



ОТЗЫВ

на диссертационную работу Сарсембекова Турара Кусмановича на тему:
«Разработка технологии извлечения соединений ниобия в процессе производства тетрахлорида титана», представленной на соискание степени
доктора философии (PhD) по специальности
6D070900 – «Металлургическая инженерия»

Диссертационная работа Сарсембекова Турара Кусмановича посвящена задаче попутного извлечения ниобия в контуре промышленного получения тетрахлорида титана. Исследование выполнено в русле национальных приоритетов по комплексному освоению минерально-сырьевой базы, технологической доработке побочных продуктов и повышению экологической устойчивости металлургических процессов. Выбранный объект — осадок пульпы оросительного скруббера — является технологически доступным и научно показательным потоком, в котором концентрируются продукты превращений ниобия на предшествующих стадиях, что обеспечивает целостность постановки, ясную прикладную направленность и прямую связь с производственной практикой.

В работе обоснована и разработана технология извлечения соединений ниобия из осадка пульпы оросительного скруббера с возвратом целевых хлоридов в производственный контур. Показано, что сочетание термообработки и селективной переработки твёрдого остатка позволяет формировать ниобийсодержащий продукт, сопоставимый по качеству с природными аналогами, при одновременном сокращении трудноутилизируемых отходов. Схема представлена последовательно, с указанием функциональной роли стадий и их вклада в достижение целевых показателей.

Сильной стороной исследования является увязка термодинамического анализа с микроаналитическими наблюдениями и фазовой идентификацией. Автор даёт целостное описание поведения ниобия в цепочке «ильменит — титановый шлак — хлорирование — улавливание», прослеживая переходы между решёточными оксидными формами, ниобатами и летучими хлоридными/оксихлоридными соединениями, а также их фиксацию в улавливающих средах. Сопоставление расчётных диаграмм устойчивости, результатов моделирования и данных SEM-EDS/WDS, XRD, TG/DSC повышает достоверность выводов и уровень верификации.

Убедительно показан «сквозной» характер локализации ниобия в минеральных и техногенных фазах. Для исходного ильменита и продуктов высокотемпературной обработки установлена двухмодальная картина: фоновое изоморфное встраивание в оксидную матрицу и локальные зоны обогащения, определяемые микротекстурой. Для титановых шлаков обоснована «двухконтурная» модель фиксации — равномерный низкий фон в TiO_2 -богатой матрице при наличии редких доменов, ассоциированных с сопутствующими элементами. Эта картина, подтверждённая микрозондовой съёмкой и фазовым

моделированием, объясняет следовую выявляемость при заметном интегральном присутствии ниобия и определяет корректную стратегию его извлечения.

Методическая база соответствует современным требованиям к инженерно-металлургическим исследованиям. Используются верифицированные аналитические процедуры и приборная база, обеспечивающие воспроизводимость и сопоставимость данных; термодинамический блок опирается на признанные программные средства и адекватно учитывает рабочие интервалы параметров. Важным является подкрепление лабораторных результатов опытом опытно-промышленных испытаний, что повышает степень готовности предложенных решений к внедрению.

Полученные результаты обладают выраженной прикладной значимостью: позволяют снизить потери стратегически важного металла, вовлечь в переработку ранее низкоприоритетные техногенные продукты, стабилизировать работу хлорирующих агрегатов за счёт управления составом циркулирующих потоков и повысить экономическую эффективность смежных стадий. Отмечается соответствие выводов целям устойчивого развития благодаря сокращению отходов и более полному использованию сырьевой базы.

Структура изложения выдержана в академическом стиле: чётко сформулированы цель и задачи, последовательно представлены предпосылки, методика и объекты исследования, затем — результаты с обсуждением и обобщением. Приведена технико-экономическая оценка, подтверждающая промышленную целесообразность предлагаемого подхода. Основные положения апробированы на профильных площадках и отражены в публикациях; работа выполнена в рамках соответствующего целевого проекта.

Высокий личный вклад соискателя проявляется в умении сочетать теоретическое моделирование с экспериментом, корректно интерпретировать микроаналитические данные, устанавливать причинно-следственные связи между параметрами процесса и фазовыми превращениями и доводить инженерную идею до технологической схемы. Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, содержащее новые результаты, значимые для теории и практики металлургии титаносодержащего сырья и попутного извлечения редких металлов.

По своему научному уровню и практической ценности диссертационная работа Сарсембекова Т.К. выполнена на актуальную тему и отвечает требованиям Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК. Автор заслуживает присуждения ему искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – «Металлургия».

Chief Scientific Officer

Обединена Лаборатория за Развитие и Изследвания ООД

«UNDERSLAB LTD», Болгария

Тарас Янко, к.т.н., PhD

