

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель научно-технического
совета, генеральный директор

ОАО «ВНИИМТ»

д.т.н., профессор

— Л.А. Зайнуллин

2015 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» на диссертационную работу Титаева Александра Анатольевича «Совершенствование технологии нагрева горячедеформированных труб на основе анализа теплофизических процессов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 - Металлургия черных, цветных и редких металлов

Актуальность темы исследования

С учетом развитого в России сектора нефтегазодобычи, широко использующего трубную продукцию для извлечения и транспортировки органического сырья, повышению эффективности трубной отрасли в стране уделяется пристальное внимание. Сокращение издержек производства труб путем совершенствования различных технологических этапов продолжает оставаться актуальной задачей. В работе Титаева А.А. основное внимание уделено совершенствованию процесса нагрева труб на заключительном этапе их обработки с использованием научно обоснованного метода расчета теплофизических параметров процесса нагрева. Актуальность данной задачи возрастает в последние годы, что связано с вводом в производство новых современных нагревательных печей и целых цехов на многих трубных предприятиях страны. Устанавливаемое оборудование нуждается в наладке

и опробовании с учетом специфических для каждого предприятия особенностей производства (химический состав заготовок, производимый диапазон сортов).

Структура и содержание диссертационной работы

В работе последовательно и достаточно ясно изложены постановка задачи, теоретическое решение и внедрение в производство усовершенствований, направленных на повышение эффективности режимов нагрева труб на основе анализа теплофизических процессов, происходящих в печи.

Теоретические исследования направлены на совершенствование зонального метода расчета теплообмена излучением применительно к процессу нагрева труб в металлургических нагревательных печах, работающих на органическом топливе. Практическое внедрение результатов исследований осуществлено на методических печах с шагающими балками для нагрева труб в процессе их финишной обработки.

Диссертационная работа изложена на 165 страницах машинописного текста и содержит 38 рисунков и 27 таблиц. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка (66 источников отечественных и зарубежных авторов).

Введение диссертационной работы включает в себя описание актуальности проблемы, поставленной перед диссертантом, сформулированные цели и задачи, научную новизну, теоретическую и практическую значимость, методологию исследования, степень достоверности и апробации работы.

В главе 1 выполнен сравнительный анализ существующих методов расчета теплообмена излучением в нагревательных печах, указаны достоинства и недостатки каждого метода, сделан вывод о необходимости дополнительных усовершенствований зонального метода для расчета нагрева труб в пламенных печах. Рассмотрено существующее оборудование (печь для нагрева труб с шагающими балками). В качестве обоснования

целей и задач исследования выполнен анализ структуры производства за год с выделением режимов нагрева, не соответствующих рекомендациям технологов.

Глава 2 посвящена разработке усовершенствований зонального метода расчета теплообмена излучением. Последовательно изложены основные положения зонального метода, разработанные при участии автора модель излучения печной атмосферы, содержащей углекислый газ и пары воды, и метод расчета обобщенных угловых коэффициентов зон, основанный на дискретизации излучения по направлениям. Результаты исследования позволяют существенно упростить расчет теплообмена при нагреве труб в печи, использующей в качестве топлива природный газ.

В главе 3 приведена методика повышения эффективности нагрева труб, включающая в себя как один из этапов моделирование теплофизических процессов в печи. Описана построенная при участии автора модель печи для снятия остаточных напряжений в трубах. Для определения оптимальных параметров режима был сделан ряд расчетов нагрева труб повышенной эксплуатационной надежности (сталь 13ХФА). С учетом полученных результатов моделирования даны рекомендации по изменению режима, позволившие сократить объем повторных нагревов в 6 раз.

Глава 4 посвящена разработке конструктивных и алгоритмических усовершенствований, позволяющих повысить стабильность технологических параметров процесса: давления в печи, измеряемой температуры металла в печи. Для повышения качества управления давлением в печи предложен научно обоснованный метод управления давлением по содержанию кислорода в дымовых газах. Внедрение данного метода в производство позволило уменьшить объем подсосов холодного воздуха в печь до 7 раз, а массу окалина на трубах - до 12%. Определение оптимального расстояния от объектива монохроматического пирометра до металла позволяет уменьшить влияние помех на измеренное значение температуры металла.

