МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
(ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»)

1943

Проспект Ленина, 76, Челябинск, Россия 454080, тел./факс (351)267-99-00, http://www.susu.ru/, e-mail: info@susu.ru
ОКПО 02066724, ОГРН 1027403857568, ИНН/КПП 7453019764/745301001

_____ №_____

На № _____ от_____

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе
д.т.н., профессор
Дьяконов Александр Анатольевич

_____

«27» 02 2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Спитченко Данилы Ильича на тему: «Энергоресурсосберегающая технология нагрева и охлаждения поковок качественных сталей сложного профиля в нагревательных печах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы

Производство черных и цветных металлов во всем мире, в том числе и в России, является очень энерго- и ресурсозатратным. От совершенства конструкций металлургического оборудования и технологий получения сплавов и готовой продукции из них зависит качество изделий, их регламентированные свойства, экономичность и экологичность. Дальнейшее их совершенствование возможно либо в направлении нового строительства, либо по линии технического перевооружения. Новое строительство металлургических агрегатов является более затратным, чем их модернизация.

89170

FEDERAL STATE AUTONOMOUS EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION
«SOUTH URAL STATE UNIVERSITY (NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY)»
76, Lenin prospect, Chelyabinsk, 454080, Russia, Tel./fax: +7351267-99-00, http://www.susu.ru/, e-mail: info@susu.ru

В диссертационной работе Спитченко Данилы Ильича представлены результаты технического перевооружения металлургического агрегата, обеспечивающего новую энергоресурсосберегающую технология получения готовой продукции металлургического цикла ПАО «Уралмашзавод». Таковой готовой продукцией являются валки прокатных станов и роторы турбин.

В диссертационной работе представлено исследование работы нового оборудования, сконструированного и построенного под новую технологию обработки роторов турбин, представляющих сложную конструкцию в виде цилиндрического изделия различного диаметра по его длине. Разработанная конструкция вертикальной металлургической печи воплотила все последние достижения металлургической теплотехники: керамоволокнистая футеровка с низким коэффициентом теплопроводности, скоростные рекуперативные горелки для экологичного сжигания природного газа, совершенная система автоматического управления тепловым режимом печи. Таким образом, введенная в производство конструкция металлургической печи обеспечила высокие эксплуатационные показатели в части энергосбережения.

Вследствие введения в эксплуатацию новой конструкции вертикальной печи осуществлена новая ресурсосберегающая технология обработки готовой металлургической продукции, что подтверждено результатами комплексных исследований, подробно представленных в диссертационной работе. Отмеченное выше не вызывает сомнений в актуальности представленных в диссертационной работе материалов исследований.

Структура диссертации логична, материал представлен в нужной последовательности. Диссертационная работа изложена на 129 страницах, состоит из введения, 5 глав, заключения и имеет в составе 46 рисунков, 15 таблиц, список сокращений, список литературы из 89 наименований и 1 приложение.

Краткое содержание диссертации

Во введении сформулированы актуальность темы, степень разработанности, определены цели и задачи работы, дана оценка практической и научной значимости.

В первой главе приведен обзор современных конструкций металлургических печей и технологий тепловой обработки крупногабаритных изделий из качественных сталей. В первой главе представлены пути развития горелочных устройств и изоляционных материалов, и примеры наиболее успешного комплексного применения самых последних технологий тепловой обработки и достижений печестроения. Предложена новая технология тепловой обработки поковок роторов крупных турбин с использованием универсального теплового агрегата – топливной вертикальной термической печи. Проведенный литературный обзор показывает умение автора анализировать и систематизировать сведения по исследуемой проблеме.

Во второй главе дано подробное описание конструкции объекта исследования – камерной металлургической печи новой конструкции, даны ее технические характеристики. Приведены конструкция и принцип работы рекуперативной горелки, материалов футеровки печи. В данной главе также описаны обрабатываемые в печи изделия и особенности ее тепловой работы. В выводах автор резюмирует возможность использования описываемой металлургической печи для проведения новой технологии тепловой обработки поковок качественных сталей сложного профиля и заключает, что для проверки этого предположения необходимо проведение промышленного эксперимента и трехмерного моделирования газодинамики в рабочем пространстве печи.

