



Публичное акционерное общество
«НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»

ПАО «НЛМК», пл. Metallургов 2, г. Липецк, 398040
тел.: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11
e-mail: info@nlmk.com | www.nlmk.com

18.08.2023 № 1/395-45-УСХ Дис. совет 24.2.324.01 на базе ФГБОУ ВО
«Магнитогорский государственный технический
На № 485 от 04.08.2023 университет им. Г.И. Носова»
пр. Ленина. 38, г. Магнитогорск, 455000

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Манашева Ильдара Рауэфовича на тему «Научно обоснованные технические и технологические решения для создания СВС-технологии производства композиционных легирующих и огнеупорных материалов при утилизации мелкодисперсных ферросплавов» по специальности 2.6.2. – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Работа посвящена решению актуальной проблемы для отечественных ферросплавных предприятий – энергоэффективной и экологически чистой переработке ферросплавных пылей и других дисперсных некондиционных материалов, позволяющих обеспечить максимально полное извлечение ценных компонентов из этих материалов в процессе их утилизации.

Основные научные и практические результаты заключаются в следующем:

В работе впервые выполнен термодинамический анализ и расчет адиабатических температур СВС-процессов нитридообразования циклонных пылен и отсевов ферросплавов, образующихся на отечественных ферросплавных заводах (ферросилиция, ферросиликомарганца, ферросиликохрома, низко и высокоуглеродистого феррохрома и феррованадия). Показана возможность утилизации вышеуказанных материалов (за исключением высокоуглеродистого феррохрома) путём азотирования в режиме фильтрационного горения, а также переработки в режиме безгазового горения других некондиционных материалов, таких как шламы карбида бора и счистка с реторт титановой губки в композиционные борсодержащие антиоксиданты для углеродсодержащих огнеупоров.

Расчеты подтверждены в лабораторных и промышленных экспериментах в СВС-реакторах. Определены требования к исходным материалам и основные закономерности их нитридообразования.

Разработан новый опытно-промышленный проточный СВС-реактор объёмом 0,05м³, обладающий возможностью проведения процесса синтеза в спутном потоке или противотоке реагирующего или инертного газа. Организация режима спутного продува порошковой шихты позволяет достигать сверхадиабатический разогрев и синтезировать продукты с низкой энтальпией образования, которые невозможно получить в обычном СВС-реакторе без использования внешних источников энергии. Впервые установлена возможность азотирования в режиме спутного горения порошков низкоуглеродистого феррохрома с размером частиц до 400 мкм без использования внешних источников теплоты, с получением спёков нитрида феррохрома массой до 120 кг. Определены закономерности горения таких

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И.Носова»
за № _____
Дата регистрации <u>29.09.2023</u>
Фамилия регистратора _____



порошков и установлены зависимости содержания азота в продукте от расхода реагирующего газа и давления в проточном реакторе.

Разработана и внедрена комбинированная технология микролегирования азотом и ванадием рельсовой и конструкционной сталей в конвертерном цехе «ЕВРАЗ НТМК». Новая технология основана на использовании при выплавке стали СВС-нитрида феррованадия, полученного из отсевов феррованадия, в сочетании с продувкой расплава азотом через донные пробки сталковша в процессе ковшевой обработки.

Разработана новая СВС-технология утилизации мелкодисперсных ферросплавов, отличающаяся минимальным потреблением электроэнергии (<600 кВтч/т), экологической безопасностью, ввиду отсутствия твердых отходов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также отсутствием потерь утилизируемых материалов в процессе переработки. На базе разработанной технологии в НТПФ «Эталон» освоен выпуск азотированных ферросплавов и композиционных материалов на основе нитридов и боридов для огнеупорного и сталеплавильного и производств.

Разработаны композиционные бор и азотсодержащие антиоксиданты на основе диборида титана (Boг'Т1Х ММ), нитрида бора (НИТРО-БОРАЛ НБ-1) и нитрида кремния (НК-2), синтезированные в результате СВС-переработки некондиционных материалов в виде шламов карбида бора, циклонной пыли технического кремния, счистки с реторт титановой губки, а также порошкообразного борного ангидрида и вторичного алюминия. Новые антиоксиданты испытаны в составе ковшевых периклазуглеродистых изделий марки «ПУТТК Ш» производства ООО «Огнеупор». Лучшие результаты по шлакоустойчивости, окисляемости и физико-механическим свойствам показаны образцами, содержащими композиционный материал на основе диборида титана марки Boг'ПХ ММ. В результате проведенных лабораторных исследований рекомендовано проведение опытно-промышленных испытаний периклазуглеродистых изделий, содержащих композиционные СВС-антиоксиданты, в составе футеровки сталеразливочных ковшей и сталеплавильных агрегатов.

Разработаны новые лёточные и желобные массы для доменного производства путём модифицирования традиционных огнеупоров композиционными материалами на основе нитрида кремния, синтезированными в результате СВС-утилизации циклонных пылей ферросилиция и технического кремния. Проведённые лабораторные испытания показали, что модифицированные лёточные и желобные массы обладают повышенными прочностными свойствами после термообработки в восстановительной среде и меньшей открытой пористостью. В условиях ООО «Динур» освоено производство лёгочной массы марки ВГМЭ-308М, модифицированной композиционным нитридом кремния на ферросилицидной связке марки КеГгахт. Новая лёгочная масса успешно прошла опытно-промышленные испытания и внедрена в доменном цехе ПАО «ММК», где серийно применяется, начиная с 2020 г., на всех доменных печах.

На основании проведенных исследований и разработанных научно-технических решений создана и внедрена энергосберегающая и экологически чистая СВС-технология производства композиционных легирующих и огнеупорных материалов на основе нитридов и боридов при утилизации мелкодисперсных ферросплавов и других некондиционных материалов. Выпускаемые в условиях НТПФ «Эталон» композиционные материалы используются для обеспечения потребностей отечественных производителей огнеупоров, предприятий черной и цветной металлургии, производителей шлифовального и режущего инструмента. Созданное производство вносит значительный вклад в технологическую независимость страны, что



отмечено на государственном уровне премией Правительства РФ в области науки и техники за 2019 год.

В диссертационной работе решена имеющая важное хозяйственное значение научно-техническая проблема создания энергосберегающей и экологически чистой СВС-технологии производства композиционных легирующих и огнеупорных материалов при утилизации мелкодисперсных ферросплавов, образующихся в больших количествах на отечественных ферросплавных заводах. Автор, Манашев Ильдар Рауэфович, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.2. – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Директор Дирекции по разработке новых технологий процесса, к.т.н.



Ковалев Денис Анатольевич

Руководитель экспертного направления Дирекции по развитию новых технологий процесса к.т.н. по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Дагман Алексей Игорьевич

Я, Ковалев Денис Анатольевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе _____

(подпись)

Я, Дагман Алексей Игорьевич, согласен на автоматизированную обработку персональных данных, приведенных в этом документе _____

(подпись)

Наименование организации: Публичное акционерное общество «НОВОЛИПЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»
Почтовый адрес: 398040, г. Липецк, пл. Metallургов 2
Телефон: +7 (4742) 44 42 22 | факс: +7 (4742) 44 11 11
Адрес электронной почты: info@nlmk.com