

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Выдыша Степана Олеговича**  
**«Повышение комплексности переработки шламов электролитического  
рафинирования вторичной меди»,**  
представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по  
специальности

### 2.6.2 «Металлургия черных, цветных и редких металлов»

В связи с развитием альтернативной энергетики, обуславливающей значительный рост использования электрических машин разных типов, медь во всём мире становится всё более востребованным и отчасти уже дефицитным материалом. Поскольку минерально-сырьевая база этого ценного металла значительно истощена, повышение извлечения меди на действующих производствах и вовлечение в переработку её вторичных ресурсов сегодня является не только важной, но и чрезвычайно актуальной проблемой. Шламы электролитического рафинирования вторичной меди, выбранные в качестве предмета исследования в настоящей работе, кроме того, являются ещё и концентраторами целого ряда сопутствующих не менее ценных металлов.

Поставленная в работе цель - разработка энерго- и ресурсосберегающего гидрометаллургического способа переработки шлама ЭРВМ, обеспечивающего селективность извлечения макрокомпонентов и эффективное концентрирование благородных металлов несомненно имеет существенное значение для развития металлургической, электротехнической и связанных с ними отраслей отечественной промышленности.

Необходимо отметить, что объектом настоящего исследования стало сырьё сложного состава с обилием целого ряда ценных компонентов, что делает задачу их максимально полного извлечения чрезвычайно трудной.

Работа С.О. Выдыша выполнена на высоком методическом уровне с использованием широкого ряда точных методов исследования и современной аппаратуры, что безусловно повышает достоверность полученных результатов.

На примере сравнения расчётных данных с известными табличными значениями показала свою надёжность разработанная автором многопараметрическая методика «Расчета энтальпии образования сложных соединений с учетом долевого вклада энергий связей», использованная для определения энтальпии образования кристаллогидратов, двойных и основных солей со средней ошибкой расчета до 1-2 %. Полученные с её помощью расчётные данные позволили выполнить термодинамический анализ нескольких систем, включающих шламы, и выбрать наиболее рациональный подход к извлечению ценных компонентов. В дальнейшем результаты термодинамического обоснования оптимальных режимов

комплексной переработки шламов ЭРВМ нашли экспериментальное подтверждение в процессе выбора технологических параметров процесса.

Изучение кинетики процессов выщелачивания шлама на разных стадиях процесса позволило определить величины энергии активации и порядки реакций и высказать разумные предположения относительно возможных реакций, протекающих в изученном диапазоне условий. Таким образом, глубокая научная проработка позволила обоснованно подойти к технологической части исследования и получить в итоге достоверные результаты.

Предложенные и апробированные автором технологические решения заметно выигрывают в сравнении с известными альтернативными подходами и в техническом, и в экологическом и, вероятно, в экономическом отношении.

Опубликованные в рекомендованных ВАК изданиях материалы охватывают основную часть работы, она прошла апробацию на ряде конференций высокого уровня.

Автореферат написан хорошим, ясным языком и некоторое количество опечаток (например, стр. 4, 4-я снизу строка), несогласований (1-е предложение на стр.7), смысловой незавершённости (конец второго абзаца на стр. 8) не снижает общего благоприятного впечатления от работы, являющейся законченным научно-квалификационным сочинением.

#### **Замечания по работе:**

Стр.4, п.4 раздела «Научная новизна» – очевидно, что существования двух разных режимов процесса в строго определённых диапазонах 0,5-1,5 и 1,5-3,5 моль/л маловероятно. В области концентрации около 1,5 моль/л должен наблюдаться некий переходный механизм. То же в отношении температуры 45 °С. Правильнее было бы написать, что в данной области наблюдается переход от одного механизма к другому, как это сделано позже в гл.3.

При существенном различии вещественного и количественного составов шлама-1 и шлама-2 часть экспериментов при общем методическом подходе выполнена только для одного, а часть для другого типа. В то же время в итоге на их основе предлагается универсальная схема, точнее, набор схем, общий для любого типа шлама. Возможно, это замечание относится только к автореферату.

Нейтрализация разнородных по катионному и анионному составу растворов предполагает образование целого набора разнообразных по объёму и степени токсичности отходов, дальнейшая судьба которых автором не рассматривается.

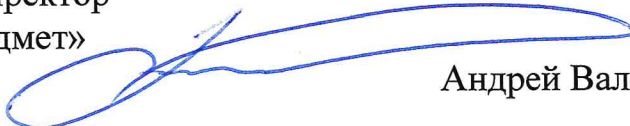
Хорошим дополнением к работе, подчёркивающим её новизну, послужили бы патенты на совокупность операций в рамках предложенной технологической схемы или на какие-то из её звеньев.



## Заключение

Представленные в автореферате научные и практические результаты свидетельствуют о том, что диссертационная работа Выдыша Степана Олеговича, является научным исследованием, направленным на повышение комплексности переработки промпродуктов металлургического производства, актуальность которого обусловлена Постановлением Правительства РФ от 29 декабря 2023 года № 2394. Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС» и требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени по научной специальности 2.6.2. «Металлургия черных, цветных и редких металлов».

Генеральный директор  
АО «ГК «Русредмет»  
к.т.н.



Андрей Валерьевич Нечаев

Советник по науке  
АО «ГК «Русредмет»  
проф., д.х.н.



Евгений Георгиевич Поляков

03.10.2024

Адрес: С-Петербург, Красное Село, Кингисеппское ш., 47Р

Телефон: 8 (812) 741-72-95

Адрес электронной почты: [secretar@rusredmet.ru](mailto:secretar@rusredmet.ru)

Подписи А.В.Нечаева и Е.Г.Поляков заверяю  
Начальник Отдела кадров АО «ГК «Русредмет»



В.Е.Нечаева