Оценка внутреннего единства работы

Диссертация обладает внутренним единством, ясностью и непротиворечивостью изложения. Переход от теоретических изысканий к их практическому внедрению логически обоснован. Содержание автореферата в полной мере соответствует содержанию диссертации. Содержание всех разделов диссертации в краткой форме отражено в автореферате.

Научная новизна

В результатах диссертационной работы можно выделить следующие элементы научной новизны:

– в рамках усовершенствования зонального метода расчета теплообмена излучением были разработаны:

1. модель расчета излучения печной атмосферы, состоящей из продуктов сгорания органических топлив (диоксид углерода, водяные пары, азот), в основе которой лежит определение степени черноты газового слоя по аппроксимирующей формуле с настраиваемыми коэффициентами;

2. метод расчета угловых коэффициентов между поверхностными и объемными зонами, описывающими внутripечное пространство и нагреваемый металл, в основе которого лежит расчет дискретизированного по направлениям излучения от поверхностных зон;

– сформулирован и научно обоснован новый алгоритм управления давлением в печи с учетом содержания кислорода в отходящих продуктах сгорания, что позволяет минимизировать объем подсосов холодного воздуха в печное пространство;

– разработан научный подход к определению оптимального расстояния между объективом пирометра и поверхностью металла при измерении температуры металла монохроматическим высокотемпературным пирометром, что позволяет уменьшить ошибку измерения, вносимую запыленностью печной атмосферы.

Основные практические результаты

Практическая ценность работы заключается в создании на основе разработанной теоретической базы новых эффективных режимов нагрева труб в печах, отапливаемых природным газом. Полученные режимы позволяют с

высокой точностью выдержать параметры нагрева (температуру, время нагрева и выдержки), назначаемые технологами предприятия.

Сокращение величин отклонений данных параметров позволяет уменьшить объем повторных нагревов и увеличить производительность линии финишной обработки труб в целом. Внедрение результатов исследования позволило снизить объем повторных нагревов при обработке горячедеформированных труб из стали 13ХФА в 6 раз.

Практические усовершенствования конструкции печи, направленные на повышение стабильности режима давления в печном пространстве, позволили значительно улучшить эффективность отопления печи за счет уменьшения количества подсасываемого в печь холодного воздуха.

Защищаемые положения

Защищаемые в работе положения в полной мере обоснованы приведенными расчетами и состоят в следующем:

1. Оптимизация зонального метода моделирования теплообмена излучением для расчета нагрева труб: модель излучения печных газов при отоплении печи органическим топливом; метод расчета обобщенных угловых коэффициентов и взаимных поверхностей излучения для трехмерной геометрии системы “печь-трубы-продукты сгорания топлива”;

2. Методика определения допустимого диапазона параметров работы печи для получения заданного теплового режима нагрева горячедеформированных труб на основе анализа теплофизических процессов в печном пространстве с использованием математического моделирования процессов теплопереноса;

3. Результаты применения методики для совершенствования режима нагрева труб нефтяного сортамента из стали 13ХФА в нагревательной методической печи с шагающими балками;

4. Методика повышения эффективности использования нагревательной печи для снятия остаточных напряжений в металле в виде определения и использования зависимости между максимальной производительностью печи, поддерживаемой температурой в ней и температурой труб;

5. Схема установки и алгоритм стабилизации газодинамического режима в печи, основанный на анализе влияния возмущающих факторов (подсосов холодного воздуха, выбивания продуктов сгорания из окон печи).

Апробация результатов и публикации по теме исследования

Основные результаты диссертационной работы изложены в рецензируемых журналах металлургической направленности, сборниках трудов международных, российских и университетских конференций. По теме диссертации опубликованы 17 научных работ, из них 4 работы в журналах из рекомендованного списка ВАК России. Оформлен 1 патент на изобретение (способ управления давлением в печи).

