

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Тютрина Андрея Александровича на диссертацию Крылова Кирилла Андреевича на тему: «Формирование структуры и свойств электродов руднотермических печей при прокатке и термофизическом воздействии», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Используемый для производства электродной продукции углеродный материал во многом определяет свойства и эксплуатационные характеристики будущих углеграфитовых электродов, а качество углеграфитового материала напрямую зависит от его микроструктуры. Повышение эффективности плавки в металлургических агрегатах возможно за счет повышения качества используемых углеграфитовых электродов, что подтверждается накопленным опытом металлургической промышленности и большим количеством опубликованных научных исследований, однако предлагаемые решения не позволяют решить главную проблему - повысить качество уже доступного и дешевого углеродного сырья, а именно качество рядового нефтяного кокса. Нефтяной кокс, производимый на российских НПЗ, не покрывает всю потребность в углеродном сырье для отечественного производства высококачественной электродной продукции. Во многом это связано с недостаточной изученностью проблемы, поэтому необходимы дополнительные исследования структуры и свойств нефтяных коксов, изучения свойств электродов в зависимости от происхождения кокса и технологии подготовки электродной массы. Исходя из этого, диссертационное исследование Крылова К.А., направленное на разработку способов формирования структурированной электродной массы для производства углеграфитовых электродов руднотермических печей кремниевого производства, является **актуальным**.

Для решения поставленных задач автором проведен аналитический обзор проблемы производства электродной массы для производства углеграфитовых электродов для металлургических агрегатов. Выполнен комплекс экспериментальных исследований образцов электродных масс и образцов электродов, полученных из этих масс, включая лабораторный эксперимент по карботермическому восстановлению металлургического кремния методом имитационной руднотермической плавки. В результате проделанной работы соискателем разработан комплекс мер переработки нефтяных коксов в структурированную электродную массу для производства электродов с высокими эксплуатационными характеристиками при использовании в руднотермических печах.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в комплексном исследовании структуры и свойств нефтяного кокса, математической модели прокаливания нефтяного кокса, учитывающей кинетические особенности этого процесса в трубчатой вращающейся печи, а также научно обоснованном эффекте от термофизической обработки электродной массы.

Теоретическая значимость заключалась в разработке фундаментальных основ механизма формирования анизотропной структуры электродной массы при термофизическом воздействии. Были изучены перспективные методики комплексной переработки нефтяных коксов, показаны результаты кинетического, РФА и SEM

ОТЗЫВ

ВХ. № 9- 412 от 27.11.23
АУ УС

анализов, ИК-спектроскопии и математического моделирования полученных при исследовании отобранных проб нефтяных коксов.

Практическая значимость проведенных автором исследований состоит в предложенной методологии поиска оптимальных условий для проведения процедуры обжига конкретного сорта кокса в трубчатой вращающейся печи (свидетельство на программу ЭВМ №2021665019), даны рекомендации по поиску оптимального размера гранулы нефтяного кокса, обеспечивающего равномерный прогрев кокса как в объеме коксовой шихты, так и в отдельно взятой грануле материала. Разработана технология получения структурированных углеграфитовых электродов для руднотермических печей и установлены наилучшие параметры для проведения термофизической обработки электродной массы, что подтверждается патентом РФ на изобретение №2784238. Также практическая значимость работы подтверждается актом внедрения результатов диссертационной работы в производственную деятельность АО «СоюзЦМА».

Степень достоверности результатов исследования обеспечена соответствием фундаментальным закономерностям теории металлургических процессов, базовым положениям технологии производства углеграфитовых электродов и руднотермической плавки, при использовании экспериментальных методов исследования. Достоверность результатов подтверждается корректностью постановки и проведения теоретических и экспериментальных исследований, апробацией основных положений диссертации в публикациях и выступлениях автора на всероссийских и международных научных конференциях. Обоснованность научных положений, а также выводов и рекомендаций, изложенных в диссертации, подтверждена обширными аналитическими и экспериментальными исследованиями с применением современного высокоточного оборудования. Выводы и заключение имеют четкие формулировки, вытекающие из содержания диссертационной работы, и обладают логической завершенностью.

Результаты диссертационного исследования в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе в 3 статьях - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получены 1 патент на изобретение и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат полностью отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, отличается научным стилем и логичностью изложения, материал хорошо структурирован, выдержан по форме и объему.

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и списка используемой литературы из 170 наименований. Общий объем работы - 146 страниц, в том числе 22 таблиц, 55 рисунков, 3 приложений на 4 страницах.

В целом, диссертационная работа написана грамотно, хорошим научным языком и содержит все необходимые элементы, предусмотренные правилами оформления этого документа. Изложенные суждения позволяют считать теоретические и практические результаты диссертации не вызывающими серьезных возражений.

По содержанию работы имеются следующие замечания и вопросы:

1. Почему испытания полученных углеродистых электродов проводились до 1650 °С, ведь в руднотермической печи в объёме очага тепловыделения температура достигает 2550-2600 °С и более?

2. Апробация результатов диссертационной работы ограничена только мероприятиями в г. Санкт-Петербург.

3. При обработке нефтяного кокса в трубчатой печи имеет место газовый поток и значительный пылевынос, при том что размер частиц материала предлагается менее 3 см. Учитывался ли этот фактор и какие мероприятия для снижения пылевыноса можно предложить?

4. Как повлияет использование предлагаемых углеродистых электродов на расход электродов и электроэнергии в сравнении с действующим производством?

Вывод: Указанные выше замечания не снижают достоинств представленной диссертационной работы. Диссертационная работа Крылова К.А. представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, в которой содержится решение проблемы, имеющей важное теоретическое и практическое значение для металлургической отрасли.

Диссертационная работа «Формирование структуры и свойств электродов руднотермических печей при прокатке и термофизическом воздействии», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук: по специальности 2.6.2 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов» полностью отвечает требованиям раздела 2 «Положения о присуждении ученых степеней» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 20.05.2021 * № 953 адм, а её автор - Крылов Кирилл Андреевич - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Доцент кафедры «Металлургии
цветных металлов» к.т.н, доцент

А.А. Тютрин

Тютрин Андрей Александрович

Подпись *Тютрин А.А.*

20.11.2023г.

ЗАВЕРЯЮ

Общий отдел ФГБОУ ВО «ИрНТУ»

Сведения об официальном оппоненте:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет»

Почтовый адрес: 664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 83.

Официальный сайт в сети Интернет: <https://www.istu.edu/>

эл. почта: an.tu@inbox.ru телефон: +7 (3952) 40-53-63

