

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко А.Ю. на тему
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом
в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – Metallurgy of black, colored and rare metals

Диссертация посвящена разработке технологии получения оксида алюминия высокой чистоты на основе анодного растворения алюминия в водных солевых растворах и является логическим продолжением проводимых ранее научно-исследовательских работ на кафедре Цветных металлов и золота НИТУ «МИСиС». Целью настоящей работы являлось оптимизация и переосмысление существующей технологии получения высокочистого оксида алюминия электрохимическим окислением алюминия с созданием укрупненной экспериментальной установки.

Основное внимание работы было уделено электрохимическому окислению алюминия. В рамках данных исследований был выбран оптимальный состав электролита, определены характеристики подаваемого на электроды электрического тока, детально описан механизм очищения алюминиевых электродов в водных растворах солей аммония и предложена схема динамического взаимодействия примесей алюминия в аммониевых электролитах. На основе проведенных исследований была сформулирована научная новизна диссертации, которая заключается в обнаруженных зависимостях влияния электролита и параметров электролиза на поведение алюминиевого анода и образование гидроксида алюминия в пространстве электролизной ванны. Полученные результаты представляют научную ценность и вызывают интерес, они нашли отражение в основных публикациях Наливайко А.Ю. и доступны широкой общественности.

Практическая значимость работы заключается в создании опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом и проведении укрупненных испытаний разработанной технологии. В результате испытаний было получено 150 кг

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича
«ПОЛУЧЕНИЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ВЫСОКОЙ ЧИСТОТЫ
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ СОЛЕЙ
АММОНИЯ», представленной на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy черных,
цветных и редких металлов

В настоящее время оксид алюминия высокой чистоты является материалом, без которого невозможно развитие электронных, оптических, квантовых, атомных и полупроводниковых отраслей науки и техники. Область применения оксида алюминия имеет широкий спектр – получение высококачественной оптической, конструкционной керамики, алюмо-иттриевых гранатов и выращивание монокристаллических корунда. Материалы, созданные на основе высокочистого оксида алюминия, отличаются своей абразивной устойчивостью, термостойкостью, обладают высокими показателями светопропускания в УФ– и ИК–области спектра, что делает их незаменимыми для использования в твердотельных лазерах и оптических приборах.

В промышленном производстве оксид алюминия высокой чистоты получают из металлургического глинозема, имеющего чистоту до 99,7 %. Химическая очистка глинозема от примесей разработана и реализована за рубежом, но из-за сложного аппаратного оформления и многочисленных переделов стоимость получаемого продукта резко возрастает. Известны также алкоголятный и гидротермальные методы получения оксида алюминия высокой чистоты. Однако они обладают рядом недостатков, к которым можно отнести использование сложных производственных аппаратов и агрессивных химических реагентов, представляющих опасность для жизни человека.

В России в настоящее время не существует промышленного производства оксида алюминия необходимой чистоты, а высокие цены на импортный высокочистый оксид алюминия приводят к тому, что российские предприятия по производству монокристаллических корундов становятся нерентабельными. В связи с этим цели диссертации А.Ю. Наливайко являются обоснованными и актуальными.

Важной особенностью диссертации является описание процесса разработки и изготовления опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты, предназначенной для отработки основных режимов и условий предложенной технологии. Для опытно-промышленной установки разработан комплекс технических решений, позволяющий получать альфа-оксид алюминия крупностью 40–60 мкм с суммарным содержанием примесей до 50 ppm. Характеристики полученного продукта соответствуют требованиям, предъявляемым к исходному сырью для выращивания монокристаллов корунда. Согласно актам опытно-промышленных испытаний, в процессе исследований был разработан комплект технологической документации, необходимый для промышленного внедрения

разработок – конструкторская документация на опытно–промышленную установку, регламент и маршрутная карта процесса получения оксида алюминия высокой чистоты. Все технические решения, предложенные в диссертации, запатентованы.

Следует отметить замеченные в автореферате недостатки:

1. Не представлена информация о периодичности замены электролита в электролизной ванне и о его расходе.

2. В автореферате диссертации не указано из каких стадий состоят процессы сушки и прокатки гидроксида алюминия, которые длятся 12 и 15 часов соответственно.

Высказанные замечания не снижают научной и практической значимости выполненной работы. Диссертация А.Ю. Наливайко – это актуальное научное исследование, выполненное на высоком уровне и содержащее важные для производственной отрасли экспериментальные данные. Результаты диссертации опубликованы в научных журналах, в том числе две публикации в журналах, рекомендованных ВАК России, а также прошли апробацию на международных конференциях.

Диссертационная работа А.Ю. Наливайко является законченной научно-квалификационной работой и соответствует паспорту научной специальности 05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

По актуальности, содержанию, научной новизне и практической значимости представленная диссертационная работа отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 21.04.2016 г. № 335, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Ведущий научный сотрудник
лаб. металлургии и обогащения,
АО «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ»,
кандидат технических наук



Херсонский М.И.

Подпись ведущего научного сотрудника, к.т.н. Херсонского Михаила Иосифовича заверяю

Ученый секретарь

АО «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ»,
к.т.н.



Херсонская Ирина Иосифовна

Херсонский Михаил Иосифович,
Ведущий научный сотрудник лаб. металлургии и обогащения
АО «Институт «ГИНЦВЕТМЕТ»
129515, г. Москва, улица Академика Королева, 13
8(495) 600-32-00, доб.30-34; e-mail: gintsvetmet.msk@gmail.com
14 мая 2018 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Наливайко Антона Юрьевича** на тему
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в
водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Оксид алюминия высокой чистоты является важнейшим продуктом на рынке неметаллургического глинозема – он применяется для получения керамических изделий, востребован в производстве источников света и полупроводниковой техники, а также является основным сырьем для получения монокристаллического корунда. В настоящее время в Российской Федерации нет крупнотоннажных производителей оксида алюминия высокой чистоты, но существует огромный кластер отечественных производственных предприятий, использующих данный продукт. В связи с необходимостью снижения импортозависимости от важной для отечественной производственной отрасли продукта, задача представленного диссертационного исследования является актуальной и значимой.

На основании литературного обзора автором сделан правильный вывод о перспективности использования электрохимического метода окисления алюминия в качестве основы разрабатываемой технологии, поскольку классические методы получения глинозема не обеспечивают получение оксида алюминия необходимого качества, а современные способы производства оксида алюминия высокой чистоты обладают рядом существенных недостатков.

