

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу
Сейдахметовой Назиры Махмутовны
на тему «**Разработка комплексной технологии переработки
черносланцевых руд Казахстана**»,
представленную на соискание степени доктора философии (PhD)
по специальности 6D070900 — **Металлургия**

1. Актуальность темы исследования и её связь с общенаучными и общегосударственными программами

Минерально-сырьевая база для производства редких тугоплавких металлов и редкоземельных элементов в Казахстане достаточна для того, чтобы создать на ее основе горнодобывающую и перерабатывающую промышленность, способную обеспечить внутренние и экспортные потребности новых отраслей техники.

Общепризнана лидирующая позиция Казахстана по сырьевым запасам редких тугоплавких металлов (ванадий, ниобий, тантал, молибден, вольфрам, титан, цирконий) и редкоземельных металлов, включающих легкую цериевую и тяжелую иттриевую группы. Конкурентное преимущество Казахстана на мировом рынке редких тугоплавких металлов и редкоземельных элементов заключается в том, что имеется собственное сырье, успешный опыт работы собственных предприятий, современные экономически обоснованные технологии и квалифицированные кадры.

Актуальность оценивается не только стратегической значимостью редких тугоплавких и редкоземельных металлов в техническом прогрессе, но и масштабностью их производства для экономики Казахстана. Повышенный спрос на редкие и редкоземельные металлы и их использование в разных отраслях промышленности требуют вовлечения в производство новых сырьевых источников. В настоящее время в промышленной разработке находятся только комплексные сульфидные руды с извлечением базовых компонентов.

Выгодное отличие РК состоит в том, что месторождения характеризуются комплексным содержанием редких тугоплавких, рассеянных и редкоземельных металлов и имеют благоприятное географическое расположение в промышленно развитых регионах. Кроме того, рассматриваемые месторождения до настоящего времени относили к разряду забалансовых из-за отсутствия эффективных технологий их переработки и в первую очередь, отсутствия селективного комплексного способа вскрытия ультрадисперсных наноминералов редких тугоплавких металлов и редкоземельных металлов (которые находятся в сульфид-шпинелидной минерализации, что определило их упорность, трудновскрываемость).

Тема диссертационной работы связана с получением редких и редкоземельных металлов и соответствует направлениям реализации Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан «Создание новых композиционных материалов с

высокими эксплуатационными свойствами на основе редких и редкоземельных элементов» на 2020 – 2025 годы.

2. Научные результаты и их обоснованность.

В диссертационной работе получены следующие научные результаты:

- впервые показано, что помимо известных антраксолитового и карбонатного углерода в структуре черных сланцев существует третья фаза углерода в виде гетерогенно-каталитически встроенного CO_2 ;
- впервые разработан атмосферно-автоклавный способ вскрытия черносланцевой руды, включающий атмосферное выщелачивание с последующим автоклавным выщелачиванием без добавления окислителей с переводом ванадия, урана, молибдена и редкоземельных металлов в раствор;
- впервые установлены оптимальные технологические режимы сернокислотного автоклавного выщелачивания черносланцевых руд без использования окислителей: концентрация серной кислоты – 140-150 г/дм³; температура процесса – 150 °С; давление в автоклаве – 1,0-1,1 МПа; продолжительность выщелачивания – 2 часа; отношение Т:Ж = 1-0,8, при которых получены высокие показатели по извлечению в раствор (94 % V, 98 % U, 85 % Mo и 80 % РЗМ);
- впервые предложены вероятные механизмы процесса окисления соединений ванадия в низших степенях окисления, подтвержденные термодинамическими исследованиями, согласно которым в интервале температур 140-160 °С и давлении 1,0-1,1 МПа в среде H_2SO_4 наблюдается окисление пары $\text{V}^{2+}/\text{V}^{3+}$ до $\text{V}^{3+}/\text{V}^{4+}$. Согласно первому механизму, окисление ванадия происходит под действием атомарного кислорода, образующегося при разложении серного ангидрида; согласно второму механизму технический результат достигается за счет получения части действующих реагентов – ионов железа (+III), ванадия (+IV) и серной кислоты при разрушении сульфидных минералов, входящих в состав исходной руды; при этом отмечена решающая роль гидратированных форм железа (+III) в качестве окислителей.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Достоверность полученных в диссертации научных результатов, выводов и рекомендаций подтверждается применением комплекса современных физико-химических методов исследований: химического, рентгеноспектрального, рентгенодифрактометрического, микроскопического, термогравиметрического, ИК- спектроскопического методов анализа.