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных в работе результатов подтверждена использованием современных сертифицированных и поверенных средств измерения технологических параметров, а также научно обоснованных методик расчета и анализа полученных результатов. Состоятельность предложенных конструктивных и алгоритмических решений подтверждена внедрением и опытом их успешной эксплуатации на производстве горячедеформированных груб на ОАО «Первоуральский Новотрубный Завод».

Соответствие диссертации указанной специальности

Анализ содержания диссертационной работы позволяет сделать вывод о том, что выполненные в ней исследования соответствуют формуле специальности 05.16.02 - Металлургия чёрных, цветных и редких металлов, а именно в части пунктов 7 - «Тепло- и массоперенос в низко- и высокотемпературных процессах», 10 - «Пирометаллургические процессы и агрегаты», 20 - «Математические модели процессов производства чёрных, цветных и редких металлов». Таким образом, диссертационная работа соответствует профилю диссертационного совета Д212.285.05 на базе ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина».

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

По оформлению диссертации замечаний нет.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания:

По главе 1:

1.1. Приведенное описание основных положений и преимуществ зонального метода расчета теплообмена излучением не объясняет в достаточной степени его выбор как базового для продолжения исследований. Отсутствуют количественные сравнительные характеристики этого и других методов.

По главе 2:

2.1. Неясно, ограничивается ли практическое применение разработанной модели излучения смеси газов рассмотренным типом печного отопления (природный газ), или может быть распространено на другие типы топлива.

По главе 3:

3.1. При моделировании нагрева труб в методической печи с шагающими балками не указаны типы и количественные характеристики граничных условий для каждой из поверхностных и объемных зон модели.

По главе 4:

4.1. Автором предложен новый способ поддержания давления внутри рабочего пространства печи с целью предотвращения подсосов атмосферного воздуха из окружающего пространства. Он заключается в измерение содержания свободного кислорода в уходящих дымовых газах под сводом печи. При этом могут возникнуть сложности в работе данной системы, т.к. кислород может появиться из-за сбоя в работе горелок (соотношение «газ – воздух»). По нашему мнению проще и надежнее давление в объеме печи устанавливать и поддерживать по интегрированному значению давления в нескольких точках на уровне пода печи. Это значение определяется в процессе пусконаладочных работ и поддерживается положением заслонки (шибера) в дымовом тракте без всяких дополнительных параметров и вычислительных операций.

Высказанные замечания не снижают ценности и практической значимости работы, а лишь указывают на возможность и направления дальнейшего развития проведенных исследований.

Заключение

Диссертация Титаева Александра Анатольевича «Совершенствование технологии нагрева горячедеформированных труб на основе анализа теплофизических процессов» является законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальных и важных для отрасли задач. Научная и практическая ценность работы подтверждена и отражена в имеющихся публикациях и путем внедрения результатов исследования в производство.

Диссертационная работа была обсуждена на семинаре лаборатории теплотехники и систем отопления нагревательных печей и на заседании научно-технического совета ОАО «Научно-исследовательский институт

металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ») (Протокол № 60 от 03.12.2015.

Диссертация полностью соответствует требованиям ВАК, паспорту специальности и п.9 Приложения о присуждении ученых степеней, а её Автор, Титаев Александр Анатольевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Директор по науке и технике

ОАО «ВНИИМТ», д.т.н.

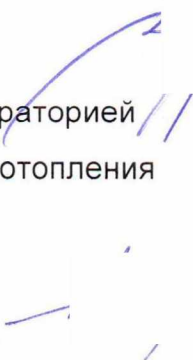

Геннадий Михайлович Дружинин

Зам.заведующего лабораторией

теплотехники и систем отопления

нагревательных печей

ОАО «ВНИИМТ», к.т.н.


Александр Анатольевич Ашихмин

03.12.2015

Адрес: 620137, Россия, г. Екатеринбург, ул. Студенческая, 16

Тел.: +7 (343) 374-03-80, E-mail: aup@vniimt.ru