Для разработки электрохимической технологии получения оксида алюминия высокой чистоты автором решались следующие задачи:

- исследование механизма осаждения гидроксида алюминия в водных растворах солей аммония;
- изучение поведения алюминиевого анода в процессе его электрохимического окисления в водных растворах солей аммония;
- определение оптимальных условий и режимов технологического процесса получения оксида алюминия высокой чистоты;
- создание опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты и проведение укрупнённых испытаний с получением экспериментальной партии продукта.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- для процесса получения гидроксида алюминия электрохимическим окислением алюминия установлена оптимальная концентрация (25 масс. %) солей аммония, при которой обеспечивается переход примесей в электролит в виде водорастворимых солей и происходит ускорение достижения порога коагуляции гидроксида алюминия в объеме электролита;
- в процессе электрохимического окисления алюминия в водных растворах солей аммония при комплексном воздействии реверсивного тока и

анодной плотности тока 0,06–0,10 А/см² обнаружено явление депассивации алюминиевого анода.

Практическая значимость работы заключается в разработке и опытно-промышленном опробовании электрохимической технологии получения оксида алюминия высокой чистоты, включающей анодное растворение алюминия при реверсивной подаче тока с получением гидроксида алюминия, фильтрацию и промывку гидроксида алюминия, а также термическую обработку гидроксида алюминия. Разработанная технология позволяет получать оксид алюминия высокой чистоты со средним размером частиц 40–60 мкм и суммарным содержанием примесей (к которым относятся – Si, K, Na, Fe, Ni, Cr, Ca, Mg, Ti, Cu, Zn, Zr, Y, Mn, Ga) не более 50 ppm.

Несмотря на высокий уровень проведенного исследования, необходимо отметить, что в автореферате диссертации не рассмотрены возможности и перспективы получения оксида алюминия с содержанием основного компонента более 99,999 % (НРА категории 5N) по разработанной электрохимической технологии. Указанное замечание не снижает достоинств диссертации и приведено в качестве рекомендации.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертационная работа выполнена на высоком научно-техническом уровне. Основные результаты работы опубликованы в 16-ти научных трудах, к которым относятся 3 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК России, 7 тезисов в сборниках докладов научных конференций, 4 патента и 2 ноу-хау.

По актуальности, новизне и обоснованности полученных результатов представленная диссертация в полной мере соответствует требованиям ВАК России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Наливайко Антон Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Зам. нач. Отделения ОЧВ,РиРЗМ, к.т.н.



В.Е. Карцев

Карцев Валентин Ефимович

Заместитель начальника Отделения особо чистых веществ, редких и редкоземельных металлов

Кандидат технических наук

Акционерное общество «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» (АО «Гиредмет»)

Адрес: Юридический и фактический адрес: 119017, г. Москва, Б. Толмачевский пер., д. 5, стр. 1

Телефон: 8-495-708-44-66 доб. 11-36

Электронная почта: VEKartsev@giredmet.ru

Подпись В.Е. Карцева
Удостоверен
Руководитель
назначенная
по работе с персоналом



ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Наливайко Антона Юрьевича
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим
методом в водных растворах солей аммония», представленной на
соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – металлургия черных, цветных и редких металлов

Диссертационная работа Наливайко Антона Юрьевича посвящена актуальной проблеме - развитию электрохимического метода получения оксида алюминия высокой чистоты в водных растворах солей аммония с целью создания технологии получения Al_2O_3 с содержанием примесей менее 100 ppm.

Научная новизна представленной работы заключается в экспериментальном обнаружении явления депассивации электродов при воздействии реверсивного тока и установлении оптимальных значений концентрации солей аммония, обеспечивающих переход в электролит примесей алюминия в виде водорастворимых солей в процессе электрохимического окисления алюминия и ускорение достижения порога коагуляции гидроксида алюминия.

Автором в диссертационной работе представлен обширный экспериментальный материал по результатам исследования процессов электролитического окисления алюминия с применением комплекса современных физико-химических и электрохимических методов, позволивший установить основные закономерности процесса очистки образующегося гидроксида алюминия от примесей солей при использовании алюминиевых электродов сложного примесного состава и предложить механизм очистки электродов.

К наиболее важным теоретическим и практическим результатам диссертационной работы Наливайко Антона Юрьевича относятся:

- определение оптимальных параметров процессов получения и последующей обработки гидроксида алюминия, которые позволяют наиболее полно удалить остаточные примеси металлов с получением оксида алюминия высокой чистоты;
- разработка и создание опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты;
- проведение опытно-промышленных испытаний предложенного процесса с получением опытно-экспериментальной партии оксида алюминия (150 кг) с суммарным содержанием примесей менее 50 ppm, что соответствует категории чистоты 4N.

По работе имеются следующие замечания:

1. В автореферате имеются стилистически неудачные выражения, как-то:
 - «- ...при комплексном воздействии реверсивного тока и анодной плотности тока..» - стр.5;
 - «...исследований поведения алюминиевого анода и примесных металлов...» - стр.5;
 - «Алкоголятная технология заключается в растворении алюминия в изо-пропиловом спирте...» (правильнее - в различных спиртах) – стр.7.

2. Приведенное на стр. 12 автореферата утверждение, что «образующийся водород ... срывает тонкую оксидно-гидроксидную пленку алюминия за счет механического давления внутри поверхностных слоев металла и занимает ее место» требует, по меньшей мере, пояснения.

Указанные замечания не носят принципиального характера и ни в коей мере не снижают значимости представленной работы.

Достоверность и обоснованность полученных в диссертационной работе результатов не вызывает сомнений; судя по реферату, диссертация является цельным, законченным исследованием, а приведенные в работе выводы адекватно отражают полученные результаты.

В целом, представленные в работе результаты позволяют считать, что рассмотренная работа полностью соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 /ред. от 28.08.2017/) и по своему содержанию соответствует специальности 05.16.02 – металлургия черных, цветных и редких металлов. Автор работы – Наливайко А.Ю. безусловно заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук.

