

## ОТЗЫВ

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

Предложенное автором работы использование в качестве теплоносителя высокотемпературного азота позволяет обойтись без специализированной защитной атмосферы. Качество получаемой при этом стальной ленты повышается, время нагрева уменьшается, энергоэффективность производства повышается. В условиях общемирового повышения цен на топливно-энергетические ресурсы, диссертационная работа Кондрашенко С.И., направленная на исследование и разработку безокислительного способа нагрева стальной ленты струями высокотемпературного азота является актуальной.

В настоящей работе рассмотрены методы нагрева металла струями перед операциями обработки металла давлением, термообработки и термохимической обработки, а именно: струйно-факельный нагрев (нагрев горящими струями), нагрев горячими струями, импульсно-скоростной нагрев. Разработаны численные модели для исследования структуры, полей скорости и температуры одиночной струи и системы струй, взаимодействующих с поверхностью. На основании численных экспериментов проведен анализ полей плотности теплового потока, подводимого к поверхности стальной ленты, и температурных полей нагреваемого металла. Проведена оценка влияния перетока теплоты в радиальном направлении за счет теплопроводности на равномерность распределения температуры в зоне взаимодействия струи с металлом. Проведены экспериментальные исследования по физическому моделированию взаимодействия высокотемпературного струйного потока с плоской поверхностью на разработанной соискателем установке. Предложена методика расчета характеристик веерного потока, формирующегося после взаимодействия струи с поверхностью. Представлено практическое использование результатов проведенных исследований: использование струй высокотемпературного азота в существующей технологии нагрева при термообработке стали на протяжных печах. Все вышеизложенное позволяет утверждать, что автором сформулирована и проведена важная практически значимая научно-исследовательская работа, одновременно имеющая и определенную научную значимость.

Достоверность представленных результатов подтверждается результатами численного моделирования и экспериментальными исследованиями. Научная новизна работы заключается в разработке способа нагрева стальной ленты в процессе ее термообработки струями высокотемпературного азота, отличительной особенностью которого является использование нагретого азота, выполняющего одновременно две функции – теплотехническую и технологическую, а также в разработке методики расчета конвективного теплообмена при струйном нагреве, в которой определяющими факторами являются параметры веерного потока: распределение скорости движения азота в пограничном слое, профили температур в веерном потоке, толщина веерного потока. Методика основана на использовании введенных понятий «энергодинамический потенциал потока» и «энергодинамическая мощность потока». На основании промышленных данных, разработана схема устройства для нагрева ленты

высокотемпературными струями азота, позволяющая сократить время нагрева, снизить капитальные затраты и сократить удельный расход топлива. Основные результаты, положения и выводы диссертации изложены в приведенных публикациях и соответствуют содержанию диссертации. Результаты и рекомендации, изложенные в работе, приняты для использования при проектировании, реконструкции и строительстве установок струйного нагрева в ООО «КОМАС», являющемся одним из крупнейших предприятий проектирования и производства устройств струйного нагрева, что подтверждает ее высокую практическую значимость.

Диссертация Кондрашенко С. И. на тему «Исследование и разработка способа нагрева стальной ленты струями высокотемпературного азота» представляет собой законченную научно-квалифицированную работу на актуальную тему, выполненная автором на высоком научном и методическом уровне. Основные результаты работы опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

По автореферату можно сделать следующие замечания:

1. В материалах автореферата диссертации ничего не сказано о химической чистоте азота. Наличие химических примесей в техническом азоте может влиять на качество поверхности стальной ленты.
2. Следовало бы больше внимания в работе уделить вопросам химического взаимодействия высокотемпературного азота с элементами конструкций нагревательных устройств (устройство для нагрева самого азота, подводящих и отводящих трубопроводов и др.).
3. В автореферате не проанализированы вопросы герметизации нагревательных устройств и выбора огнеупорных материалов для их футеровки.

Несмотря на высказанные замечания представленная диссертационная работа производит положительное впечатление и не вызывает сомнений в правильности защищаемых положений, выводов и рекомендаций.

Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, принятого в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а ее автор Кондрашенко Станислав Игоревич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Д.х.н., профессор кафедры  
химической технологии  
керамики и огнеупоров  
РХТУ им. Д.И. Менделеева

  
(дата, подпись)

А.В. Беляков

Подпись Белякова А.В.  
подтверждаю:

Ученый секретарь



Н.К. Калинина

13.01.2020

125047, Российская Федерация, ГСП, Москва, А-47, Миусская пл., д. 9, РХТУ им. Д.И.Менделеева, профессор кафедры ХТКиО, Беляков А.В.  
[av\\_bel@bk.ru](mailto:av_bel@bk.ru), 7.903 1118983