



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Акционерное общество «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» (АО «Гиредмет») на **диссертационную работу Васильевой Елены Сергеевны** на тему «Разработка способа электрохимической очистки раствора солянокислотного выщелачивания низкосортного алюминийсодержащего сырья от примеси железа», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

Актуальность темы работы и ее связь с планами отраслей отечественного производства. В условиях постоянного роста спроса на энергоносители и материальные ресурсы все более актуальными становятся исследования, направленные на разработку энергоэффективных и ресурсосберегающих способов получения металлов, сплавов и композитов. В диссертационной работе Васильевой Е.С. рассмотрена перспективная комплексная кислотно-щелочная технология, основной целью которой является извлечение оксида алюминия (глинозем) из российского высококремнистого сырья и предложен способ электрохимической очистки раствора солянокислотного выщелачивания низкосортного алюминийсодержащего сырья от примеси железа, позволяющий в дальнейшем получать оксид алюминия, содержащий не более 0,015 % Fe_2O_3 , что отвечает требованию ГОСТ 30558–2017 «Глинозем металлургический», пригодного для получения алюминия электролизом в расплавленных средах. Технологические решения по обезжелезнению алюмосодержащих растворов выщелачивания, которые разработал автор, актуализируют возможность вовлечения в переработку отечественного низкосортного алюминийсодержащего сырья с целью импортозамещения.

Важность поставленных задач для развития науки. Изучению возможности получения оксида алюминия из российского низкосортного сырья в последнее время уделяется много внимания. Посвященные этому работы направлены прежде всего на поиск решений по максимальному

извлечению алюминия из исходного сырья и дальнейшему отделению его от примеси железа. Диссертация Васильевой Е.С. является комплексным исследованием, направленным на расширение представлений об электрохимических и химических процессах, протекающих в системе электрод-электролит $\text{AlCl}_3\text{-FeCl}_3\text{-H}_2\text{O}$. Целью данной работы является разработка способа электрохимической очистки алюмохлоридного раствора от примеси железа, полученного после солянокислотного выщелачивания каолиновой глины, позволяющего повышать степень очистки раствора, пригодного для получения металлургического глинозема из российского низкосортного сырья.

Новизна исследования и полученных результатов, а также выводов и рекомендаций, содержащихся в диссертации. Идея вовлечения низкосортного алюминийсодержащего сырья в переработку является не новой и представляется вполне осуществимой. Причем на сегодняшний день существует большое количество предложенных технологических решений по переработки данного вида сырья, некоторые из которых уже активно апробировались непосредственно на опытно-промышленных площадках в России. Тем не менее, на сегодняшний день не имеется каких-либо данных о внедрении подобных технологий, что объясняется рядом причин, таких как: недостаточное извлечение ценного компонента, несоответствие требованиям ГОСТ 30558–2017 «Глинозем металлургический» по химическому составу и т.д.

В диссертационной работе Васильевой Е.С. получены данные, характеризующие физико-химические процессы, протекающие в системе $\text{AlCl}_3\text{-FeCl}_3\text{-H}_2\text{O}$, поясняющие стадийный механизм электрохимического восстановления железа при использовании электродной пары алюминий (анод)–сталь (катод).

Автором установлены закономерности электродных процессов и определены оптимальные параметры ведения процесса электролиза. На основании выполненных исследований автором установлено, что применение электродной пары растворимый анод (алюминий) – катод (сталь) и ведение процесса при условиях: pH 1–2, катодная плотность тока 0,01–0,1 А/см² и анодная плотность тока 0,015–0,2 А/см² позволяет избежать выделения хлора на аноде и минимального выделения водорода на катоде.