В третьей главе приведено исследование теплообмена в вертикальной камерной печи при тепловой обработке поковки ротора турбины по предложенной технологии. Автор подробно описывает методику проведения эксперимента, перечень измеряемых параметров и места установки датчиков.

С использованием данных, полученных в ходе промышленного эксперимента, рассчитан внешний теплообмен между рабочим пространством печи и поверхностью поковки ротора турбины. Автор успешно справился с расчетной задачей, несмотря на сложную геометрию поковки ротора и сложный ступенчатый график нагрева изделия. Результатом расчетов являются полученные практические коэффициенты теплообмена, по значениям которых автор делает вывод о значительной доле конвекции при теплообмене в рабочем пространстве вертикальной печи.

В четвертой главе представлено моделирование процессов газодинамики в рабочем пространстве печи. Автор применил современный метод компьютерного моделирования с использованием пакета ANSYS, обоснованно отказавшись от определения характера движения и скоростей в действующей промышленной печи по причинам невозможности нарушения герметичности печи и сложности измерения характеристик газовых потоков при работе большого количества горелок. Результаты моделирования газодинамики в рабочем пространстве печи хорошо коррелируют с результатами расчета теплообмена, представленными в третьей главе.

В пятой главе описан расчет теплообмена при охлаждении поковки ротора турбины в рабочем пространстве печи. Предлагаемая в диссертационной работе технология характерна непрерывностью процесса тепловой обработки в рамках одного агрегата – сразу после высокотемпературной выдержки следует охлаждение струями воздуха, подаваемыми через рекуперативные горелки. Автор подтвердил эффективность предложенного способа регламентированного охлаждения, успешно справившись с усложняющей задачу особенностью. Воздух подается в печь через рекуперативные горелки и нагревается теплом отходящего из печи горячего воздуха. При этом температура воздуха, подаваемого в печь, постоянно падает по мере охлаждения печи и садки, что обеспечивает охлаждение, подобное обычной технологии охлаждения с печью и на воздухе, но с большей и регулируемой скоростью.

В заключении приведены основные научные и практические результаты диссертационной работы, а также перспективы дальнейшей разработки темы исследования.

Значимость результатов, полученных автором диссертации для науки:

1. Получены расчетные и экспериментальные зависимости газодинамики и теплообмена, позволяющие рассчитать тепловую работу вновь проектируемых вертикальных камерных металлургических печей, обеспечивающих качественный и производительный нагрев металлической продукции при обязательном условии энергоресурсосбережения.
2. Определено соотношение лучистой и конвективной составляющих сложного внешнего теплообмена при газодинамической структуре потока продуктов горения в рабочем пространстве печи, возникающей при одновременной работе рекуперативных горелок, расположенных в различных высотных отметках и создающих самостоятельные контуры циркуляции газов в горизонтальных плоскостях. Выявлено значение кратности циркуляции газов в отдельных плоскостях и в целом в рабочем пространстве печи.
3. Разработана расчетная модель определения коэффициентов конвективного теплообмена при охлаждении садки металла и футеровки печи на основе расчета теплового баланса режима охлаждения печи.

Значимость результатов, полученных автором диссертации для практики:

1. Доказана эффективность предлагаемой новой технологии нагрева и охлаждения крупных поковок из качественных сталей непрерывно в

одном тепловом агрегате, обеспечивающей значительное энергоресурсосбережение.

2. Освоена новая схема отопления вертикальной камерной печи, оснащенной скоростными рекуперативными горелками с системой автоматического управления процессом горения природного газа в импульсном режиме.
3. В процессе эксплуатации печи с новой технологией тепловой обработки крупногабаритной металлической продукции сложной формы подтверждена эффективность внедренных мероприятий, зафиксированная в отзыве ПАО «Уралмашзавод».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации.

Предлагаемая в данной работе конструкция металлургической камерной вертикальной печи и технология нагрева и охлаждения крупных поковок качественных сталей ввиду ее доказанной экономической эффективности рекомендуется к внедрению на металлургических и машиностроительных предприятиях.

Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования, выводов и рекомендаций основана на анализе данных, полученных в ходе длительной эксплуатации печи, подтверждается отзывом, полученным от ПАО «Уралмашзавод».