Старший научный сотрудник Института катализа

СО РАН, с.н.с., к.х.н., доцент

Добрынкин Николай Михайлович

 Н.М. Добрынкин

e-mail: dbn@catalysis.ru

тел.: (383) 330-94-91

25 апреля 2018 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского Отделения РАН

проспект Академика Лаврентьева, 5, 630090, Новосибирск

Подпись Добрынкина Н.М. заверяю

Ученый секретарь ИК СО РАН

Доктор химических наук, профессор РАН



 Д.В. Козлов



О Т З Ы В

на автореферат диссертации **Наливайко Антона Юрьевича** на тему «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Диссертация Наливайко А.Ю. посвящена разработке технологии получения оксида алюминия с суммарным содержанием примесей до 100 ppm электрохимическим методом в водных растворах солей аммония. На фоне растущих рынков диодных источников света и портативных мобильных устройств, в России наблюдается дефицит продукта, необходимого для развития указанных отраслей – оксида алюминия высокой чистоты (НРА). Доля российских производителей данного продукта ничтожно мала, поэтому отечественные предприятия преимущественно используют импортное сырье. На основании вышеизложенного разработка и реализация отечественной технологии получения оксида алюминия высокой чистоты является актуальной задачей.

Актуальность диссертации подтверждается выполнением работы в рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Диссертация выполнялась с использованием современных физико-химических и электрохимических методов исследования: исследовались эксплуатационные параметры электролиза в водных растворах солей аммония; проводилось снятие поляризационных кривых в гальваностатическом режиме; изучался качественный, количественный и гранулометрический состав продуктов технологии.

Научная новизна диссертации заключается в установлении оптимального содержания NH_4Cl или NH_4NO_3 в электролите (20-25 масс. %), обеспечивающего переход примесей алюминия в электролит в виде водорастворимых солей при его электрохимическом окислении и ускорение достижения порога коагуляции гидроксида алюминия в электролите, а также в обнаружении явления депассивации алюминиевых электродов, которое достигается в процессе анодного растворения алюминия в высококонцентрированных растворах NH_4Cl или NH_4NO_3 при комплексном воздействии реверсивного тока и анодной плотности тока 0,06–0,10 А/см². Подтверждением научной новизны являются 4 патента на изобретение и 2 ноу-хау.

Достоверность полученных результатов подтверждается сходимостью экспериментальных результатов, полученных в лабораторных и полупромышленных условиях, а также использованием современного научно-исследовательского оборудования.

Практическая значимость работы состоит в разработке и изготовлении опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты и в проведении полупромышленных испытаний по разработанной технологии, в процессе которых было получено 150 кг оксида алюминия с суммарным содержанием примесей менее 50 ppm. Полученный оксид алюминия по содержанию Al_2O_3 и примесному составу не уступает зарубежным аналогам и пригоден для большинства сфер применения.

По автореферату диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. В обосновании преимуществ методов получения НРА из металлического алюминия перед традиционным способом, подразумевающим переработку минерального сырья с получением глинозема, автор утверждает, что данные способы являются более экономичными. Не понятно, учитывается ли при этом себестоимость получения металлического алюминия. Т.е. какова будет себестоимость получения НРА по «традиционной» и по предлагаемой технологиям если за исходное сырье принять бокситы?

2. Следующий вопрос вытекает из предыдущего. Возможно ли для получения НРА использование более дешёвых чем А99 низкосортных марок алюминия (например, алюминий технической чистоты А0 или А8...)?

3. Какую из солей аммония (нитрат или хлорид) в конечном итоге рекомендуется использовать? Лабораторные исследования проведены с использованием хлорида, а полупромышленные с использованием нитрата. Каковы их «экономические и экологические качества»?

4. При прокатке гидроксида алюминия, полученного в процессе электролиза, будут образовываться газы, содержащие аммиак, оксиды азота и/или хлор, предусмотрено ли технологией улавливание и утилизация данных выбросов? Какими способами?

5. Предусмотрен ли технологией рециклинг электролита, его очистка от накапливающихся примесей?

Кроме того, в тексте автореферата имеются некоторые опечатки, хотя в целом работа написана весьма грамотным, научно-техническим языком.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации. Автор продемонстрировал хорошее знание и грамотное использование электрохимических процессов в водных растворах, полностью решил поставленные задачи и проверил в полупромышленных условиях эффективность разработанной технологии получения оксида алюминия высокой чистоты.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, которая по своей актуальности, содержанию, научной и практической значимости соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Наливайко Антон Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Епифоров Александр Владимирович,
старший научный сотрудник лаборатории
металлургии АО «Иргиредмет»,
кандидат технических наук
25.04.2018

Иркутский научно-исследовательский
институт благородных и редких металлов
и алмазов (АО «Иргиредмет»)
664025, Иркутск, Гагарина, 38
тел.: 8-(3952)-33-08-55
e-mail: epiforov@irgiredmet.ru



О Т З Ы В

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом
в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой
степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов

Диссертация Наливайко А.Ю. посвящена актуальной и важной задаче – разработке технологии получения оксида алюминия высокой чистоты категории 4N, необходимого для оптической, полупроводниковой и химической промышленности России. На сегодняшний день данный продукт не производится на территории России в достаточных объемах, из-за чего отечественный научно-производственный комплекс преимущественно использует зарубежное сырье. Для решения данной проблемы соискателем предложена безопасная и малоэнергозатратная технология получения оксида алюминия высокой чистоты, основанная на электрохимическом окислении алюминия и обеспечивающая высокое качество производимого продукта. Актуальность диссертации подтверждается поддержкой работы Министерством науки и образования России и Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Научная значимость работы заключается в установлении влияния параметров анодного растворения алюминия в водных растворах солей аммония на поведение примесей алюминия и коагуляцию частиц гидроксида алюминия в пространстве электролита. В представленной работе детально описан механизм перехода примесей с поверхности алюминия в объем электролита и их дальнейшее взаимодействие с солями аммония, проведен большой комплекс исследований по изучению коагуляции гидроксида алюминия в электролизере при разных концентрациях солей аммония, установлена закономерность распределения объемных зон в электролизной ванне от содержания солей аммония в электролите.

Использование соискателем современных методов исследования, специализированного оборудования, проведение большого объема экспериментальных исследований в лабораторных условиях и на опытно-промышленной установке обеспечивают достоверность полученных результатов и сделанных на их основе выводов.

Практическая значимость работы заключается в выборе наиболее перспективной технологии получения оксида алюминия высокой чистоты с проведением предварительного сравнения современных способов: электрохимического, гидротермального, алколюлятного.

