

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Асрори Муродиён на тему «Научно-практические основы переработки и использования местного углеродсодержащего сырья в производстве алюминия», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 - материаловедение (в металлургии).**

### **Актуальность темы диссертации.**

Электродная продукция (аноды, набоечные массы, бортовые и подовые блоки, а также пересыпочный материал для проведения обжига) является неотъемлемой и важнейшей составляющей электролизеров для производства алюминия. Для выпуска этой продукции в основном используются различные углеродсодержащее сырьё; нефтяной кокс, искусственный графит, антрацит, каменноугольный пек, поглотительное масло, и т.д., а для их предварительной термической обработки (обжига) используются природный газ или синтез-газ.

ОАО «ТАЛКО» ежегодно для удовлетворения своей потребности закупает по высокой цене из других стран углеграфитовые катодные блоки (бортовые и подовые), а ранее для набойки межблочных швов подины электролизеров также закупало набоечные массы из дальнего зарубежья и ближних стран СНГ. Для производства анодов ОАО «ТАЛКО» закупает нефтяной кокс (сырой и частично прокаленный) из стран СНГ.

Отдаленность ОАО «ТАЛКО» от поставщиков, большие транспортные расходы и неритмичность поставок приводят к несвоевременному проведению капитального ремонта алюминиевых электролизеров и их пуску в эксплуатацию. Следует отметить, что электролизёры с обожженными анодами ОАО «ТАЛКО» работают при проектной силе тока 160 и 175 кА. На каждый электролизер расходуется в среднем 25 тонн бортовых и подовых углеграфитовых блоков, а также 7,5т набоечной массы. В настоящее время на ОАО «ТАЛКО» проводится реконструкция 6-ой электролизной серии и электролизеры будут работать на проектной силе тока 250 кА. На каждом таком электролизере будет израсходовано 35т углеграфитовых катодных блоков и примерно 11т набоечной массы. Отсюда видно, что доля стоимости капремонта электролизеров на себестоимость выпускаемого электролитического алюминия будет весомой.

Как известно, основным компонентом-наполнителем состава шихты для производства электродных изделий и набоечных масс является антрацит. Значительные запасы объемов антрацита сосредоточены в месторождения Назарайлок и расположен в Раштском районе нашей Республики. К месторождениям каменных углей, которые имеют промышленные значения

можно отнести месторождений «Хакими», «Тошкутан», «Сайед», «Зидди» и «Фон-Ягноб» из которых можно получить «Синтез-газ» как альтернатива природному газу.

Поэтому исследования, посвященные разработке научно-практических основ использования местного углеродсодержащего сырья в производстве электродной продукции для алюминиевых электролизеров, а также производству синтез-газа, являются весьма актуальными и своевременными задачами, т.к. они создают научно-технологические предпосылки обеспечению сырьевой безопасности ОАО «ТАЛКО», расширяют возможности использования других видов углеродсодержащего сырья в производстве электродной продукции, утилизации огромных объемов накопленных на алюминиевых заводах углеродсодержащих отходов.

### **Общие принципы построения и структуры работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 5-и глав с заключениями, выводов, списка использованной литературы и приложений. включающего. Диссертация изложена на 305 страницах компьютерного набора, включая 57 рисунков, 88 таблиц и 225 библиографических наименований.

**В введении** изложены предпосылки и основные проблемы исследования, обоснована актуальность работы, раскрыта структура диссертации.

**Первая глава** диссертации посвящена анализу литературных данных о путях переработки и использования углеродсодержащего сырья в производстве алюминия и других отраслях промышленности.

Также приведена общая характеристика углей Республики Таджикистан: распространение, геологические происхождения, прогнозные и промышленные запасы, а также показатели их качества. Показано использование углеродного сырья в производстве анодов, набоечных масс, катодных (бортовых и подовых) блоков алюминиевых электролизеров.

Анализ литературных данных показывает, что углеграфитовые материалы по своей структуре и свойствам сильно отличаются от других материалов. Например, свойства холоднонабивной подовой массы (ХНПМ), бортовые и подовые блоки, которые определяют эксплуатационные характеристики катодного устройства алюминиевых электролизеров, зависят от петрографического состава, геологогеохимического происхождения, степени метаморфизма основного компонента наполнителя-антрацита и добавляемого связующего (пека и поглотительного масла).

Немаловажной задачей является изыскание возможности использования криолитоглиноземного концентрата (КГК) полученного из углеродсодержащих

твердых отходов ОАО «ТАЛКО» с целью получения электролитического алюминия и алюминиевых сплавов прямо в электролизерах при электролизе. Глава завершается выводами по обзору литературы и постановкой задачи, а также обоснована цель исследований.

**Во второй главе** диссертации диссертантом приведены результаты исследования структуры и свойств антрацитов месторождения Назарайлок. Структуры и свойств антрацитов исследовались термогравиметрически, рентгенографически, ЭПР, ИК-спектроскопически, теплоемкости до и после термообработки. Определялись прочность зёрен антрацитов, основные требования к антрациту месторождения Назарайлок как сырьё для производства электродных изделий. Исследовались кинетика выделения летучих компонентов из состава антрацита.