Теоретические и практические разработки диссертации могут использоваться в учебном процессе при подготовке инженеров-металлургов.

Соответствие паспорту научной специальности

Содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов, а именно его пунктам: «6. Газо- и аэродинамика в металлургических агрегатах», «7. Тепло- и массоперенос в низко- и высокотемпературных

процессах», «17. Материало- и энергосбережение при получении металлов и сплавов».

Замечания по работе.

Отмечая достаточно качественное оформление автореферата и диссертации, по содержанию работы следует отметить некоторые замечания:

1. По тексту диссертации автор неоднократно отмечает, что новая технология нагрева и охлаждения крупных поковок позволяет повысить качество продукции, показателем которого являются металлографические свойства изделия, однако эти характеристики в работе не приводятся.
2. Во второй главе (стр. 36) указано, что являющаяся объектом исследования камерная вертикальная печь после технического перевооружения была оснащена немецкими рекуперативными горелками. В связи с текущим трендом на импортозамещение, является ли это обоснованным? Существуют ли отечественные аналоги данных горелочных устройств?
3. На стр. 58 указано, что горелки печи работали в импульсном режиме «включено/выключено» и при прекращении подачи газа в горелку, в печь продолжал подаваться воздух в количестве 40% от номинального расхода на горение, что в итоге приводило к повышенному коэффициенту избытка воздуха в рабочем пространстве. Насколько оправдана такая работа горелок, приводящая к повышенному окалинообразованию садки?
4. В 4 главе, посвященной компьютерному моделированию газодинамики в рабочем пространстве печи, не обозначено явным образом, какой режим работы горелок использовался. Исходя из результатов, можно сделать вывод, что в модели все горелки работали одновременно тогда, как во второй главе сказано, что

горелки работали в импульсном режиме. Как данное допущение отразилось на достоверности результатов моделирования?

5. При расчете характеристик теплообмена при охлаждении поковки ротора, как отмечает автор, использовались экспериментальные данные по температурам поверхности бочки ротора, внутренней поверхности футеровки печи и подаваемого в печь воздуха охлаждения, которые представлены в таблице 5.2 (стр. 102). Однако эта таблица не содержит данных по температуре футеровки. Какая температура футеровки использовалась в расчетах?

Заключение. При общей оценке диссертационной работы следует отметить актуальность темы научную и практическую значимость. Обозначенные замечания не снижают общую положительную оценку работы, которая выглядит целостной и завершенной.

Теоретические и практические выводы диссертационной работы Спитченко Д.И. аргументированы и прошли апробацию на множестве конференций всероссийского и международного уровня. Основные положения диссертации опубликованы в 8 научных статьях, 2 из них в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК.

Автореферат и опубликованные материалы отражают текст диссертации. Работа оформлена в соответствии с требованиями ВАК России.

Диссертация Спитченко Данилы Ильича является самостоятельной, завершенной научно-квалификационной работой в которой решена актуальная задача – повышение производительности и качества выпускаемой продукции при одновременном сокращении затрат энергии и ресурсов, имеющая важное отраслевое значение. Не менее важно то, что результаты диссертационной работы успешно внедрены в производство на ПАО «Уралмашзавод». На основании вышеизложенного считаем, что диссертационная работа соответствует критериям, установленным в п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление

Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013г.), а ее автор, Спитченко Данила Ильич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Диссертационная работа и отзыв на нее рассмотрены и заслушаны на заседании кафедры «Промышленная теплоэнергетика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» (Протокол №_7_ от «_11_» _февраля_ 2019 г.).

Заведующий кафедрой
«Промышленная теплоэнергетика»,
к.т.н., доцент Осинцев Константин Владимирович

Ученый секретарь кафедры
«Промышленная теплоэнергетика»,
к.т.н., доцент Жиргалова Татьяна Борисовна

Почтовый адрес: Россия, 454080 Челябинск, пр. Ленина, 76,
аудитория 266, 268 главного корпуса
Телефон: +7 (351) 267-93-35
E-mail: pte@susu.ru

Подписи Осинцева К.В. и Жиргаловой Т.Б. удостоверяю
Начальник ОК Шинакова И.С.