Технология, предложенная Наливайко А.Ю., прошла опытно-промышленные испытания в ходе которых было получено 150 кг оксида алюминия высокой чистоты категории 4N. Для проведения опытно-промышленных испытаний была сконструирована укрупненная установка, состоящая из функциональных блоков для окисления алюминия и обработки гидроксида алюминия.

Важным достоинством представленной работы является описание механизма коагуляции гидроксида алюминия в электролизной ванне и предложенные на его основе решения, способствующие более быстрому осаждению и уплотнению осадка. В качестве недостатка работы стоит отметить отсутствие в автореферате описания принципа послойного разделения объемных зон в электролизной ванне. Указанный недостаток не снижает положительное впечатление о выполненной работе и носит рекомендательный характер.

По своей актуальности, научной и практической значимости, объему выполненных исследований представленная работа соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, а ее автор, Наливайко Антон Юрьевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов.

Кандидат химических наук

Дроздов Андрей Сергеевич

Инженер-исследователь



Лаборатория растворной химии передовых материалов и технологий,

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова 9

Тел. 8(904)633-20-84

e-mail: drozdov@scamt-itmo.ru



О т з ы в

На автореферат диссертации **Наливайко Антона Юрьевича** «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов.

Как известно, оксид алюминия высокой чистоты используется в производстве электроники для получения специальных видов керамики, особенно монокристаллического корунда ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), применяемого в т.ч. в авиа- и ракетостроении. Отсутствие в России крупнотоннажного производства оксида алюминия высокой чистоты и стабильная потребность в таком материале приводят к зависимости отечественных производств от импортных поставок. Поэтому разработка технологии получения оксида алюминия высокой чистоты является актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка технологии получения оксида алюминия с суммарным содержанием примесей до 100 ppm электрохимическим методом в водных растворах солей аммония.

Из автореферата видно, что автором выполнен значительный объем теоритической и практической работы, необходимой для выполнения поставленных задач. В результате проведенной работы установлен и экспериментально подтвержден механизм очистки алюминиевых электродов, определены оптимальные режимы и параметры анодного растворения алюминия в водных растворах и дальнейшей обработки гидроксида алюминия. На основе проведенных исследований разработана и изготовлена опытно-промышленная установка для получения оксида алюминия высокой чистоты и получена опытно-экспериментальная партии оксида алюминия в количестве 150 кг с суммарным содержанием примесей (Si, K, Na, Fe, Ni, Cr, Ca, Mg, Ti, Cu, Zn, Zr, Y, Mil, Ga) до 50 ppm. Показано, что данная технология рентабельна, а полученный продукт пригоден для основных сфер применения, что подтверждено соответствующими актами. Таким образом практическая значимость данной работы не вызывает сомнений.

Материалы диссертационной работы Наливайко А. Ю. достаточно подробно опубликованы в открытой печати и доложены на различных российских и международных конференциях.

К работе имеются следующие замечания:

1. В первом пункте научной новизны работы автор утверждает, что установлена оптимальная концентрация солей аммония, однако установление различных параметров процессов имеет практическое, а не научное значение.
2. Во втором пункте научной новизны работы автор утверждает, что «обнаружено явление депассивации электродов в процессе анодного

растворения алюминия в водных растворах солей аммония при комплексном воздействии реверсивного тока». На странице 13 автореферата автор сообщает, что «для снижения вероятности образования пассивирующей пленки на практике используется реверсивный режим подачи тока», т.е. явление депассивации при воздействии реверсивного тока известно. Таким образом необходимо более подробно обосновать научную новизну работы.

3. Исходя из данных таблицы 1 и примерных экономических расчетов получается, что себестоимость полученного автором оксида алюминия высокой чистоты составляет не менее 9,4\$/кг, при том, что 7,8\$ - это стоимость металлического алюминия, а 1,6\$ - стоимость электроэнергии. И это без учета иных затрат. Стоимость китайского НРА (4N5A-40B) в открытых источниках указана в 8,5\$/кг. Будет ли полученный Вами продукт действительно конкурентоспособным?

Отмеченные замечания по работе не меняют общей положительной оценки диссертации. Считаю, что данная работа отвечает требованиям ВАК, имеет высокую научно-практическую ценность и ее автор Наливайко А. Ю. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy черных, цветных и редких металлов.

Старший научный сотрудник
лаборатории №1 «Проблем
металлургии комплексных руд»
ИМЕТ РАН, к.т.н.

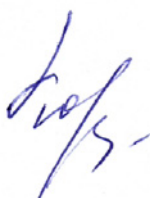


Гончаров
Константин
Васильевич

Адрес: 119334 г. Москва,
Ленинский проспект, д.49
Тел.: 8 (499) 135-94-82.
E-mail: goncharov-imet@mail.ru

Подпись рецензента Гончарова К.В. заверяю:

Начальник отдела кадров ИМЕТ РАН



Г.А. Корочкина

ОТЗЫВ НА АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

Наливайко Антон Юрьевич

«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия черных, цветных и редких металлов

Диссертация посвящена актуальной проблеме производства оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония, что важно для снижения импортазависимости от стратегически важного для промышленности РФ продукта, используемого для получения специальных видов керамики, светодиодов, полупроводников и люминофоров, а также находящего своё применение в инновационных рынках ЛЭД-техники и портативных мобильных устройств.

В этой связи научно обоснованная технология получения оксида алюминия с содержанием примесей до 100 ppm является важной составляющей научной новизны исследования. Сильной стороной диссертационного исследования безусловно является обнаруженное явление диссипации электродов в процессе анодного растворения алюминия в водных растворах солей аммония при воздействии реверсивного тока, которое способствует значительному увеличению выхода продукта и несомненно будет использовано в дальнейших технологических разработках многих специалистов-металлургов.


Диссертационная работа изложена на 144 страницах машинописного текста, включает в себя 62 рисунка, 11 таблиц, 8 приложений и библиографический список из 108 источников, включая статьи автора.

В качестве дискуссионного замечания по работе можно отметить недостаточную освещенность проблемы влияния параметров экспериментов на наступление порога коагуляции при концентрации солей аммония в электролите в интервале 20-25% масс., соответствующей 8-9 часам работы с момента запуска электролизной ванны (стр.15, рисунок 11).


Считаем, что автореферат диссертации полностью раскрывает её содержание и отвечает **всем требованиям п. 8 Положения ВАК РФ**, а её автор, **Наливайко Антон Юрьевич**, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.16.02 – Металлургия черных, цветных и редких металлов**.

