

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Архипова Павла Александровича «Электрохимическое рафинирование свинца в хлоридных расплавах», представленной к защите на соискание ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Представленная к защите диссертационная работа выполнена в области технологии электрохимических процессов и направлена на решение актуальной научно-технической проблемы современной цветной металлургии и ресурсосбережения – создание научных основ принципиально новых технологий извлечения металлов, в частности: свинца, сурьмы и висмута, из вторичного и техногенного сырья. Огромное количество такого сырья составляют отслужившие срок эксплуатации свинцовые аккумуляторы. Известные процессы получения высокочистого свинца и сопутствующих ему в аккумуляторном ломе сурьмы и висмута характеризуются высоким удельным расходом энергии и реагентов, большим количеством технологических операций, невысокой производительностью.

Диссертантом создано принципиально новое технологическое решение данной проблемы. В основу разработанного процесса положен селективный массоперенос и последующий разряд-ионизация ионов металлов через расплавленные электролиты, содержащиеся в порах диэлектрических материалов, которые разделяют жидкие фазы электродов. Такой электролиз позволяет не только селективно извлекать свинец из многокомпонентных сплавов, но и существенно сократить удельный расход электроэнергии и реагентов за счет уменьшения межэлектродного расстояния (до 1,2 см), повысить интенсивность извлечения свинца за счет возможности использовать высокие плотности тока (до 1,5 А/см<sup>2</sup>) на катоде. Для реализации электрохимических процессов диссертант предложил использовать электролитные смеси на основе бинарных систем PbCl<sub>2</sub>-MCl, где M= K<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>. Поскольку электроды свинцовых аккумуляторов содержат значительное количество оксида свинца, диссертант всесторонне исследовал его растворимость в предложенных смесях, получил аппроксимационные зависимости, позволяющие оценивать количество оксида свинца в расплаве при разных температурах. Результаты исследований термодинамики тройных сплавов Pb-Sb-Bi, хлоридно-оксидных композиций PbCl<sub>2</sub>-PbO-KCl, PbCl<sub>2</sub>-PbO-CsCl, кинетики электродных процессов в данных системах позволили диссертанту установить оптимальные условия электролиза, позволяющие получать сортовой свинец марки С1 по ГОСТ 3778-98.

Научную новизну работы, представленной к защите, определяют:

- механизм взаимодействия оксида свинца с бинарными расплавами PbCl<sub>2</sub>-PbO-KCl, PbCl<sub>2</sub>-PbO-CsCl и образования оксидно-галогенидных комплексов, их состав;
- закономерности совместного разряда-ионизации ионов свинца, сурьмы и висмута из хлоридно-оксидных расплавов;
- влияние состава на термодинамические свойства тройных сплавов Pb-Sb-Bi.

К несомненным достоинствам, определяющим практическую значимость работы, следует отнести технологический регламент электролиза, позволяющий получать сортовой свинец марки С1, а также создание и апробацию электролизера на токовую нагрузку до 3,5 кА (производительностью свыше 300 кг свинца в сутки).

Учитывая изложенное выше, считаю, выполненная работа безусловно актуальна, имеет не только научную, но и прикладную значимость. Сделанные выводы обоснованы и не вызывают сомнений. Их новизна и приоритет защищены 6 патентами на изобретения.

Из приведенного в автореферате материала неясно:

- какова степень извлечения свинца из исходного сплава и как изменяется содержание примесей (сурьмы, висмута) в катодном свинце по мере извлечения его из анода;
- влияет ли состав электролитной смеси на качество рафинирования свинца и каким образом;

– учитывал ли автор конвективное движение металлической фазы анода при оценке толщины диффузионного слоя (стр. 20 автореферата) и есть какое-либо объяснение, почему они разные (0,027 см для свинца и 0,018 см для сурьмы).

Результаты диссертационной работы опубликованы в 19 статьях журналов из перечня ВАК, а также в 7 публикациях журналов, которые индексируются базами данных Web of Science и Scopus, достаточно полно апробированы на отечественных и международных конференциях.

На основании изложенного выше считаю, что диссертационная работа удовлетворяет требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Положением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 г. № 335, а сам автор заслуживает присуждения ученой степени доктора химических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

Доктор химических наук, профессор, член-корреспондент  
НАН Украины, заведующий отделом электрохимии и  
технологии неорганических материалов  
Института общей и неорганической химии  
им. В.И. Вернадского НАН Украины

03142 г. Киев, Украина  
Пр. акад. Палладина, 32/34  
Тел.: +(38044) 225-21-88  
omelchuk@ionc.kiev.ua

Омельчук Анатолий Афанасьевич  
19.09.2019 г.

Подпись Омельчука А.А. заверяю:

Ученый секретарь Института общей и неорганической  
химии им. В.И. Вернадского НАН Украины кандидат  
химических наук



Лысюк Л.С.