Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ II

Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 16 – 18 мая 2017 г.

выпуск 21

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

Новокузнецк
2017

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянцев,
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,
д-р физ.- мат. наук, профессор В.Е. Громов,
д-р геол. - минерал. наук, профессор Я.М. Гутак,
д-р техн. наук, профессор В.Н. Фрянов,
канд. техн. наук, доцент В.В. Чаплыгин,
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,
канд. техн. наук, доцент С.В. Фейлер,
д-р техн. наук, доцент А.Р. Фастыковский,
д-р техн. наук, профессор Н.А. Козырев,
канд. техн. наук, доцент С.Г. Коротков

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - Вып. 21. - Ч. II. Естественные и технические науки. –440 с., ил.- 113, таб.- 77.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: химии, физики, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2017

10. Артемьев А.А. Влияние микрочастиц диборида титана и наночастиц карбонитрида титана на структуру и свойства наплавленного металла / А.А. Артемьев, Г.Н. Соколов, В.И. Лысак // Металловедение и термическая обработка металлов, - 2011. - №12. – С. 32 – 37.

11. Бродова И.Г. Синтез алюминиевых композитов с наноразмерными частицами карбида и борида титана / И.Г. Бродова [и др.] // Письма о материалах - 2013 - т.3 – с. 91-94

12. Левашов Е.А. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез перспективных керамических материалов для технологии осаждения функциональных наноструктурных покрытий/ Е.А. Левашов [и др.]// Изв. вузов. Цветная металлургия – 2010 - №5 – с. 27-53

13. Pat. EP2493813 A1 Methods of making titanium diboride powders/ Jianagesh A. Sikhar; publ. 05.09.2012 – 4 p.

14. Subramanian C. Synthesis and consolidation of titanium diboride / C. Subramanian, T.S.R.Ch. Murthy, A.K. Suri// International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – Vol. 25, Issue 4. – 2007. – pp. 345–350

15. Pat. EP 2748119 B1 Titanium diboride granules as erosion protection for cathodes; publ. 30.11.2016 – 6p.

УДК 621.762

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДИБОРИДА ТИТАНА В ПОКРЫТИИ КАТОДА АЛЮМИНИЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА

Ефимова К.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Руднева В.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

Работа выполнена в СибГИУ при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках договора № 7112ГУ/2015.

Проанализированы технологические перспективы применения диборида титана в качестве основного компонента смачиваемого покрытия углеродсодержащих катодов с улучшенными физико – механическими и защитными свойствами.

Ключевые слова: алюминий, диборид титана, электролизер, смачиваемый катод, углеграфитовые материалы

Сплавы алюминия широко используются во многих отраслях машиностроения вследствие их малой плотности и относительно высокой прочности. Непрерывно растет мировое производство первичного алюминия, достигая в настоящее время объема порядка 37,3 млн. т/год [1]. Получают товарный алюминий электролизом фторидного криолит-глиноземного распла-

ва, содержащего растворенный глинозем Al_2O_3, при температуре 940÷970°С. Процесс реализуется в горизонтальных электролизерах с углеграфитовыми анодами и катодами. При этом в ваннах электролизеров реальным катодом является расплавленный алюминий, под слоем которого находится углеграфитовая футеровка со сроком эксплуатации 5-8 лет. Главный недостаток такой подины – несмачиваемость расплавленным алюминием. Поэтому между подиной и жидким алюминием накапливается тонкий слой электролита, способствующий проникновению натрия в кристаллическую решетку углеродсодержащих материалов подины и ее разрушению. В связи с этим в последние 20 лет в мировой практике расширяется объем исследований и технологических предложений, направленных на выбор материалов для облицовок футеровок катода, формирования на ней смачиваемых покрытий или производства объемных изделий ее компонентов [2, 3].

