



ООО "Научно-производственная компания
"УралТермоКомплекс"

620026, Россия, г. Екатеринбург, ул. Народной воли 65, оф.304

Тел.: +7 (343) 253-57-62

E-mail: info@termokomplex.ru

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, Вохмякова Александра Михайловича
на диссертационную работу **Калганова Михаила Владимировича**
**"Повышение энергоэффективности технологии нагрева материалов в
металлургических печах для производства вакуумированных труб,
работающих в условиях вечной мерзлоты»**, представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 –
"Металлургия чёрных, цветных и редких металлов"

1. Актуальность темы

На металлургических заводах эксплуатируется огромный парк нагревательных и термических печей, осуществляющих сложные технологии нагрева металлической продукции, как под пластическую деформацию, так и для придания изделиям необходимых физико-механических свойств. Оборудование, используемое в отрасли, имеет длительный срок эксплуатации. Реконструкция его началась 15 – 20 лет назад, но в основном на крупных предприятиях. На мелких и средних предприятиях и в настоящее время оборудование, в том числе и печной парк, имеет возраст более 50 лет и не соответствуют в большинстве случаев современным требованиям технологии нагрева, качества продукции и энергоэффективности. Поэтому одним из наиболее актуальных направлений совершенствования технологического режима нагрева металла, наряду с модернизацией печного парка заводов, является подбор оптимальных технологических параметров.

Металлургические предприятия действуют, как правило, в высоко конкурентной среде, где проблема контроля и обоснования себестоимости выпускаемой продукции стоит особенно остро. Энергетическая составляющая себестоимости продукции металлургического производства значительна и может достигать 15-20%. Кроме того, данные производства по сравнению с наиболее современными зарубежными аналогами имеют большой потенциал энергосбережения – до 25%.

Видимо, исходя из этих соображений, автор в диссертационной работе в качестве объекта исследования выбрал объект, в котором осуществляется технологическая операция по тепловому обезжириванию материалов, используемых в последующем для изготовления теплоизолированных лифтовых труб (ТЛТ) с высокими технико-экономическими характеристиками.

В связи с вышеизложенным, можно констатировать, что тема диссертационной работы **Калганова М.В.** "Повышение энергоэффективности технологии нагрева материалов в металлургических печах для производства

вакуумированных труб, работающих в условиях вечной мерзлоты», является актуальной.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

На основании анализа полученных автором результатов исследования, а также журналов ВАК, посвященных тематике диссертационной работе **Калганова М.В.** оппонент выделил следующие научные и практические положения, полученные автором впервые.

1. На основе разработанной методики проведен сравнительный расчетный анализ режимов нагрева садки в металлургических низкотемпературных конвективных печах с циркуляцией газовой среды для производства вакуумированных двухслойных труб.

2. Получены зависимости энергозатрат на обработку единицы продукции от параметров циркуляционного контура рассматриваемых печей.

3. Получены экспериментальные безразмерные зависимости конвективного теплообмена от поверхности вращающегося вала высокотемпературного печного вентилятора в окружающую среду.

4. В результате экспериментальных исследований получены безразмерные зависимости конвективного теплообмена между окружающей средой и поверхностью устройств воздушного охлаждения однодискового, стержневого и многодискового типов.

3. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, сформулированных в диссертации

Обоснованность правильности научных выводов и рекомендаций подтверждаются логически выстроенным расчетно-теоретическим анализом, в основе которого лежат положения теории тепло- и массообмена, теории металлургических процессов и методов математической статистики.

Достоверность приведенных в диссертации научных положений и заключений определяется:

- корректностью применения методов исследования;
- применением современных стационарных и переносных приборов, прошедших государственную поверку;
- обоснованным промышленным экспериментом на печи теплового обезжиривания материала ПАО «Синарский трубный завод» г. Каменск-Уральский, в условиях действующего производства;
- актами внедрения ПАО «Синарский трубный завод», ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» и ПАО «МЗИК».