Значимость результатов и рекомендаций для науки и производства. Наряду с научной новизной полученные результаты обладают также и практической ценностью, поскольку они будут востребованными при

конструировании электролизеров, а также для технико-экономической оценки предлагаемого способа в рамках комплексной кислотно-щелочной технологии. На основании выполненных укрупненных испытаний на опытно-промышленной площадке ООО «РУСАЛ ИТЦ», г. Санкт-Петербург подтверждена эффективность разработанного способа очистки алюмохлоридного раствора от примеси железа и получен алюмохлоридный раствор, с содержанием хлорида железа не более 0,02%. Приведенные в работе результаты экспериментальной апробации, а также четко изложенные рекомендации по осуществлению процесса на примере каолиновой глины Трошковского месторождения, дают все основания считать предлагаемый способ перспективным для опытно-промышленного внедрения на АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат».

Результаты, представленные в диссертационной работе Васильевой Е.С., были получены при выполнении работ в соответствии с тематическим планом университета на научно-исследовательские работы проекта «Разработка инновационной и высокоэффективной комплексной технологии получения глинозема из российского высококремнистого сырья», проект 14.581.21.0019, шифр «Глинозём», 2015–2018 г.

Структура и внутреннее единство работы. Диссертационная работа состоит из четырех глав, в которых представлены результаты последовательных и взаимосвязанных исследований. В первой главе автором была проведена оценка состояния минерально-сырьевой базы и промышленного производства алюминия в мире и в Российской Федерации, а также патентный поиск по технологиям получения глинозема. Установлено, что в настоящее время в промышленном производстве алюминия используется импортный боксит, в то же время вовлечение низкосортного алюминийсодержащего сырья в производство металлургического глинозема с учетом дефицита национальных запасов высококачественных бокситов может обеспечить внутренние потребности страны в сырье и уйти от импорта из-за рубежа. Однако низкосортное алюминийсодержащее сырье для получения глинозема, пригодного по качеству для электролитического производства алюминия, не вовлечено в промышленную переработку. Выявлено большое количество исследований, посвященных кислотным способам вскрытия такого вида сырья, в процессе которых, в отличие от щелочного способа Байера, весь кремний полностью остается в осадке, а все железо вместе с алюминием переходит в растворы. Полученные алюмосодержащие растворы содержат ряд примесей и требуют дополнительной очистки. Предлагаемые способы разделения алюминия и

железа (разделение высаливанием, экстракцией и сорбцией, щелочной очисткой) имеют ряд существенных недостатков. В связи с этим, автором высказана идея о возможности электрохимического разделения алюминия и железа за счет их существенной разницы потенциалов в ряду напряжений металлов. Во второй главе выполнено физико-химическое моделирование электрохимических процессов, протекающих в системе электрод-электролит на модельных растворах и обоснование выбора материала электродов и исследование электрохимических процессов, протекающих на аноде и катоде при электролизе. На основании полученных результатов, в третьей главе изучено влияния технологических параметров процесса электролиза на степень очистки алюмохлоридного раствора от примеси железа. На базе этих данных в четвертой главе разработана конструкция электролизера и выданы рекомендации по аппаратному оформлению процесса электрохимической очистки алюмохлоридного раствора от примеси железа. Для подтверждения воспроизводимости установленных на модельных растворах оптимальных параметров электролиза проведены исследования очистки растворов солянокислотного выщелачивания каолиновой глины Трошковского месторождения в электролизере специально разработанной конструкции на опытно-промышленной площадке «РУСАЛ ИТЦ» и подтверждена пригодность способа для получения оксида алюминия, соответствующего по качеству ГОСТ 30558–2017 «Глинозем металлургический».

Полученные результаты соответствуют цели и задачам диссертационной работы, содержание автореферата и опубликованных работ полностью соотносится с ее основными положениями и выводами. Материалы диссертации достаточно полно представлены на международных и российских конференциях и в научных журналах, рекомендованных ВАК. По материалам диссертации имеются 12 публикаций, из которых 3 статьи в журналах из перечня ВАК и индексируемых в базах данных РИНЦ, Scopus, WoS, 3 патента РФ, 6 тезисов, опубликованных в сборниках трудов конференций.

