

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Сеничкина Бориса Кронидовича
на диссертационную работу **Попова Евгения Владимировича**

" Исследование и разработка энергоэффективной технологии нагрева
металла и конструкции нагревательной печи",

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 05.16.02 – "Металлургия чёрных, цветных и редких металлов"

1. Актуальность темы

В металлургической промышленности остро обозначена проблема снижения топливно-энергетических затрат на производство продукции. Эта задача может быть решена только при комплексном подходе к проблеме. Решение задачи может осуществляться различными методами. Один из них изложен в диссертационной работе **Попова Е.В.**, где автору удалось, на наш взгляд, подойти к решению вопроса с научной точки зрения.

Актуальность представленной диссертационной работы определяется решением ряда задач реализации энергетически благоприятных режимов работы нагревательных печей.

Оборудование, используемое в металлургической и машиностроительной отраслях, имеет длительный срок эксплуатации. Реконструкция его началась лишь 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 экономии топлива. Поэтому одним из наиболее актуальных направлений совершенствования технологического режима нагрева металла является модернизация печного парка заводов.

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 до 15-20%. Кроме того, данные производства по сравнению с наиболее совершенными зарубежными аналогами имеют большой потенциал энергосбережения – до 25%, причем его большая часть кроется в модернизации теплотехнологических агрегатов, применения современных топливосжигающих устройств и внедрения автоматизированных систем управления тепловыми режимами печей.

Исходя из этих соображений, автор в диссертационной работе в качестве объекта исследования выбрал проходную печь, оснащенную скоростными рекуперативными горелками.

В связи с вышеизложенным можно констатировать, что тема диссертационной работы **Попова Евгения Владимировича** "Исследование и разработка энергоэффективной технологии нагрева металла и конструкции нагревательной печи", является **актуальной**.

2. Новизна проведенных исследований и полученных результатов

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

1. Впервые разработана математическая модель для расчета температурного поля с учетом длительных остановок печи, процессов окалинообразования, теплоты фазового перехода перлит-аустенит и его влияния на теплопроводность и теплоемкость металла.

2. Впервые предложен метод расчета параметров разводки глоссажных труб, основанный на расчетах температурного поля внутри нагреваемой заготовки и предложена методика по устранению «темных пятен».

3. Предложена методика расчета окалинообразования при нагреве металла в толкательной печи, позволяющая оценить угар с учетом особенностей температурно-теплового режима.

4. Разработана математическая модель расчета теплообмена излучением, впервые позволяющая учесть циркуляцию продуктов сгорания через рекуперативные горелки и режим импульсного сжигания топлива (режим незатухающих колебаний).

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 математического моделирования, а также современной методикой измерения параметров процесса нагрева металла современными стационарными и переносными приборами, прошедшими государственную поверку, что определило достоверность полученных результатов.

4. Научная значимость результатов диссертации

Значимость для науки результатов исследований определяется следующими научными результатами

1. Научный интерес представляет разработанная математическая модель для расчета температурного поля по сечению заготовки при нагреве металла учёт важных факторов, влияющих на нагрев металла:

- ✓ длительные остановки печи;

- ✓ процессы окалинообразования;
- ✓ влияние на теплопроводность и теплоемкость нагреваемого металла теплоты фазового перехода перлит-аустенит.

2. Научный интерес представляет и впервые предложенная методика расчета параметров разводки глассажных труб, основанная на расчетах температурного поля внутри нагреваемой заготовки и устранение «темных пятен», образующихся на нагреваемом металле.

3. Разработана математическая модель расчета теплообмена излучением на основе скорректированного уравнения теплопроводности (концепция С.Н. Шорина), впервые позволяющая учесть циркуляцию продуктов сгорания через рекуперативные горелки и режим импульсного сжигания топлива (режим незатухающих колебаний).

5. Практическая значимость результатов работы

Основная практическая ценность результатов работы заключается в вероятном повышении качества нагреваемого металла, снижении угара и в возможном (реальном) энергосберегающем эффекте при внедрении результатов диссертационной работы.