4. Научная значимость результатов диссертации

Значимость для науки результатов исследований заключается в том, что:

1. Разработана методика расчета режимов нагрева садки в металлургических конвективных печах с циркуляцией газовой среды.

2. Определены пути повышения энергоэффективности тепловой обработки изделий в печах, оборудованных новыми электронагревателями и высокотемпературными вентиляторами.

3. Показано, что применение современных нагревателей и циркуляционных вентиляторов, позволяет существенно снизить энергозатраты в расчете на единицу продукции по сравнению с известными печами подобного типа.

4. Расчетным методом показано влияние на эффективность работы новых электронагревателей печи изменение параметров его внутреннего циркуляционного контура.

5. Проведен сравнительный анализ эффективности тепловой работы устройств охлаждения валов вентиляторов трех типов, выполненных из различных материалов.

5. Практическая значимость результатов работы

Главную практическую ценность данной работы представляет разработка, изготовление и запуск в промышленную эксплуатацию металлургической печи конвективного типа с циркуляцией газовой среды, предназначенной для тепловой обработки материала, используемого для производства двухслойных вакуумированных труб, работающих в условиях вечной мерзлоты.

На введенную в промышленную эксплуатацию печи достигнуто снижение энергозатрат в 2,5-2,7 раза по сравнению с известными тепловыми агрегатами при высоком качестве нагрева и охлаждения изделий.

К дополнительной практической значимости работы можно отнести:

- увеличение ресурса разработанных нагревателей для печи на 60-70%;
- разработка методики расчета теплового режима ходовой части печных вентиляторов, снабженных устройствами воздушного охлаждения вращающегося вала;
- проведение расчетно-экспериментального анализа и выбора оптимальных тепловых режимов работы ходовой части печных вентиляторов, снабженных устройствами воздушного охлаждения различных типов;
- разработка и внедрение типового ряда конструкций устройств воздушного охлаждения применительно к высокотемпературным вентиляторам металлургических печей.

6. Заключение о соответствии диссертации установленным критериям

Кандидатская диссертация **Калганова М.В.**, полностью отвечает критериям, предусмотренным для таких квалификационных работ «Положением о присуждении ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842. В ней реализованы следующие принципы соответствия:

- содержание диссертации полностью соответствует заявленным в работе цели и задачам;
- автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации;
- печатные работы **Калганова М.В.**, опубликованные в научных журналах, в том числе научных журналах, рекомендованных ВАК, а также сборниках научных трудов международных конференций с достаточной полнотой отражают содержание диссертации;

• диссертация **Калганова М.В.** соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов», как по области исследования, так и по предмету исследования.

Поэтому соответствие темы диссертации и научной специальности сомнений не вызывает.

7. Оценка содержания диссертации

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цели и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена обзору существующих методик расчета теплофизических процессов в печах и их анализ.

Вторая глава посвящена разработке и исследованию конвективных печей различных конструкций для производства вакуумированных лифтовых труб, работающих в условиях вечной мерзлоты. Приведено описание технических характеристик теплоизолированных лифтовых труб и особенностей их изготовления. В главе подробно описана печь теплового обезжиривания материала ПАО «Синарский трубный завод» (печь-прототип), представлены результаты ее изучения и анализа тепловой работы, а также определены пути повышения ее энергоэффективности.

С учетом полученных результатов обследования прототипа разработана конструкция усовершенствованной печи, дано описание модернизированных узлов, прежде всего электронагревателей закрытого типа и циркуляционного вентилятора, а также представлен расчетный анализ тепловой работы усовершенствованной печи.

В третьей главе приведены результаты исследования теплообмена в циркуляционном электронагревателе новой конструкции. Представлены зависимости работы, влияющие на его срок службы, и произведен подбор оптимальных условий работы нагревателя.

В четвертой главе представлены результаты разработок и исследований конструкций вентиляторов специального исполнения, работающих в печах с циркуляцией газовой среды при высоких температурах.

Представлена экспериментальная установка по определению условий тепловой работы ходовой части циркуляционного вентилятора и методика обработки результатов.