В соответствии с требованиями ФЗ №153-ФЗ «О персональных данных» настоящим даем согласие на обработку своих персональных данных.

Директор металлургического института
ФГБОУ ВО ЛГТУ, к.т.н.


Чупров Вячеслав Борисович

Зав. кафедрой металлургических технологий
ФГБОУ ВО ЛГТУ, к.т.н.


Роговский Александр Николаевич

Доцент кафедры металлургических технологий
ФГБОУ ВО ЛГТУ, к.т.н.


Шипельников Алексей Александрович

ФГБОУ ВО «Липецкий государственный технический университет»,
398055, г. Липецк, ул. Московская, 30.

Почта: Lex1366@yandex.ru, тел.: +7(4742)328-262



И.В. Мезурова / 23.04.2018

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича

**«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим
методом в водных растворах солей аммония»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

Оксид алюминия высокой чистоты без преувеличения можно назвать флагманом в сегменте неметаллургического глинозёма, востребованность которого будет только возрастать, а спектр его полезных свойств открывать новые горизонты для его применения. Технологии получения чистого оксида алюминия предъявляют к себе ряд требований, прежде всего направленных на высокую эффективность и экономическую целесообразность его производства. В связи с этим, диссертационная работа Наливайко А.Ю. является весьма актуальной, поскольку посвящена процессу разработки промышленной технологии получения оксида алюминия высокой чистоты с использованием электрохимического метода окисления алюминия.

В автореферате убедительно и обоснованно сформулированы цель и основные задачи исследования, направленные на достижение поставленной цели. Данное исследование представляет несомненный научный и практический интерес. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций не вызывает нареканий.

Научная новизна заключается:

- в поиске оптимальной концентрации солей аммония, обеспечивающей переход примесей алюминия в электролит в виде водорастворимых солей при его электрохимическом окислении и ускорении достижения порога коагуляции гидроксида алюминия в объёме электролита более, чем в 10 раз;

- в обнаруженном явлении депассивации электродов в процессе анодного растворения алюминия в водных растворах солей аммония при

комплексном воздействии реверсивного тока и анодной плотности тока 0,06-0,10 А/см², что способствует увеличению эффективности выхода продукта.

Замечания:

1. На стр. 9 допущена опечатка: некорректно указан стандартный электродный потенциал железа. Потенциал электродной реакции восстановления трехвалентного железа (Fe^{3+}) составляет – 0,036 В.
2. Не рассмотрены способы утилизации или использования водорода, образующегося в процессе электролиза в водных растворах. Возможно они не приведены в автореферате.

Указанные замечания не снижают общей высокой оценки представленной работы.

Автореферат написан в соответствии с требованиями ВАК, материал изложен в логичной последовательности, выводы хорошо обоснованы, основные результаты опубликованы в печати и обсуждены на научных совещаниях. Выполненная работа является законченной научно-исследовательской работой, а её автор Наливайко А.Ю. заслуживает присвоения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02. – «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов».

199106, Россия, Санкт-Петербург, В.О.,

22 линия, д. 3, корп. 5

8(812)3219956

anton_mezenin@mail.ru

НПК Механобр-техника (АО)

Ведущий специалист, к.т.н.



Мезенин Антон Олегович

Подпись Мезенина А.О. заверяю:

Офис-менеджер

Еремина Ольга Сергеевна

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича на тему «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – металлургия черных, цветных и редких металлов.

В современных условиях экономики отечественные предприятия вынуждены решать целый комплекс задач, связанных как с качеством продукции, так и ее себестоимостью. Эти проблемы взаимосвязаны и от их решения зависит финансовое благополучие того или иного предприятия. В настоящем автореферате диссертационной работы, автором представлены результаты исследований направленных на разработку импортозамещающей технологии получения оксида алюминия высокой чистоты. В связи с этим актуальность настоящей работы очевидна.

Научная новизна диссертации заключается в том, на основе экспериментальных данных установлены оптимальные концентрации солей аммония в электролите, установлен факт депассивации электродов в процессе анодного растворения.

Практическая значимость результатов работы состоит в разработке усовершенствованной технологии процесса получения алюминия высокой чистоты электрохимическим методом. Разработанная технология опробована в ходе опытно-промышленных испытаний.

В первой главе диссертации автором приведен сравнительный анализ существующих технологий получения оксида алюминия высокой чистоты, обоснован экономический и экологический выбор электрохимического метода, по сравнению с другими, для разработки промышленного производства.

Вторая глава посвящена описанию методики и приведены результаты лабораторных исследований. Автором выявлены научные и технологические проблемы и предложены варианты их решения. Определены оптимальная концентрация электролита и плотность тока для анодного растворения алюминия.

В третьей главе приведены практические результаты, полученные на опытно-промышленной установке. Получены важные результаты, позволившие оптимизировать технологический процесс и состав электролита.

В заключительной, четвертой главе представлены результаты опытно-промышленных испытаний, показавшие высокое качество, полученного оксида алюминия, которое не уступает качеству продукции ведущих международных компаний.

Диссертационная работа Наливайко Антона Юрьевича «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония» является законченным научным трудом, начиная от идеи и заканчивая промышленной реализацией. Результаты исследований опубликованы во многочисленных публикациях.

Вызывает уважение объем и качество проведенных автором исследований, разнообразие применяемых методов исследования свойств растворов электролитов, используемый математический аппарат и количество публикаций.

В целом работа Наливайко Антона Юрьевича соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присвоения ученой степени кандидата технических наук.

д.т.н., профессор

доцент кафедры «МТО»



И.О.Леушин

С.В.Беляев

Отзыв представили:

Леушин Игорь Олегович,

- 603006, г. Нижний Новгород, ул. Грузинская, д.76, кв.29

- 8 (910) 791 60 91

- igoleu@yandex.ru

- г. Нижний Новгород

- д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Металлургические технологии и оборудование»

Беляев Сергей Владимирович,

- 603306, г. Нижний Новгород, ул. Генерала Штеменко, д. 2, кв. 14

- beril.belyev@yandex.ru

- 8 (920) 078 48 61

- Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов

Актуальность работы

В настоящее время оксид алюминия высокой чистоты является одним из самых востребованных продуктов глиноземного производства. Оксид алюминия высокой чистоты широко используется в химической, полупроводниковой и керамической промышленности. Наиболее востребованным видом оксида алюминия высокой чистоты является Al_2O_3 с содержанием примесных элементов до 100 ppm. Согласно экономическим прогнозам мировое потребление оксида алюминия с содержанием примесных элементов до 100 ppm увеличится более, чем в 2 раза в ближайшие 5 лет, что связано с бурным ростом высокотехнологических производственных отраслей.