Дополнительную ценность для практики представляют проведенные автором исследования тепловой работы промышленной печи для нагрева заготовок рельсовых накладок, в процессе которых получены новые экспериментальные данные по динамике нагрева, термической неоднородности и окалинообразованию. Практической значимостью данной работы являются пусконаладочные и режимно-наладочные работы, выполненные на промышленной печи, подтвердившие соответствие фактических показателей тепловой работы проектным, а, следовательно, и адекватность разработанной математической модели.

6. Заключение о соответствии диссертации установленным критериям

Кандидатская диссертация **Попова Е.В.**, полностью отвечает критериям, которые предусматривает для таких квалификационных работ «Положе-

ние о порядке присуждения ученых степеней», утвержденное Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 января 2002 г. №74. В ней реализованы следующие принципы соответствия:

- содержание диссертации полностью соответствует заявленным в работе целям и задачам;
- автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации;
- печатные работы **Попова Е.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 **Попова Е.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, указана её научная новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу существующих конструкций печей толкательного типа и особенностям их работы, систем их отопления. В данной главе сформулированы задачи, поставленные для решения в диссертационной работе.

Во второй главе представлены результаты разработки и обоснования концепции печи для нагрева заготовок рельсовых накладок. Обоснована концепция конструкции нагревательной печи обеспечивающей технологические требования по нагреву заготовок при минимизации стоимости строительства и нагрева.

В третьей главе приведено описание методики исследования, особенностей нагрева заготовок в многозонных толкательных печах. Проведен анализ влияния температуры металла на теплоёмкость и теплопроводность некоторых марок сталей. Представлены разработанные алгоритм и математическая модель теплового состояния заготовки с учетом изменения теплофизических свойств стали в период фазовых превращений.

Приведены результаты исследований влияния водоохлаждаемых устройств (глиссажных труб) на термическую неоднородность металла. Представлена методика выбора рациональных параметров разводки опорных устройств, влияние длительного незапланированного простоя на процессы нагрева металла при двух режимах изменения температуры греющей среды: с использованием подстуживания поверхности заготовки и без подстуживания.

В четвертой главе приведены результаты исследования тепловой работы толкательной печи для нагрева заготовок рельсовых накладок, учитывающие импульсную систему регулирования тепловой мощности, а также динамику нагрева накладки и угар металла.

8. Публикации и апробация

Основные научные результаты диссертации **Попова Е.В.** Основное содержание диссертационной работы изложено в 10 научных статьях, из них 3 работы опубликованы в изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки РФ. Положения и результаты диссертации докладывались **Поповым Е.В.** на 2-х международных, одной Всероссийской конференциях и 2-х конгрессах прокатчиков.

9. Внедрение результатов диссертационной работы

Проведенный промышленный эксперимент, выполненный на проходной толкательной печи ОАО «Нижнесалдинский металлургический завод» г. Нижняя Салда является результатом внедрения **диссертационной работы**

Попова Е.В., а полученные результаты могут быть использованы при выполнении предпроектной проработки новых конструкций нагревательных печей, в том числе, работающих с частыми простоями печей.

Также результаты работы целесообразно включить в учебные курсы «Металлургическая теплотехника», предусматривающие выполнение курсовых проектов нагревательных печей.

10. Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, изложена на 152 страницах машинописного текста и содержит 12 таблиц, 71 рисунок, 4 приложения и список использованной литературы, содержащий 76 наименований. Общий объем работы составляет 152 страницы машинописного текста.

11. Замечания и дискуссионные положения

1. Непонятно отличие результатов расчётов коэффициентов теплопроводности сталей 1X18H9T и 2X13, рассчитанных по формулам (3.12), (3.13) и представленных на рис. 3.3 от общеизвестных.

2. Автор при проведении расчётов и анализа результатов не использует понятие «массивности» нагреваемой заготовки, а учитывает ли «массивность» математическая модель нагрева, из модели не видно.

3. Автор существенное внимание уделяет процессам образования окалина на поверхности накладки. Однако на качество накладки, как конечного продукта, окалина практически не оказывает и количество её незначительно. Следовало бы показать, что эти результаты будут весьма полезны для мощных печей, высокой производительности.

Заключение

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