Тема диссертационной работы **соответствует паспорту специальности 2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов»** и отрасли науки. Согласно формуле специальности, в работе изучены электродные процессы на границах электрод-электролит под действием электрического тока и способы управления этими процессами, что соответствует пунктам паспорта специальности: «Электро- и спецэлектрометаллургические процессы и агрегаты».

Диссертационная работа и автореферат написаны грамотным научным и доступным для широкого круга специалистов языком. Диссертант

максимально придерживался единообразия в терминологии, оформлении рисунков, таблиц и формул, что также упрощает восприятие содержания работы. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации и достоверно отражает основные результаты работы.

Вопросы и замечания по диссертационной работе:

1) В диссертационной работе приведены результаты электрохимической очистки растворов выщелачивания на примере каолиновой глины Трошковского месторождения. Является ли разработанный способ электрохимической очистки универсальным? Можно ли применять разработанный способ очистки к растворам выщелачивания исходного сырья других месторождений?

2) В диссертационной работе не в полном объеме отражены исследования зарубежных компаний по кислотным способам получения оксида алюминия. Какие компании разрабатывают данные технологии, организовано ли масштабное производство?

3) Проводилась ли диссертантом оценка технико-экономического эффекта от предлагаемой технологии получения оксида алюминия металлургического качества из низкосортного сырья с учетом годового спроса на оксид алюминия?

4) Для объяснения явления пассивности на аноде существуют две теории – пленочная и адсорбционная. Какая из них более точно описывает Ваши результаты?

5) Из текста диссертации не ясно, каким образом получены суммарные поляризационные кривые.

Имеющиеся замечания носят дискуссионный характер и не влияют на положительную оценку работы в целом.

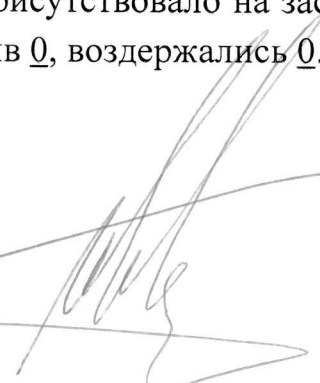
Закключение. Диссертационная работа Васильевой Елены Сергеевны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой рассмотрена возможность переработки российского низкосортного сырья и решена важная практическая задача – разработаны технологические решения по обезжелезнению растворов выщелачивания импортозамещающей технологии производства металлургического глинозема. Диссертационная работа Васильевой Е.С. имеет большой практический и экономический интерес для компании АО «РУСАЛ», полученные результаты могут быть апробированы с дальнейшим внедрением на АО «РУСАЛ Ачинский глиноземный комбинат».

По объему, качеству и достоверности полученных результатов, их грамотному и логичному изложению, по научной и практической значимости, актуальности задач и целей, обоснованности выводов, положений и научно-практических рекомендаций диссертационная работа соответствует критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», а ее автор, Васильева Елена Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.6.2 – «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Работа заслушана на заседании объединенного научно-технического совета АО «Гиредмет» 16 мая 2022 г (протокол заседания объединенного научно-технического совета №5). Присутствовало на заседании 22 человека. Результаты голосования: за 22, против 0, воздержались 0.

Доктор физико-математических
наук, профессор, научный
руководитель АО «Гиредмет»
Телефон: +7-903-712-05-52
E-mail: YNParkhomenko@rosatom.ru



Пархоменко
Юрий Николаевич

Ученый секретарь
АО «Гиредмет», к.т.н.
Телефон: +7-953-707-83-28
E-mail: ElANeskoromnaya@rosatom.ru



Нескоромная
Елена Анатольевна

Сведения о ведущей организации

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

Юридический и фактический адрес: 111524, Москва, Электродная ул., д. 2, стр. 1, эт 5 пом VI пом 39.

Телефон: +7 (495) 708-44-66

E-mail: info_giredmet@rosatom.ru