В работе выполнен подробный анализ научно-технической и патентно-информационной литературы, в результате которого были выявлены основные тенденции известных технологий переработки, их преимущества и недостатки; обоснованы разработанные в диссертации направления исследований и новые способы переработки черных сланцев Каратау.

В диссертационных исследованиях в полной мере отработаны методики проведения лабораторных и укрупненно-лабораторных экспериментов. Полученные в диссертации высокие количественные и качественные показатели по автоклавному сернокислотному выщелачиванию и сорбционной очистке от сопутствующих ценных и примесных металлов свидетельствуют о приобретении диссертантом навыков и умения по освоению данной технологии. В технологическом плане в диссертации подробно изучено влияние различных параметров (температуры, продолжительности процесса, расхода реагентов и т.д.) и, с применением сертифицированных методик, обоснованы практически все переделы разработанной технологической схемы.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), вывода соискателя, сформулированных в диссертации

В представленной на рецензию работе решаются теоретические задачи, которые являются основой решения прикладных задач.

Подробно исследована структура черных сланцев, в том числе структура углеродного вещества в сланцах. Это дало возможность обосновать новый способ атмосферно-автоклавного вскрытия черносланцевой руды и позволило достичь высоких степеней извлечения ценных металлов в раствор.

Исследования кинетических закономерностей растворения ванадия при автоклавном выщелачивании позволили определить диффузионный характер протекания реакций.

Полученные соискателем и представленные в диссертационной работе новые научные результаты и технологические решения направлены на реализацию актуальной прикладной задачи – разработку комплексной технологии переработки черносланцевых руд Казахстана.

5. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Практическая и теоретическая значимость научных результатов, степень их достоверности состоит в том, что на основании результатов проведенных экспериментов предложена новая конкурентоспособная технология переработки черносланцевых руд. Данная технология позволит перерабатывать сложные и трудновскрываемые ванадийсодержащие руды крупнейшего бассейна Большого Каратау и расширит сырьевую базу отечественного ванадиевого производства. Технология прошла стадию укрупненно-лабораторных испытаний и рекомендована к промышленному освоению.

6. Подтверждение достаточной полноты публикации основных положений, результатов, выводов и заключений диссертационной работы

Основные положения, результаты и выводы диссертации в достаточном объеме представлены в 12 научных работах, в частности, отражены в 1 статье в рецензируемом научном журнале по базе Web of Science (Metallurgist IF (2017)-0,144), 6 статьях в журналах, рекомендованных КОКСОН МОН РК; 1

докладе в материалах зарубежных международных конференций; 4 докладах в материалах международных конференций на территории Казахстана.

7. Замечания, предложения по диссертации

Оформление диссертационной работы полностью соответствует предъявляемым требованиям.

По содержанию работы имеются следующие замечания и пожелания:

- в литературном обзоре использованы данные 2019 года, необходимо было взять более новые данные на 2020 год;
- в работе не обоснован выбор реагента, в данном случае докторант выбрал серную кислоту, но не обосновал свой выбор;
- в работе представлена серия экспериментов при атмосферном выщелачивании, хотя во всех опытах при данных условиях извлечение ванадия в раствор достаточно низкое;
- в работе не представлен более подробный химический состав полученного метаванадата аммония, в частности не проведен анализ на уран.

8. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Сейдахметовой Назиры Махмутовны на тему: «Разработка комплексной технологии переработки черносланцевых руд Казахстана» является законченной научно-исследовательской работой, обеспечивающей решение важной задачи: вовлечение в переработку черносланцевых руд Казахстана.

Работа обладает научной новизной и практической значимостью, отвечает требованиям, которые предъявляются к диссертациям на соискание степени доктора PhD, а ее автор – Сейдахметова Назира Махмутовна заслуживает присуждения ей искомой степени доктора PhD по специальности 6D070900 - «Металлургия».

**Официальный рецензент,
канд. техн. наук, заведующая
лабораторией титана и редких
тугоплавких металлов АО «Институт
металлургии и обогащения»**

Ультаракова А.А.

