

## **О Т З Ы В**

официального оппонента, кандидата технических наук, **Савченкова Сергея Анатольевича** на диссертацию **Габдулхакова Рената Раилевича** на тему: «Разработка технологии графитированных электродов для дуговых сталеплавильных печей при полимерной модификации сырья игольчатых коксов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

### **1. Актуальность темы диссертации**

Россия является одним из мировых лидеров производства стали. При этом около 26 % стали производится методом электротермии в дуговых сталеплавильных печах (ДСП). В свою очередь, графитированные электроды являются важным элементом ДСП при производстве стали и сплавов, причем ключевым сырьем для производства графитированных электродов ДСП высокой мощности является высокоструктурированный углеродный материал – игольчатый кокс. Стоит отметить, что на данный момент потребность сталеплавильных производств России в игольчатом коксе составляет около 100 тыс. тонн ежегодно, однако весь требуемый объем в виде прокаленного игольчатого кокса для производства электродов импортируется из-за рубежа, что является серьезным препятствием для развития рынка графитированных электродов в стране, и, соответственно, для решения задач по повышению эффективности работы ДСП. В этой связи, разработка и внедрение технологии производства графитированных электродов для дуговых сталеплавильных печей при полимерной модификации сырья игольчатых коксов, с учетом наличия сырьевой базы в стране, несомненно, является актуальной задачей для металлургического сектора российской экономики.

### **2. Научная новизна диссертации**

2.1. Установлены требования к качеству и составу сырья, обеспечивающие формирование структурированного игольчатого кокса для графитированных электродов, повышающих эффективность работы ДСП; все

ОТЗЫВ  
ВХ. № 9-73 от 09.06.23  
АУ УС

применяемые модифицирующие добавки к сырью игольчатого кокса классифицированы на 4 группы по механизму действия.

2.2. Установлено модифицирующее влияние полистирола в качестве полимерной мезогенной добавки к высокоароматизированному сырью при формировании анизотропной структуры нефтяного игольчатого кокса и показателей качества углекоксового электрода на его основе для графитированных электродов ДСП. Обнаружен экстремальный характер зависимости показателей качества игольчатого кокса от содержания полистирола в базовом сырье коксования, обоснованный изменением вязкостных характеристик системы.

### **3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций**

Научные положения и выводы, выдвигаемые соискателем, обоснованы широким набором экспериментальных данных и современными методами физико-химического анализа, которые подробно описаны во 2-ой главе диссертации. Кроме того, проведен сравнительный анализ качества промышленно-применяемых образцов (производства США, Японии, Китая и др.) и образцов, полученных по представленному в диссертации способу. Применение современного аналитического лабораторного научного оборудования говорит о высокой квалификации соискателя и о надежности полученных результатов.

### **4. Научные результаты, их ценность**

Научные результаты диссертационной работы представляют ценность для электродных и сталеплавильных предприятий России, поскольку содержат научно-обоснованные технические решения получения высокоструктурированного игольчатого кокса для производства графитированных электродов дуговых сталеплавильных печей, за счет модификации сырья игольчатого кокса на стадии коксования.

Результаты диссертации в достаточной степени освещены в 5 печатных работах, в том числе 2 статьи опубликованы в изданиях, входящих в перечень

рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК) по направлению «Металлургия», 2 статьи - в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus. Получен патент РФ №2787447 «Способ получения игольчатого кокса».

#### **5. Теоретическая и практическая значимость результатов диссертации**

Теоретическая значимость работы заключается в установлении модифицирующего влияния полимерной добавки (полистирола) на стадии коксования на структурообразование игольчатого кокса и конечные свойства графитированного электрода и характеристики работы дуговой сталеплавильной печи.

Практическая значимость выполненных исследований заключается в получении графитированного электрода на основе модифицированного игольчатого кокса, который можно применять для повышения эффективности работы металлургического агрегата – дуговой сталеплавильной печи высокой и сверхвысокой мощности (SHP и UHP). Практическая значимость работы подтверждена патентом на изобретение РФ №2787447 на способ получения игольчатого кокса. Кроме того, разработана комплексная методология исследования состава, структуры и морфологии игольчатого кокса для графитированных электродов ДСП спектральными и физико-химическими методами анализа.

Полученные теоретические и экспериментальные данные диссертационной работы могут быть рекомендованы к использованию в учебных дисциплинах при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Металлургия».