Выполнено исследование тепловой работы вала циркуляционного вентилятора без дополнительных устройств, а также проведен сравнительный анализ эффективности трех типов устройств охлаждения различных типоразмеров. Для каждого случая выведена эмпирическая зависимость определения коэффициентов теплопередачи.

В пятой главе представлено исследование тепловых режимов работы ходовой части печных вентиляторов. Для проведения исследования составлена методика, основанная на решении уравнений баланса тепловых потоков, составленных для каждой из расчетных участков при условии их теплообмена с соседними и окружающей средой в установившемся режиме.

По результату обследования определены узлы, лимитирующие ресурс работы высокотемпературных циркуляционных вентиляторов, и подобраны

устройства охлаждения, снимающие избыточную тепловую нагрузку с ходовой части вентиляторов.

Шестая глава посвящена результатам промышленных исследований усовершенствованной печи теплового обезжиривания материала

8. Публикации и апробация

Основные научные результаты диссертации **Калганова М.В.** опубликованы в 10 печатных работах, в том числе 7 работ опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ.

Основные положения диссертационной работы **Калганова М.В.** доложены и обсуждены на международных конференциях.

9. Внедрение результатов диссертационной работы

Разработана и введенная в эксплуатацию печь на ПАО «Синарский трубный завод», которая обеспечила надежный процесс теплового обезжиривания материала при необходимой производительности за счет оптимизации конструкции печи, использования электронагревателей закрытого типа и применения циркуляционных высокотемпературных вентиляторов с устройствами охлаждения вала.

Также результаты работы целесообразно включить в учебные курсы, посвященные энергосбережению в промышленности, в которых следует отметить существенное преимущество разработанных энергосберегающих конструкций по сравнению с существующими.

10. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, изложена на 163 страницах машинописного текста и содержит 20 таблиц, 59 рисунков и список использованной литературы, содержащей 78 наименований.

11. Замечания и дискуссионные положения

1. Проводилось ли сравнение полученной зависимости по определению величины коэффициента теплообмена с зависимостями, полученными другими авторами? Какова корреляция между этими зависимостями?

2. Почему для выведенной зависимости, в качестве определяющего размера принят внешний диаметр? Проводились ли попытки в качестве определяющего размера принять средний диаметр или приведенный диаметр, как функция площади охлаждающего устройства? Если да, то какая получена сходимость результатов?

3. В чем принципиальное отличие разработанных устройств охлаждения от тех устройств, которые применяются различными производителями циркуляционных вентиляторов, т.ч. иностранных?

Заключение

Приведенные выше дискуссионные положения и замечания не имеют принципиального характера и не снижают научной и практической ценности диссертации.

В соответствии с аргументами, приведенными в пункте 6, содержание диссертации полностью соответствует специальности 05.16.02 – "Металлургия черных, цветных и редких металлов".

Считаю, что диссертация **Калганова М.В.** в соответствии с п.9 Положения о присуждении ученых степеней является завершенной научно - квалификационной работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. В работе впервые приведены результаты, позволяющие квалифицировать как решение новой задачи, имеющей существенное значение для повышения энергоэффективности технологий металлургического производства, а также для повышения срока службы отдельных элементов металлургической печи конвективного типа с циркулирующей газовой среды.

В работе изложены научно-обоснованные технические разработки, имеющие существенное значение для экономики отдельного предприятия, в частности, и для металлургической промышленности в целом. Диссертация отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор - **Калганов М.В.** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Официальный оппонент –
кандидат технических наук,
начальник производственно-технического отдела
ООО «Научно-производственная компания
«УралТермоКомплекс»

Вохмяков Александр Михайлович

*Александр Вохмяков А.М. удостоверяю
генеральный директор
ООО «УралТермоКомплекс»*

03.04.2019 г.

Карчев А.И.

620026, г. Екатеринбург, ул. Народной Воли, д. 65, оф. 304
Тел.: +7 (343) 253-57-62
E-mail: vam@termokomplex.ru