

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ермухановой Светланы Тасболатовны «Технология переработки металлургических отходов в соединения цинка», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ

Актуальность темы диссертационного исследования

Ежегодное мировое потребление цветных и черных металлов оценивается сотнями миллионов тонн, что неизбежно сопровождается образованием значительных объемов металлургических шлаков, золы, пыли и других техногенных отходов, содержащих ценные компоненты, включающие такие металлы как цинк, медь, олово, свинец, никель и т.д. В Российской Федерации около 90 % промышленных отходов направляются на полигоны захоронения и только порядка 7 % подвергаются переработке с целью получения вторичных материальных ресурсов. Между тем в шлаках латунного и бронзового производства содержание цинка достигает 28–54 % масс., а меди около 37–56 % масс., что делает их потенциально ценным сырьём для гидрометаллургической переработки.

В условиях истощения природных рудных запасов и ужесточения экологических требований разработка ресурсосберегающих и малоотходных технологий комплексной переработки техногенного сырья приобретает стратегическое значение для химической и металлургической промышленности. Получение из отходов производства оксида цинка и шлаков цветных сплавов востребованных неорганических продуктов, таких как моногидрата сульфата цинка, электролитных растворов сульфатов меди и цинка, металлической меди является актуальной научно-технической задачей.

В связи с этим диссертационные исследования соискателя, направленные на научное обоснование и разработку технологических процессов переработки отходов металлургического производства в соединения цинка и меди, являются актуальными и имеют важное значение

для развития ресурсосберегающих технологий и снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

Новизна исследований и полученных результатов

С целью научного обоснования и разработки технологии переработки металлургических отходов в соединения цинка, автором впервые:

- установлены эффективные параметры извлечения соединений цинка в виде моногидрата сульфата цинка из отходов производства цинка и оксида цинка: температура 70–90 °С, концентрация серной кислоты 25 % масс., время реакции 10 минут;

- установлены оптимальные параметры извлечения из шлаков производства латуни и бронзы металлической меди и цинка в виде раствора сульфата по технологиям «горячего» и «холодного» выщелачивания с определением выходов целевых компонентов и температурных градиентов реакций;

- рассчитаны температурные градиенты реакций серной кислоты с цинксодержащими отходами, которые для 25 % масс. серной кислоты находятся в пределах 172–510 град/кг, что позволяет составлять уравнения теплового баланса для масштабирования процессов.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений

Научная обоснованность работы соискателя определяется строгой логической последовательностью изложения материала исследования: анализ научно-технической и патентной литературы; обоснование и постановка задачи исследования; определение химического, компонентного и фазового состава исходного сырья; изучение особенностей и зависимостей процессов выщелачивания; разработка лабораторных технологических схем.

Достоверность научных положений диссертации и обоснованность выводов обеспечивается тем, что результаты исследований получены с использованием современного сертифицированного аналитического оборудования: рентгеновского дифрактометра Rigaku SmartLab, оптико-

эмиссионного спектрометра Avio 500 ICP, энергодисперсионного спектрометра Clever C-31, а также аттестованных аналитических методик (йодометрия, комплексонометрия, титриметрия). Автором показана воспроизводимость результатов научных экспериментов, полученных при различных условиях и с одновременным применением различных методов исследования.

Достоверность и обоснованность результатов работы подтверждается наличием публикаций в рецензируемых журналах, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, а также апробацией результатов исследований на национальных и международных конференциях.

Теоретические положения, заключения и выводы, изложенные в работе, получены на основе проверяемых опытных данных и согласуются с известными литературными источниками.

Значимость результатов работы для науки и практики

Теоретическая и практическая значимость работы соискателя обоснована тем, что в ходе исследования:

- разработана эффективная технология переработки отходов производства оксида цинка в моногидрат сульфата цинка, включающая лабораторный регламент синтеза и оптимизацию технологических режимов;
- разработаны методики лабораторного получения соединений цинка и меди, основанные на «горячем» и «холодном» подходах к переработке шлаков латуни и бронзы, с получением электролитов, пригодных для электрохимического осаждения металлов;
- разработаны технологические схемы переработки шлаков латуни и бронзы, обеспечивающие комплексное извлечение меди и цинка с возможностью возврата промывных вод и отработанных электролитов в производственный цикл.

Результаты работы имеют практическое значение для снижения экологического ущерба от накопления металлургических отходов и получения

востребованных неорганических продуктов для сельского хозяйства, гальванотехники и химической промышленности.

Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертации

Диссертационная работа соискателя состоит из введения, четырёх глав, заключения и двух приложений. Работа изложена на 135 страницах машинописного текста, содержит 21 таблицу и 48 рисунков. Список литературы включает 95 публикаций отечественных и зарубежных авторов.

Тема и содержание диссертации соответствуют паспорту специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ. По объёму выполненных исследований, их актуальности, научной новизне, практической значимости, достоверности полученных результатов, содержательности и репрезентативности положений, выдвигаемых автором для публичной защиты, количеству публикаций в рецензируемых научных изданиях, диссертационная работа «Технология переработки металлургических отходов в соединения цинка» соответствует критериям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 18.07.2026).

Аннотация диссертации логично выстроен, написан в научном стиле, даёт целостное представление о проведённых исследованиях и соответствует основному содержанию представленной работы.

Замечания и вопросы по диссертационной работе

1. На стр. 7 диссертации в научной новизне работы автор указывает, что эффективные параметры извлечения из отходов производства цинка включают температуру 70–90 °С; концентрацию серной кислоты 25 % масс., время реакции 10 минут. Однако на стр. 61 описывается, что полное растворение образцов «ЦО1» и «ЦО2» заняло 0,5 часа. Каким образом соотносятся указанные 10 минут реакции с фактическим временем полного растворения, и что именно завершается за 10 минут: реакция нейтрализации кислоты или полное растворение цинксодержащих компонентов?

2. На стр. 7 автор констатирует, что по технологии «горячего выщелачивания» в присутствии 15 % перекиси водорода выход по меди составил 84 % и 81 % для шлаков латуни и бронзы соответственно. При этом на стр. 109–110 указано, что схема горячего выщелачивания обеспечивает извлечение меди до 90–95 %. С чем связано расхождение между указанными значениями выхода меди, и какие именно условия соответствуют каждому из приведённых результатов?

3. На стр. 57 при описании лабораторной схемы получения моногидрата сульфата цинка автор указывает, что для поддержания температурного режима выше 70 °С используется серная кислота 25 % масс. При этом на стр. 59 в табл. 12 показано, что при концентрации 25 % масс. начальная температура составляет 26,5 °С, а через 2 минуты достигает 95,8 °С. Однако через 10 минут температура снижается до 61,9 °С, что ниже требуемых 70 °С. Каким образом обеспечивается поддержание температуры выше 70 °С на протяжении всего процесса без дополнительного подогрева?

4. На стр. 118–120 в разделе 4.6 представлена экономическая эффективность переработки только отходов оксида цинка в моногидрат сульфата цинка. При этом значительная часть диссертации (главы 4.2–4.5) посвящена переработке шлаков латуни и бронзы. Отсутствует экономическая оценка процессов «горячего» и «холодного» выщелачивания шлаков. С чем это связано, и возможно ли распространить экономический анализ на технологии переработки шлаков цветных сплавов?

5. На стр. 83 автор утверждает, что «использование в качестве реагентов для выделения меди и цинка в промышленных объёмах едкого натра и металлического цинка экономически не выгодно». Однако на стр. 75 (табл. 16, условие «в») описывается именно применение металлического цинка для цементации меди из раствора. Какова расходная норма цинка на единицу извлекаемой меди, и каким образом автор предлагает масштабировать данный процесс при заявленной экономической нецелесообразности?

Заключение

Исходя из содержания представленной диссертации, опубликованных автором работ, научной новизны и практической значимости полученных результатов можно сделать заключение, что диссертационная работа Ермухановой Светланы Тасболатовны «Технология переработки металлургических отходов в соединения цинка» является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения по комплексной переработке металлургических отходов в соединения цинка и меди, внедрение которых вносит существенный вклад в развитие химической промышленности и смежных с ней отраслей.

Представленная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (ред. от 18.07.2026), а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.7. Технология неорганических веществ.

Официальный оппонент: д.т.н.,
доцент, профессор кафедры
химической технологии и экологии
Березниковского филиала ФГАОУ
ВО «Пермский национальный
исследовательский
политехнический университет»

Диссертация защищена по специальности

05.17.01 – Технология неорганических веществ

 Лановецкий Сергей Викторович



10.09.2026 г

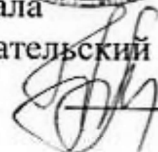
618419, Пермский край, г. Березники, ул. Тельмана, 7

Тел.: +7(3424)29-26-00

e-mail: slanovetskiy@bf.pstu.ru

Подпись Лановецкого С.В. заверяю:

специалист по персоналу Березниковского филиала
ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»

 Л.В. Колегова

Вход. № 05-9170
« 25 » 09 2026 г.
подпись 