

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по техническим

изделиям ОАО «Красцветмет»

Осипенко Владимир Борисович

15 марта 2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Кузаса Евгения Александровича «Растворение сырья, содержащего металлы платиновой группы, под действием электрического тока», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Metallurgy чёрных, цветных и редких металлов

Диссертация Кузаса Евгения Александровича посвящена изучению механизмов растворения, явлений пассивации, природы лимитирующих стадий и влияния различных типов электрического тока на показатели процессов растворения сырья, содержащего металлы платиновой группы (МПП).

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 127 наименований и пяти приложений; содержит 188 страниц, включает 38 рисунков и 38 таблиц.

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, показана степень разработанности темы исследования, сформулированы цель работы, задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, обозначены степень достоверности и апробация результатов, а также личный вклад автора.

В **первой главе** проведён анализ литературных данных по теме диссертации. Автор указывает на недостаточную изученность механизмов растворения и пассивации, влияния лимитирующих стадий и различных типов электрического тока на показатели

ионизации МПГ, что ограничивает промышленное применение процессов растворения сырья, содержащего МПГ, под действием электрического тока.

Во **второй главе** показано, что основным механизмом растворения дисперсного сырья, содержащего МПГ, является электрохлорирование – сложный гетерогенный процесс, состоящий из ряда последовательных стадий: электроокисления хлорид-ионов на поверхности атомов МПГ, хемосорбции атомарного хлора, окисления МПГ атомарным хлором и образования комплексных анионов МПГ. Приведены результаты исследования явления пассивации платины, родия, иридия и палладия при их поляризации постоянным током в солянокислом растворе. Показано, что в широком диапазоне скоростей увеличения потенциала поверхностные слои указанных металлов образованы хемофазами состава «МПГ – кислород» и/или соответствующими оксидами. В ходе кинетического анализа установлены лимитирующие стадии процессов растворения порошка родия и полупродуктов, содержащих МПГ, – электроокисление хлорид-ионов и/или хемосорбция атомарного хлора. Предложены способы интенсификации процессов растворения МПГ.

В **третьей и четвёртой главах** автор приводит результаты изучения влияния различных типов электрического тока на показатели процессов электрохлорирования сырья, содержащего МПГ. При растворении порошка родия предлагается использовать периодический ток с длительностью прохождения его в прямом и обратном импульсах 1/1 мин/мин, при растворении полупродуктов, содержащих МПГ (шлиховой платины, КП-1), – постоянный ток. Использование указанных типов электрического тока позволяет проводить электрохлорирование МПГ с промышленно значимыми скоростями и без пассивации. На основании полученных данных предложены промышленные аппараты и технологии электрохлорирования порошка родия и полупродуктов, содержащих МПГ. Технология электрохлорирования порошка родия внедрена в аффинажном цехе АО «ЕЗ ОЦМ», что подтверждено соответствующим актом.

В **пятой главе** приведены расчёты экономической эффективности. Показано, что от внедрения технологии электрохлорирования порошка родия за 2014–2017 гг. получен экономический эффект в размере более 1 млн руб.

В приложениях автор приводит большое количество технологической документации, разработанной, в том числе, им самим.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью замены традиционных технологий получения родиевой хлористоводородной кислоты (спекание с пероксидом бария) и солянокислых растворов, содержащих МПГ (царсководочное растворение), в аффинажном цехе АО «ЕЗ ОЦМ», универсальными технологиями электрохлорирования, которые требуют разработки и научного обоснования.

Научная новизна диссертации заключается в установленном депассивирующем эффекте периодического тока с длительностью прохождения его в прямом и обратном импульсах 1/1 мин/мин в процессе электрохлорирования порошка родия; в предложенном механизме растворения сырья, содержащего МПГ (электрохлорирование); в определённой степени заполнения поверхности электродов из платины, родия и иридия при поляризации постоянным током в растворе соляной кислоты (100 %); в определённых лимитирующих стадиях процессов электрохлорирования сырья, содержащего МПГ (электроокисление хлорид-ионов и/или хемосорбция атомарного хлора).

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Периодический ток с длительностью прохождения его в прямом и обратном импульсах 1/1 мин/мин и постоянный ток являются оптимальными для процессов электрохлорирования порошка родия и полупродуктов, содержащих МПГ, соответственно.

2. Процессы электрохлорирования порошка родия под действием периодического тока с длительностью прохождения его в прямом и обратном импульсах 1/1 мин/мин и полупродуктов, содержащих МПГ, под действием постоянного тока, с использованием катионообменной мембраны, проходят в смешанном режиме. В качестве приёмов интенсификации процессов электрохлорирования предлагается увеличивать плотность тока и использовать электрохлораторы, работающие под избыточным давлением.