#### **6. Рекомендации по использованию результатов работы**

Результаты исследования игольчатых коксов, а также графитированных электродов на основе игольчатого кокса представляют интерес для

металлургических предприятий, а также для предприятий производящих графитированную продукцию (например, ООО «Эл 6»). Кроме того, оптимизация работы дуговых сталеплавильных печей представляет интерес для широкого круга отечественных предприятий, осуществляющих плавку стали в ДСП (ПАО «Северсталь», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», ОАО «Холдинговая компания «Металлоинвест», ЕВРАЗ-ГРУПП, ПАО «Мечел» и др.).

## 7. Замечания и вопросы по работе

Рассматриваемая диссертация представляет безусловный интерес в научном плане и имеет практическую значимость для металлургических компаний. Структура диссертации и автореферата имеют логическую последовательность, ясность и полноту изложения.

Однако по содержанию работы имеется ряд замечаний и вопросов.

### 1) По оформлению:

- по тексту диссертации встречаются опечатки и орфографические ошибки, в частности на стр.7, 11,12, 23, 24.

- вероятнее, название диссертационной работы звучало бы корректнее с использованием слова-связки применительно к технологии, а именно «Разработка технологии **производства** графитированных электродов для дуговых сталеплавильных печей при полимерной модификации сырья игольчатых коксов».

- следует обратить внимание на качество используемых в диссертации рисунков, в частности рисунки низкого качества представлены на стр. 11 (рис.16), стр.27 (рис.1.11), стр. 37 (рис.1.17), стр.44 (рис.1.20). И, напротив, хочется отметить высокое качество изображений (СЭМ-изображения прокаленных игольчатых коксов), представленных на страницах 83-88, 90-91, 98-101 и др.

2) При описании степени разработанности темы исследования, в частности исследований процесса получения игольчатого кокса (стр. 6), целесообразно также упоминать вклад производственных компаний, например, ПАО «Газпромнефть» (АО «Газпромнефть-ОНПЗ»).

3) Следует подчеркнуть глубокую проработку автором литературы по теме исследования (181 наименование), однако недостаточно внимания уделено патентному анализу.

4) Из текста диссертации неясно термopара какого типа была использована в лабораторной установке замедленного коксования «УЗК-1» (стр.54). Что, несомненно, важно, учитывая достаточно узкий заявленный температурный интервал процесса коксования (495-505 °С).

5) В тексте диссертации не раскрыто, на основании чего выбраны постоянные параметры формовки углекоксового композита с промышленным образцом игольчатого кокса, в частности температура 125 °С и давление 300 кгс/см<sup>2</sup>.

6) Следует пояснить, какие свойства графитированного электрода определяют эффективность работы дуговой сталеплавильной печи?

7) Экспериментально не было подтверждено повышение эффективности работы ДСП. Проведение экспериментальных исследований, показывающих повышение эффективности работы ДСП, несомненно, улучшили бы работу соискателя с точки зрения практической значимости.

Следует отметить, что указанные замечания и вопросы не снижают общую ценность диссертационной работы и полученных научных результатов и являются предметом дискуссии.

#### **8. Заключение по диссертации**


Диссертация Габдулхакова Рената Раилевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, имеющую важную практическую и теоретическую значимость для металлургической промышленности России.

Диссертация «Разработка технологии графитированных электродов для дуговых сталеплавильных печей при полимерной модификации сырья игольчатых коксов», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, 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 ее автор Габдулхаков Ренат Раилевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2. Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Официальный оппонент,


Руководитель направления общества с ограниченной ответственностью «Газпромнефть Научно-Технический Центр», кандидат технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов  
телефон: +7(812) 313-69-24

E-mail: Savchenkov.SA@gazpromneft-ntc.ru

« 9 » июня 2023 г.  Савченков Сергей Анатольевич

Общество с ограниченной ответственностью «Газпромнефть Научно-Технический Центр». Адрес: 190000, Санкт-Петербург, наб.р. Мойки, дом 75-79, литер. Д. Официальный сайт в сети Интернет: <http://www.ntc.gazprom-neft.ru>

Подпись руководителя направления общества с ограниченной ответственностью «Газпромнефть Научно-Технический Центр», кандидата технических наук Савченкова Сергея Анатольевича заверяю.

И. О. Начальник отдела  
кадрового  
администрирования  
Жемаева Г. Н. 

« 9 » июня 2023 г.