Основными производителями оксида алюминия высокой чистоты являются Китай и Япония, доля Российской Федерации от общего объема производства составляет менее 1 %. На территории Российской Федерации сосредоточены крупные потребители оксида алюминия высокой чистоты, к которым можно отнести производителей синтетических сапфиров и промышленные предприятия по получению катализаторов, в том числе для процессов глубокой нефтепереработки.

Технология получения оксида алюминия высокой чистоты, предложенная в настоящей диссертационной работе, играет важную роль для преодоления зависимости от импортных продуктов. В связи с этим, диссертационная работа является значимой и актуальной.

Научная новизна

Автором диссертационной работы была усовершенствована и оптимизирована технология процесса электрохимического окисления алюминия в водных растворах солей аммония. В результате научных исследований было установлено:

- оптимальная концентрация NH_4NO_3 или NH_4Cl в водном электролите, при которой происходит взаимодействие продуктов гидролиза солей аммония с примесными металлами алюминия с образованием водорастворимых солей и достигается более быстрое наступление порога коагуляции гидроксида алюминия в пространстве электролизной ванны;
- оптимальные параметры процесса электролиза (реверсивный ток с анодной плотностью 0,06–0,10 А/см²), которые обеспечивают депассивацию электродов в процессе анодного растворения алюминия и увеличение эффективного выхода продукта.

Помимо этого, автором были определены условия обработки гидроксида алюминия, исследовано изменение дисперсности и химического состава продуктов при осуществлении предложенной технологической схемы и предложен способ очистки электролита от примесей железа.

Практическая значимость

В диссертационной работе разработана и детально описана технология получения оксида алюминия высокой чистоты с указанием всех технологических параметров для каждой операции и химических составов необходимых реагентов. Для разработанной технологии создана опытно-промышленная установка производительностью 1,57 кг продукта в сутки. Разработанная технология прошла длительные опытно-промышленные испытания, в результате которых было получено 150 кг оксида алюминия высокой чистоты.

Оригинальность предложенных автором технологических решений подтверждается наличием 4-х патентов и 2-х ноу-хау.

Значимость диссертационной работы для научно-производственного сектора Российской Федерации подтверждается выполнением исследования в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

Обсуждение результатов диссертационной работы

Автором проделана большая работа по анализу существующих технологий получения оксида алюминия, подробно описаны методики проведения экспериментальных исследований и детально обсуждены все полученные результаты. Автореферат написан понятным и грамотным научным языком. Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современных физико-химических и электрохимических методов исследования, применением большого количества исследовательского оборудования и значительным объемом экспериментальных результатов.

Результаты диссертационной работ были представлены на международных конференциях, основные результаты опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

Одним из главных достоинств диссертационной работы является подробное описание укрупненных испытаний разработанной технологии получения оксида алюминия высокой чистоты на изготовленной опытно-промышленной установке, что представляет особый интерес для производственных предприятий.

К основным недостаткам работы можно отнести следующие замечания:

1. В автореферате диссертации не в полной мере раскрыто основание для выбора отдельных устройств, используемых при создании опытно-промышленной установки, в частности не описана необходимость использования солевого фильтра умягчения воды и обратноосмотической установки.

2. Из автореферата диссертации неясно, по каким конкретно критериям были выбраны оптимальные параметры процесса промывки гидроксида алюминия?

Указанные замечания не снижают достоверность и высокую значимость полученных результатов.

Заключение

Диссертационная работа А.Ю. Наливайко представляет собой подробно описанную и завершённую научно-квалификационную работу. Продукт получаемый по разработанной технологии представляет высокую значимость для импортозамещения и производственных сфер Российской Федерации, в том числе для нефтеперерабатывающей отрасли в части производства матриц катализаторов для процессов риформинга и изомеризации.

Представленная диссертационная работа в полной мере отвечает требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор А.Ю. Наливайко заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallургия чёрных, цветных и редких металлов.

Генеральный директор

ООО «Нефтегазовые технологии

МИФИ», г.Димитровград,

д.т.н., профессор, Лауреат Премии

Правительства РФ в области науки и

техники



И.Н. Панин

Подпись Панина И.Н. заверяю

Нач.ОК

М.А.Бояркина

Общество с ограниченной ответственностью

«Нефтегазовые технологии МИФИ»

433510 г.Димитровград

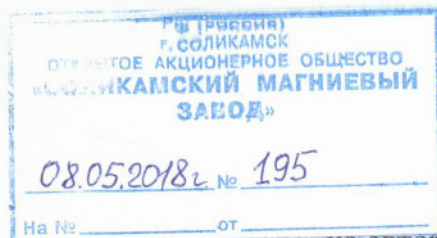
Ульяновской области

Ул. Куйбышева д. 226А/2

Тел. (факс) 8-(842 35) 3-38-03

Телефон: +7 960-361-56-67

Электронная почта: inpanin@mail.ru



ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Наливайко Антона Юрьевича**
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.16.02 - «Металлургия чёрных, цветных и редких металлов»

Актуальность проблемы. Разработки новых методов получения востребованных функциональных материалов – неперемное условие для развития науки и техники.

Высокоочищенный оксид алюминия, как материал с уникальным набором физико-технических свойств, широко востребован в производстве специальной керамики, химически- и термостойких конструкционных элементов, монокристаллического корунда, светодиодов, полупроводников и люминофоров.

Данная работа посвящена разработке коммерчески эффективной, более совершенной, с точки зрения экологического обеспечения, технологии получения оксида алюминия высокой чистоты. Предполагается получить продукт, соответствующий мировым стандартам, в том числе для того, чтобы обеспечить отечественных потребителей надежным альтернативным источником.

Использование в качестве метода электрохимического окисления металла сопряжено с рядом трудностей, связанных с присутствием примесных элементов в электролите и исходных материалах, влияющих на результат. Автор поставил целью их преодолеть. По нашему мнению, работа представляет весьма интересным направлением в электрохимии и технологии особо чистых соединений и весьма актуальна.

Научная новизна. Автором изучен новый состав электролитов на основе солей аммония. Всесторонне исследованы процессы распределения примесей при электрохимическом окислении алюминия.