3. Разработанные технологии электрохлорирования сырья, содержащего МПГ, внедрены в производственный процесс или находятся на стадии промышленного проектирования.

Степень достоверности и апробация результатов

Исследования выполнены на хорошем техническом уровне, с применением современных средств, методик и методов.

Диссертация написана грамотным языком, хорошо оформлена, основные её положения и выводы понятны и логичны.

Основные положения диссертации изложены в восьми научных работах, из которых три статьи – в рецензируемых научных изданиях, определённых ВАК. Автор принял участие в четырёх международных конференциях, включая IPMI в 2015 г.

По диссертации имеются следующие вопросы и замечания:

1. Для промышленного использования автором рекомендован режим периодического тока с равной длительностью прямого и обратного импульса (1/1 мин/мин), так как при соотношении токов больше или меньше 1 происходит металлизация деталей установки или пассивация порошка, не может ли быть повышена эффективность растворения при использовании других значений прямого и обратного импульса, например, 0,1/0,1 мин/мин или 2/2 мин/мин?

2. Для интенсификации процессов электрохлорирования автор предлагает использовать танталовые аноды, хотя, по нашему мнению, не менее эффективными могут оказаться получившие широкое практическое использование титановые аноды с оксидными покрытиями на основе иридия и рутения.

3. Поддерживается ли в процессах электрохлорирования определённая концентрация соляной кислоты? Если нет, то, как она изменяется по ходу процессов? Почему в качестве исходного реактива используется 12 М раствор соляной кислоты, который имеет меньшую электропроводность в сравнении с 6 М раствором соляной кислоты?

4. В состав шлиховой платины входят фазы на основе иридия, который по данным автора диссертации пассивируется при электрохлорировании. Почему иридий в составе шлиховой платины теряет свойство пассивироваться и активно растворяется наряду с платиной?

5. Каково поведение осмия при электрохлорировании шлиховой платины и как его планируется извлекать?

6. За счёт чего планируется увеличить скорость растворения шлиховой платины в промышленном электрохлораторе в сравнении с лабораторными процессами?

Заключение

Высказанные замечания носят частный и дискуссионный характер и не снижают общей высокой оценки работы.

Результаты, полученные Кузасом Евгением Александровичем, имеют высокую значимость для развития металлургии благородных металлов, поскольку позволяют создать научно-технический задел, необходимый для решения проблем переработки сырья, содержащего МПГ, под действием электрического тока. Результаты и выводы, приведённые в диссертации, использованы при разработке и внедрении промышленных технологий электрохлорирования в АО «ЕЗ ОЦМ», что подтверждает практическую ценность работы. Более того, промышленное использование результатов диссертации Е.А. Кузаса возможно не только в АО «ЕЗ ОЦМ», но и на других аффинажных предприятиях России.

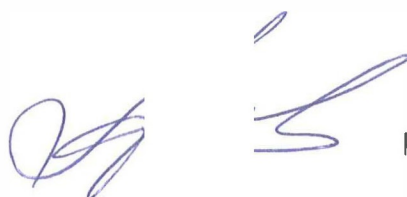
Текст диссертации изложен грамотно, логично, хорошо проработан и не имеет ошибок принципиального характера. Оформление диссертации соответствует требованиям ГОСТ, ВАК и нормативных документов. Автореферат диссертации даёт полное представление о диссертации и соответствует её содержанию. По теме диссертации опубликовано достаточное количество работ в научных изданиях, входящих в перечень ВАК, которые отражают основное содержание диссертации.

С учётом изложенного, считаем, что диссертация Кузаса Евгения Александровича «Растворение сырья, содержащего металлы платиновой группы, под действием электрического тока» соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Кузас Евгений Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.02 – Металлургия чёрных, цветных и редких металлов.

Отзыв на диссертацию подготовлен кандидатом технических наук, руководителем направления НТЦ (научно-технологический центр) Виноградовым

Алексеем Михайловичем, кандидатом химических наук, старшим научным сотрудником
НТЦ Мулагалеевым Русланом Фаатовичем, обсуждён и одобрен на заседании ученого
совета НТЦ (протокол №1 от 05.03.2018 г.).

Председатель заседания
и.о. руководителя НТЦ,
кандидат химических наук



Рыжов Александр Георгиевич

Секретарь заседания
научный сотрудник НТЦ



Чупров Игорь Викторович