По совокупности комплексных физико-химических и физико-механических исследований установлено, что антрациты месторождения Назарайлок (участки «Шикорхона» и «Кафтархона») имеют общие геологические происхождения, петрографический состав, молекулярное строение и содержат почти одинаковые минеральные примеси.

Впервые разработаны для антрацита месторождения Назарайлок новые показатели качества (до 1700<sup>0</sup>С), такие как: межплоскостное расстояние ( $d_{002} = 0,340$  нм), текстура (70%), удельное электросопротивление (УЭС)–700 Ом·мм<sup>2</sup>/м, анизотропия отражательной способности (12%), которые могут служить надежными классификационными параметрами для выбора путей их технологического использования при производстве углеграфитовых электродных изделий.

**В третьей главе** диссертации соискателем представлены результаты физико-химических и физико-механических свойств, подбора рецептуры и разработки технологии лабораторного и промышленного производства ХНПМ на основе антрацитов месторождения Назарайлок.

В лабораторных условиях, на пилотной установке подобраны оптимальные параметры получения ХНПМ для набойки межблочных швов подины алюминиевых электролизеров, отвечающие требованиям ТИ 48-0126-50-06-04 «Масса холодно-набивная подовая». Оптимальным грансоставом термоантрацита и связующего были (масс.%): Ø (12-5) мм–14±2; Ø (5-1)мм–34±2; Ø (1-0,15)мм –19±2; Ø (0,15-0,074) мм–32±1. Количество связующего -12-13.

Из такого фракционного состава было получено в промышленных условиях ХНПМ в количестве 200 тонн и апробировались в 20 серийных электролизерах работающие при проектной силе тока 160 и 175 кА, и показало,

что технологические параметры и ТЭП электролизеров полностью соответствовали нормативным требованиям.

**Четвертая глава** диссертации посвящена исследованию физико-химических, физико-механических свойств, подбору рецептуры образцов бортовых, подовых и анодных блоков алюминиевых электролизеров. В лабораторных условиях, на пилотной установке разработаны гранулометрические составы (рецептуры) бортовых и подовых блоков, а также количество вводимого связующего (пека), которые выглядят следующим образом, % (по массе): для бортовых блоков  $\varnothing$  (10-5) мм – 10;  $\varnothing$  (5-1) мм – 35;  $\varnothing$  (1-0,15) мм – 25;  $\varnothing$  (0,15-0) мм – 30. Для подовых блоков, % (по массе):  $\varnothing$  8,0 мм – 12,0;  $\varnothing$  6,0 мм – 8,0;  $\varnothing$  4,0 мм – 35,0;  $\varnothing$  2,0 мм – 5,0;  $\varnothing$  1,0 мм – 10,0;  $\varnothing$  0,5 мм – 10,0;  $\varnothing$  0,15 мм – 10,0;  $\varnothing$  0,074 мм – 10,0; Из такого грансостава необходимо брать термоантрацита-42%; графита-40%; пека-18% (по массе). Производственные образцы соответствовали техусловиям для бортовых блоков ТУ-1913-109-014-99 «Блоки бортовые для алюминиевых электролизеров», а для подовых блоков ТУ-1913-109-021-2003 «Блоки подовые для алюминиевых электролизеров».

Лабораторные образцы мини-аноды и промышленные аноды изготовленные на основе нефтяного кокса с добавкой термоантрацита в составе шихты по качественным показателям соответствовали ТИ-0970113 «Требования, предъявляемые к обожженным анодам».

**В заключительной пятой главе** диссертации соискателем обобщены результаты использования углей нашей Республики в производстве синтез-газа и переработки углеродсодержащих твёрдых отходов. Приведена промышленного способа производства синтез-газа в газогенераторах фирмы ХУАН-ТАЙ (КНР) из углей «Фон-Ягнобского» месторождения и других углей. Полученный синтез-газ из углей «Фон-Ягнобского» месторождения имели теплоту сгорания равную 1536 ккал/м<sup>3</sup>, т.е. относительно больше по сравнению с углями «Зидди», «Сайед», «Тошкутан».

Приведены технико-экономические показатели производства синтез-газа, использования криолитоглиноземного концентрата (КГК) в производстве химических продуктов ООО «ТАЛКО Кемикал» и производстве алюминия в ОАО «ТАЛКО». Предложена комплексная переработка углеродсодержащего минерального сырья в химико-металлургической промышленности нашей Республики. Каждая глава завершается заключением.

#### **Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Выводы и положения, сформулированные докторантом, обоснованы

полученными результатами проверены комплекс систематических экспериментальных исследований.

