, внесенными постановлением Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»), а её автор Калинин Илья Викторович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по научной специальности 05.14.04 – промышленная теплоэнергетика.

Отзыв на диссертацию и автореферат рассмотрен и одобрен на заседании научно-практического семинара «Проблемы природно-техногенной безопасности» лаборатории вычислительной механики и риск-анализа СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН 26 марта 2019 г., протокол № 3.

Председатель семинара,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории вычислительной  
механики и риск-анализа,  
кандидат технических наук



Буров Андрей Ефимович

Почтовый адрес: 660049, г. Красноярск, проспект Мира, д. 53  
Тел. раб.: +7(391)227-29-12;  
E-mail: krasn@ict.nsc.ru

Подпись Булова Андрея Ефимовича заверяю:  
ученый секретарь СКТБ «Наука» ИВТ СО РАН,  
канд. техн. наук



Н.А. Чернякова