В настоящее время наиболее эффективным функциональным материалом для смачиваемых катодов алюминиевых электролизеров признан диборид титана TiB_2. Это подтверждается результатами масштабных промышленных экспериментов, проведенными в разное время компаниями «Грейт Лейкс», «Рейнольдс Металл» (США), «Комалко» (Австралия), Шеньяньжэнским СВУ (Китай) [2-6]. Исследовались различные варианты катодных покрытий: горячепрессованные плитки из TiB_2, композиционное покрытие со связкой (TiB_2+порошок графита+смола/пек; 30-60 % TiB_2 + 40-60 % антрацита + 5-20 % порошка графита + 5-20 % пека; TiB_2 + смола/пек, TiB_2 + Al_2O_3 + H_2O). Покрытия наносились на подину плиточной облицовкой, заливкой и уплотнением вибрацией, распылением, окрашиванием. Во всех случаях отмечается снижение катодного падения напряжения (до 15-30 мВ), повышение выхода по току (на 1-2 %), улучшение стабильности энергетических параметров электролизера, снижение повреждений катодных блоков, возможность снижения (примерно на 1 см) междуполюсного расстояния (МПР), технологическая предпочтительность применения TiB_2 + связующее.

В зарубежной практике алюминиевого производства материалы для защитных катодных покрытий алюминиевых электролизеров поставляются фирмой «МОЛТЕК» и имеют торговые марки ТИНОР А, ТИНОР М и утолщенный ТИНОР [2]. ОК «РУСАЛ» также проявляет определенный технологический интерес к созданию и промышленному применению смачиваемых катодов. В 2016 г. её Инженерно-технологический центр совместно с крупнейшим российским производителем углеграфитовых материалов «Группа» Энергопром» начал производственные испытания электролизеров с защитными покрытиями катодов на основе композиции TiB_2 + пек в условиях АО «РУСАЛ-Красноярск». Некоторые результаты проведенной оценки перспектив освоения и реализации технологии смачиваемого катода в рамках компании приведены в таблице. Оценка проведена для условий 2015 г. из предположения уменьшения МПР на 1 см, повышения катодного выхода алюминия по току на 1 %, снижения падения напряжения в контакте алюминий-подина на 50 мВ, толщины покрытия 8 мм, удельного расхода TiB_2 0,26кг/т

Al и среднего срока службы электролизера 7 лет.

Таблица 1 - Базовые и ожидаемые показатели производства алюминия ОК «РУСАЛ» (Россия) при применении катодов УГ* - TiB_2

Показатели производства алюминия	УГ катоды	УГ - TiB_2 катоды
Производство Al, т/год	3600536	3600536
Удельный расход электроэнергии, кВт·ч/т. Al	13500	12428
Снижение потерь электроэнергии, кВт·ч/т. Al	-	1072
Годовой расход электроэнергии кВт·ч/т. Al	48607236000	44747461400
Экономия электроэнергии кВт·час/год	-	3859774600
Экономия в денежном, выражении $/год	-	85134910
Показатели производства алюминия	УГ катоды	УГ - TiB_2 катоды
Эквивалентное производство Al, т/год	-	311375
Удельный расход TiB_2, кг/т Al	-	0,26
Потребность в TiB_2, т/год	-	936
Допустимая цена TiB_2, $/кг	-	91
* УГ – углеграфитовые материалы		

Годовая потребность в дибориде титана одного алюминиевого завода, например, Хакасского с одной сверхдлинной серией электролиза с напряжением 1600 В и силой тока 350 кА, с количеством установленных электролизеров 336 производительностью порядка 280000 т алюминия в год составляет 72 т.

Таким образом, применение УГ - TiB_2 катодов является мощным резервом энергосбережения в современном алюминиевом производстве, оцениваемом на уровне 10 %. Это свидетельствует о необходимости дальнейшего развития технологической базы его производства.

Библиографический список

1. Галевский Г.В. Металлургия алюминия: справочник по технологии и оборудованию / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – 251 с.