В ходе эксперимента автором использованы нижеследующие методы:

- химический состав золы в антраците определялся согласно ГОСТ 10438-87.
- элементы-примеси в золе определялись вакуумным волнодисперсионным рентгенофлуоресцентным спектрометром типа «СПЕКТРОСКАН Макс GV».
- фракционный состав определялся по ГОСТ 4790-80 «Топливо твердое. Метод фракционного анализа».
- термографическое исследование антрацита проводилось на термографе UNIT 71.M (мультиметр).
- рентгенографическое исследование проводилось на установке ДРОН-2 с использованием Си-го излучения на отражение.
- дифференциально – термический анализ проводился на Венгерском дериватографе марки DERIVATOGRAPH – OD 112 MOM.
- регистрация ИК – спектров проводилась на порошках антрацита, смешанные с порошком монокристаллического KBr, а затем ИК – спектры снимались на приборе SPECORD-75 IR в диапазоне частот  $400-4000 \text{ см}^{-1}$ .
- спектры ЭПР образцов антрацита записывались на радиоспектрометре РЭ 1306 при амплитуде развартки магнитного поля  $-100\text{Э}$ .
- образцы ХНПМ, бортовые и подовые блоки в лабораторных условиях приготавливались на установке разработанной в ОАО «ТАЛКО».
- теплоёмкость образцов антрацитов определялись колориметрически в режиме «охлаждения», а расчёты термодинамических функций велись по специально разработанной программе Sigma – Plot.
- все показатели качества ХНПМ, бортовых, подовых и анодных блоков проводились по межгосударственным отраслевым стандартам и сравнивались с зарубежными аналогами.

**Практическая значимость работы** заключается в разработке технологии производства анодов, ХНПМ, бортовых и подовых блоков, а также в виде пересыпочногo материала для обжига подины алюминиевых электролизеров из антрацита месторождения Назарайлок, которые снижает себестоимость производимого алюминия по сравнению с аналогичными углеграфитовыми изделиями, завозимыми в ОАО «ТАЛКО» из других стран.

Применение КГК, искусственного графита из твердых отходов ОАО «ТАЛКО» позволяет уменьшить объёмы, компенсировать использование свежего глинозема и криолита в производстве алюминия, производить бортовые и подовые блоки для капитального ремонта алюминиевых электролизеров.

Предложена технология газификации углей «Фон-Ягнобского» месторождения в газогенераторах ООО «ТАЛКО Кемикал», который может стать альтернативным вариантом применению природного газа, используемого в топках различных тепловых агрегатах.

Результаты исследования автора отражены в одной монографии в соавторстве, 25 научных статей 13 из которых опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, 12 статей в материалах научно-практических конференциях разных уровней и получен 5 малых патентов Республики Таджикистан, №ТJ 802 от 28.10.2016; №ТJ 871 от 19.01.2018; №ТJ 832 от 28.03.2017; №ТJ 703 от 08.05.2015; №ТJ 826 от 07.02.2017.

#### Замечания по диссертационной работе

1. Когда внедряется в производство результаты лабораторных исследований по производству подовых блоков, не уточнено.
2. Не раскрыто, почему антрациты принадлежать к анизотропным телам.
3. Слишком сложный гранулометрический состав применен к производству подовым блокам, чем это вызвано.
4. Почему из минеральных примесей в антраците месторождения Назарайлок приводится 13 наименований. Их возможно больше.
5. В диссертации не приведены реакции пиролиза углей.
6. Большой по объему теоретический и экспериментальный материал, можно было частично сократить.

Данные замечания больше носят рекомендательный характер. Они не влияют на общее положительное впечатление от работы, так как не затрагивают смысл основных выводов.

#### Заключение

Диссертационная работа Асрори Муродиён на тему: «Научно-практические основы переработки и использования местного углеродсодержащего сырья в производстве алюминия» является законченной научно-исследовательской работой, и соответствует паспорту специальности 05.02.01 - Материаловедение (в металлургии).

Публикации автора вполне отражают содержание диссертационной работы, которые опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах

Республики Таджикистан и Российской Федерации. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Асрори Муродиён соответствует требованиям предусмотренным «Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным Постановлением Правительство Республики Таджикистан от 26.11.2016г., № 505 и представляет собой специально подготовленную рукопись, содержащую совокупность научных результатов и положений выдвигаемых автором для защиты, свидетельствующих о личном вкладе автора в науку.

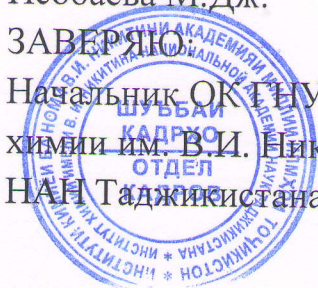
Автор диссертационной работы Асрори Муродиён – заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.01 - материаловедение (в металлургии) за разработку научно-практических основ переработки и использования местного углеродсодержащего сырья на примере, антрацита месторождения Назарайлок, каменных углей и твердых отходов ОАО «ТАЛКО» в производстве алюминия.

Зав. лабораторией органического  
синтеза ГНУ «Институт химии  
им. В.И. Никитина НАН  
Таджикистана», д.х.н., профессор

М.Дж. Исобаев

Подпись д.х.н., профессора  
Исобаева М.Дж.

ЗАВЕРЯЮ  
Начальник ОК ГНУ Института  
химии им. В.И. Никитина  
НАН Таджикистана



Ф. Рахимова