Получены основополагающие данные (для изученного Наливайко А.Ю. процесса) по депассивации электродов в ходе анодного растворения алюминия в водных растворах солей аммония.

Разработаны физико-химические аспекты процесса, позволяющие реализовать данную технологию в промышленном масштабе.

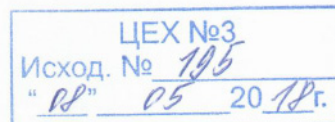
Экспериментальные данные подтверждены опытом производства.

Практическая значимость. Автором разработаны электрохимическая технология получения высокочистого оксида алюминия с анодным растворением алюминия.

Новизна технологических решений подтверждена патентами РФ.

Проведенные автором исследования позволили сформулировать условия увеличения удельной производительности электролизеров более чем в 10 раз.

Особым достижением автора мы считаем реализованный им комплексный подход при решении проблемы и четко выраженная практическая направленность полученных им научных результатов.



Антон Юрьевич не ограничился изучением базового процесса и решил ряд задач за пределами избранной темы. Им были получены важные научные и технологические результаты по промывке, фильтрации, сушке и др. этапам, необходимым для организации промышленного производства.

Автору при выполнении исследований удалось реализовать технологию в опытно-промышленном масштабе (в объемах, типичных для производства некоторых продукции высокой степени чистоты). Судя по приведенным данным, качество оксида алюминия, синтезированного Наливайко А.Ю. по разработанной технологии вполне сопоставимо, а по ряду показателей лучше аналогичного продукта известных зарубежных производителей.

Такой подход автора выгодно отличается от большинства известных нам работ и свидетельствует о его высокой научной и инженерной квалификации.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием современного оборудования и методов анализа, большим объемом экспериментальных данных, применением статистических методов обработки полученных результатов, а также сходимостью данных лабораторных и опытно-промышленных испытаний.

По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий ВАКа, 7 тезисов докладов научных конференций, получено 4 патента и 2 ноу-хау.

Диссертационная работа изложена на 144 страницах, включает 62 рисунка, 11 таблиц, 8 приложений, список из 108 литературных источников и состоит из введения, 4 глав и заключения.

К автореферату имеются следующие замечания и вопросы:

1. с. 8: Уточнение: гидроксид аммония мало диссоциирован на аммоний- и гидроксид-ионы, но, по мнению ряда авторов, в водном растворе является сильнощелочным агентом и участвует в процессах переноса тока.

2. с. 11: Известно, что при электролизе концентрированного раствора хлорида аммония в кислой среде при анодном окислении возможно образование нитрида хлора Cl_3N , склонного к детонации. Как это может повлиять на особенности технологии при её масштабировании?

3. с. 17: Как можно использовать загрязнённый железом оксид алюминия после корректировки электролита? Как, по мнению автора, можно провести оборот промывных вод?

4. с. 18: Как, по мнению автора, следует реализовывать прокалку оксида алюминия квалификации «ОСЧ» при 1200°C во избежание вторичных загрязнений?

5. с. 18, табл. 1: Расход алюминия почти втрое больше, чем выход оксида алюминия из металла. Куда переходит избыток алюминия, как это влияет на себестоимость?

Отмеченные замечания не снижают общей положительной и высокой оценки данной работы. Полученные Наливайко А.Ю. результаты имеют важное значение для химии и технологии электрохимических методов синтеза, как таковых, и синтеза высокочистых оксидов металлов, в частности.

Заключение рецензентов:

По нашему мнению, диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, соответствует основным современным требованиям,

является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям пункта 9 Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного постановлением № 843 Правительства РФ от 24.09.2013 г.) ВАК Министерства образования и науки России, применяемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор **Наливайко Антон Юрьевич** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – **Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.**

Данные о рецензентах:

Ученая степень, ученое звание: доктор и кандидат технических наук, специальность 05.17.02 – «Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов».

Должность: заместитель начальника и старший мастер опытного цеха № 3 ОАО «Соликамский магниевый завод», руководители группы перспективных направлений.

Место работы: ОАО «Соликамский магниевый завод», опытный цех № 3.

Фамилия, имя, отчество: Чуб Александр Васильевич, Цурика Андрей Анатольевич.

Адрес места работы: 618500, Пермский край, г. Соликамск, ул. Правды, 9

Телефон: 8-(34253)-66-3-28, 66-6-09.

E-mail: chub328@rambler.ru; and-zur@mail.ru

Дата: 08.05.2018 г.

Заместитель начальника опытного цеха, руководитель группы перспективных направлений, к.т.н., специальность 05.17.02–«Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»



А.В. Чуб

Старший мастер, к.т.н., специальность 05.17.02–«Технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to A.A. Tsurika, written over a faint circular stamp.

А.А. Цурика

Подписи Чуба Александра Васильевича, доктора технических наук, заместителя начальника и Цурика Андрея Анатольевича, кандидата технических наук, старшего мастера опытного цеха ОАО «Соликамский магниевый завод», удостоверяю:

Начальник административно-хозяйственного отдела ОАО «СМЗ»



Г.А. Тейхреб

ОТЗЫВ

на автореферат Наливайко Антона Юрьевича
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в
водных растворах солей аммония»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Особую актуальность в условиях роста объемов производства портативных мобильных устройств приобретают задачи поиска и разработки новых способов производства материалов для изготовления дисплеев. Перспективным для решения обозначенной задачи является создание ресурсосберегающих высокопроизводительных технологий получения высокочистого оксида алюминия. В этой связи диссертационная работа Наливайко А.Ю. является актуальной и имеет важное научное и прикладное значение.

В рамках решения сформулированных в работе задач проведен комплекс экспериментальных исследований с использованием современного технологического и измерительного оборудования и получены наиболее существенные, с нашей точки зрения, научные результаты, связанные с теоретическими и экспериментальными исследованиями поведения алюминиевого анода и примесных металлов в процессе анодного растворения алюминия в водных растворах солей аммония, а также с определением оптимальных параметров процессов электрохимического растворения алюминия и обработки гидроксида алюминия.

Результаты работы опубликованы в 16 научных работах, в т.ч. в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ. Наличие 4 патентов РФ на изобретения и 2 документов, устанавливающих исключительное право на секрет производства, подтверждает новизну предложенных в работе конструкторско-технологических решений.

В качестве замечания следует отметить, что в тексте автореферата встречаются различные единицы измерения концентрации одного и того же вещества (масс. %, мг/л).