2. Serlire M. Cathodes in Aluminum Electrolysis / M. Serlire, H.A. Oye // Dusseldorf: Aluminum – Verlag, - 2010. - 698 p.

3. Li J. Research progress in TiB_2 wettable cathode for aluminum reduction/ J. Li [et al.] // The Journal of The Minerals. – 2008. - Vol. 60, Issue 8. – P. 32–37

4. Pat. EP2493813 A1 Methods of making titanium diboride powders/

Jianagesh A. Sikhar; publ. 05.09.2012 – 4 p.
5. Subramanian C. Synthesis and consolidation of titanium diboride / C. Subramanian, T.S.R.Ch. Murthy, A.K. Suri// International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – Vol. 25, Issue 4. – 2007. – pp. 345–350.
6. Pat. EP 2748119 B1 Titanium diboride granules as erosion protection for cathodes; publ. 30.11.2016 – 6p.

УДК 662.74:658.567.1

КОКСОВАЯ ПЫЛЬ КХП: ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Пономарев Н.С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafcmet@sibsiu.ru

В работе рассмотрены сложившаяся практика и показаны перспективы использования коксовой пыли коксохимического производства (КХП).

Ключевые слова: коксовая пыль, топливный брикет, синтетический шлак.

Использование в качестве сырья высокодисперсных материалов техногенного происхождения, не представляющих ценности и имеющих большие объемы накоплений, является относительно новым, перспективным и отвечающим требованиям ресурсосбережения направлением в технологических процессах. [1,2]. К числу такого рода материалов относится коксовая пыль коксохимического производства.

Коксовая пыль на коксохимических предприятиях получается в процессе любых технологических операций связанных с коксом (рассортировки валового кокса, сухого тушения кокса, перегрузках кокса и т.д.). Применения практически не находит из-за сложности с разгрузкой и транспортировкой. Возможные направления использования:

– возвращение в шихту коксования в количестве 1 % к массе шихты (что обычно уменьшает объем полезной загрузки угольной шихты);

– переработка «на месте» путем применения разных методов уплотнения и фасовки (не получила достаточного распространения из-за отсутствия приемлемых технологий);

– упаковка в тару (мешки).

В целом, из-за тонкодисперсного состояния и высокой зольности коксовая пыль КХП мало пригодна к прямому использованию. Тем не менее, объемы образования коксовой пыли весьма велики, в среднем на одном коксохимическом предприятии около 18000–20000 т/г. Это повышает актуальность проблемы использования коксовой пыли [1-10].

Проведен анализ отечественных литературных источников, в том чис-

Алексеева Т.И.
Анализ российского и мирового рынка нанокристаллического карбида циркония…… 265

Комрони М.
Сырьевая база производства молибдена…… 268

Коновалова Х.А.
Смолистые отходы коксохимического производства: практика и перспективы применения…… 271

Павловская Е.Д., Чистюхин Е.А., Джалолов Х.О.
Комплексная аттестация цинксодержащих шламов предприятий по производству искусственных волокон Западно-Сибирского региона……... 275

Чистюхин Е.А., Джалолов Х.А., Павловская Е.Д.
Переработка цинксодержащих отходов химико-металлургических производств Западно-Сибирского региона……...……... 278

Попов А.С.
Особенности улавливания аммиака при очистке коксового газа……... 280

Старцев С.С.
Способы сухого тушения кокса: технологические особенности и перспективы применения……... 283

Ефимова К.А.
Производство диборида титана: исследование современных технологических решений, оценка перспектив развития……. 286

Ефимова К.А.
Применение диборида титана: мониторинг состояния и анализ перспектив……. 289

Ефимова К.А.
Перспективы применения диборида титана в покрытии катода алюминиевого электролизера…… 292

Пономарев Н.С.
Коксовая пыль КХП: практика и перспективы использования…… 295

Пенкин А.Е.
Колонные флотомашины: сравнительный анализ и перспективы использования……. 298