

## Отзыв

**на автореферат диссертации Кондрашенко Станислава Игоревича «Исследование и разработка способа нагрева стальной ленты струями высокотемпературного азота», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»**

Нагрев металла как перед обработкой его давлением, так и с целью проведения различных видов термической и термохимической обработки готовых изделий является важнейшей операцией, от которой зависят как себестоимость производства готовой продукции, так и её эксплуатационные свойства. С этой точки зрения поиск наиболее энергоэффективных способов нагрева и разработка на их основе нагревательных устройств, обладающих низкой тепловой инерционностью, высокой точностью поддержания необходимого температурного режима, более простой конструкцией является актуальной задачей. Диссертационная работа Кондрашенко С.И. направлена как раз на решение такой задачи и поэтому ее актуальность не вызывает сомнений.

Как следует из автореферата диссертации, автор подробно проанализировал существующие способы нагрева и конструкции нагревательных устройств для нагрева стальной ленты, их положительные стороны и недостатки и предлагает использовать для этих целей струйный конвективный нагрев. Использование такого вида нагрева в печной теплотехнике ведется уже достаточно длительное время и особенно в печах машиностроительной отрасли. Главной заслугой автора является идея объединить в одном газообразном агенте – азоте две функции – функцию греющей среды и функцию защитной атмосферы, что позволяет отказаться от производства и использования в процессе нагрева специальной защитной атмосферы. Таким образом, основой предлагаемого в работе способа нагрева стальной ленты является сочетание перспективного струйного конвективного нагрева с использованием, с одной стороны, азота как газа-теплоносителя, с другой стороны – азота как защитной среды. Такой способ нагрева представляется вполне обоснованным, работоспособным и перспективным.

В автореферате диссертационной работы автором последовательно изложены основные результаты исследований, их анализ и выводы, научная и практическая значимость результатов исследования. Следует отметить, что все численные исследования были проведены на основе разработанных автором моделей, которые, в свою очередь, базируются на современных научных положениях, описывающих процессы движения жидкостей и газов и процессы переноса теплоты. Последнее обстоятельство обосновывает достоверность полученных результатов исследований. Важно отметить, что в

разработанных численных моделях расчетов газодинамики и теплообмена была учтена зависимость теплофизических свойств азота от его температуры, что во многом определяет картину движения азота в тонком пристеночном пограничном слое у поверхности нагреваемого металла, интенсивность конвективной теплоотдачи и степень раскрытия струи после истечения газа из сопла.

Наряду с численными исследованиями аэродинамики и теплообмена автором были проведены экспериментальные исследования, целью которых являлось подтверждение обоснованности выбора расчетной схемы перехода струйного течения в веерный поток. В ходе этих экспериментов были определены также характерные кривые изменения плотности теплового потока по мере развития течения в направлении от критической точки. Результаты экспериментальных исследований были использованы при решении задачи нагрева самого металла. В этой части работы можно отметить оригинальность методики расчета величины плотности теплового потока, необходимой для решения внутренней задачи нагрева металла.

Как известно, одной из особенностей струйного конвективного нагрева и его расчета является неравномерность граничных условий по радиусу области взаимодействия струи с поверхностью металла. Это обстоятельство приводит к тому, что при нагреве термически тонких тел появляется процесс переноса теплоты теплопроводностью в радиальном направлении. Неучёт этого процесса при расчете нагрева металла может привести к ошибочным результатам. Автор, как это следует из автореферата, учел эффект теплопроводности в радиальном направлении, что является также достоинством этой работы.

В диссертационной работе, как это следует из автореферата, проводились исследования как для случая одиночной струи, так и для случая системы струй, при этом для обоих случаев рассматривались вопросы как аэродинамики, так и теплообмена. Такой подход следует оценить как наиболее правильный, поскольку для таких сложных течений теплообмен между греющей средой и металлом определяется исключительно характером движения газовой среды (азота).

В целом можно отметить, что автореферат содержит все необходимые для диссертации разделы, изложен хорошим научно-техническим языком с обоснованной формулировкой цели и задач исследования, научной новизны и практической значимости.

Оценивая положительно диссертационную работу, хотелось бы высказать следующие замечания

1. В автореферате недостаточно подробно изложена конструктивная проработка нагревательного устройства, реализующего разработанный и исследованный способ нагрева стальной ленты.
2. Автор, как это следует из автореферата, не анализировал влияние теплоограждающей футеровки и её теплофизических свойств на нагрев стальной ленты. Следовало бы каким-либо образом оценить роль футеровки при тепловой работе нагревательного устройства.
3. В автореферате отсутствует оценка влияния химических примесей в технически чистом азоте на качество поверхности нагретой ленты.
4. Целесообразно пояснить противопоставление теплотехнической функции газа как носителя теплоты для нагрева ленты и технологическую функции газа как защитной атмосферы. Есть основания полагать, что и та и другая функции являются технологическими, поскольку обеспечивают проведение технологического процесса – в данном случае безокислительного нагрева.

Все вышеприведенные замечания не снижают в целом положительной оценки диссертационной работы Кондрашенко С.И. Диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне, результаты исследования имеют научную и практическую значимость.

Диссертационная работа «Исследование и разработка способа нагрева стальной ленты струями высокотемпературного азота» соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Соискатель Кондрашенко С.И. достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Заместитель начальника отд. 023/3

АО «НИИ «Полус» им. М.Ф. Стельмаха»,

кандидат технических наук по специальности 05.16.02

«Металлургия черных, цветных и редких металлов»

10.02.20  Капитанов В.А.

Подпись Капитанова В.А. удостоверяю.

Ученый секретарь АО «НИИ «Полус» им. М.Ф. Стельмаха»

 Кротов Ю.А.