Автореферат и научные публикации автора позволяют сделать вывод, что диссертация является законченным научным исследованием, выполненным на высоком научном и методическом уровне. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям ВАК Минобрнауки РФ, а ее автор, Наливайко Антон Юрьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Мордасов Денис Михайлович
профессор, доктор технических наук
(05.11.13 – Приборы и методы контроля природной
среды, веществ, материалов и изделий),
заведующий кафедрой «Материалы и технология»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106,
8(4752) 63-04-69, mit@mail.nnpi-stu.ru



« 03 » мая 2018 г.

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ ТГТУ

Г.В. Мозгова
« 03 » мая 2018 г.

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Наливайко А.Ю. «Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

С развитием высокотехнологичных отраслей в промышленности повышается спрос на оксид алюминия высокой чистоты, который является материалом для изготовления различных оптических систем и лазеров, светодиодов, современных интегральных схем, а также используется в медицине, в ювелирной промышленности. При промышленном производстве его получают из металлургического глинозема. Однако эффективная технология получения этого материала в настоящее время в основном реализована за рубежом, а высокие цены на импортный высокочистый оксид алюминия приводят к тому, что российские предприятия по их производству становятся нерентабельными.

В связи с этим, диссертационная работа Наливайко А.Ю., посвященная разработке технологии получения оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония является актуальной.

Автором грамотно сформулированы цель работы, частные задачи исследования, использован современный комплекс физико-химических и электрохимических методик исследований и оборудования, что обеспечивает достоверность и воспроизводимость полученных результатов.

В работе получены новые научные результаты. Наиболее интересными из них, на мой взгляд, являются исследования посвященные установлению оптимальной концентрации солей аммония, обеспечивающей переход примесей алюминия в электролит в виде водорастворимых солей при его электрохимическом окислении и ускорение достижения порога коагуляции гидрооксида алюминия в объеме электролита более чем в 10 раз. Интересным практическим результатом является разработка и изготовление опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты и получение опытно-экспериментальной партии оксида алюминия с суммарным содержанием примесей до 50 ppm..

В автореферате работа изложена последовательно и логично. Апробация работы и перечень опубликованных работ вопросов не вызывают.

Вместе с тем в виде замечания можно отметить, что для аттестации полученного порошка использован не весь комплекс исследований, в частности отсутствует полный фракционный анализ порошка с количественным анализом в сравнении с зарубежными аналогами, для чего требуются более детальные металлографические исследования, которые в автореферате практически не отражены.

В целом, диссертационная работа оставляет хорошее впечатление и представляет законченное целостное научное исследование, автореферат написан грамотным техническим языком и полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук.

Профессор кафедры материаловедения
и физики металлов, д.ф.-м.н.



Зарипов Н.Г.

ФГБОУ ВПО Уфимский государственный
авиационный технический университет (УГАТУ)
450000, г. Уфа, ул. К.Маркса, 12
nzaripov@mail.ru Тел. 8 (347) 273-77-32



| | | | |
|--|---------------------|----|----------|
| Подпись | Зарипова Н.Г. | | |
| достоверяю | « 14 » | 05 | 20 18 г. |
| Начальник отдела документационного обеспечения и архива | Шамс Тилванов, д.и. | | |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого»
(ФГАОУ ВО «СПбПУ»)

В диссертационный Совет Д 212.132.05 при
Федеральном государственном образовательном
учреждении высшего образования «Национальный
исследовательский технологический университет
«МИСиС»
119049, г. Москва, Крымский вал, д. 3

Институт металлургии, машиностроения
и транспорта
552-89-69

№ _____

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Наливайко Антона Юрьевича
«Получение оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом
в водных растворах солей аммония»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.
Специальность 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений и подтверждается тематическими планами университета на НИР, обширными публикациями и апробацией работы на конференциях.

В диссертации поставлена и решена актуальная задача получения оксида алюминия высокой чистоты для изготовления изделий в гражданской и военной технике и представляет интерес для специалистов при производстве монокристаллического корунда, полупроводников и химической промышленности.

Диссертационное исследование отличается элементами новизны и отражает запросы практики, несомненно, представляет определенный интерес, так как в результате работы разработана технология получения оксида алюминия высокой чистоты электрохимическим методом в водных растворах солей аммония, результаты исследований опубликованы в 16 научных работах, в том числе 4-х патентах и 2-х ноу-хау.

Вопросы влияния различных факторов на сложность удаления NaCl в составе электролита из гидроксида алюминия, низкая производительность по гидроксиду алюминия, высокий расход электроэнергии сложны для исследования, но успешно решены в работе.

Тема данной диссертационной работы представляется современной, актуальной и интересной для изучения.

Большое научное и практическое значение приобретает разработка опытно-промышленной установки получения оксида алюминия высокой чистоты и опытно-промышленные испытания, что подтверждено актами.

Предложенная автором оригинальная методика с использованием современных физико-химических и электрохимических методов исследования, значительный объём экспериментальных данных, применение

статистических методов обработки данных, а также сходимость результатов лабораторных и опытно-промышленных испытаний позволяет подтвердить достоверность результатов.

Обоснованность результатов, выдвинутых соискателем, основывается на согласованности данных эксперимента и научных выводов. Так установлен и опытным путем подтверждён механизм очистки алюминиевых электродов, оптимальный режим подачи электрического тока, обеспечивающий эффективное анодное растворение алюминия в водных растворах, установлено влияние концентрации солей аммония на продолжительность наступления порога коагуляции и распределение объёмных долей отдельных зон, образующихся в электролизной ванне.

Серьёзных просчетов в логичности выводов, применяемых методов обработки статистики не обнаружено.

Автореферат является полноценным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне и отражает все этапы исследования, представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы. Автореферат содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики. Написан квалифицированно и аккуратно оформлен.

Автореферат достаточно полно отражает суть исследования и отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней.

Исходя из представленных в автореферате сведений, диссертация написана на высоком научном уровне, соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, и соискатель Наливайко Антон Юрьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Кисленков Владимир Васильевич,
кандидат технических наук,
Адрес: 194223, г. Санкт-Петербург,
пр. Тореца, 35, корп., 2 кв. 27
Тел. 8-(921)-395-99-89
E-mail: vvkislenkov@spbstu.ru

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого»
доцент кафедры «Технология и исследования материалов»

ВК

