

**ОТЗЫВ**  
**на автореферат диссертации Горячева Андрея Александровича**  
**«Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки**  
**медио-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата**  
**аммония»**

По специальности 2.8.9 – «Обогащение полезных ископаемых» (технические науки)

Исследования диссертанта связаны с комплексом проблем, относящихся к медно-никелевым рудам, запасы которых оцениваются в 850 млн. тонн. Это один из основных источников сырья для производства меди, никеля и платиновых металлов в мире.

Проблемы заключаются в снижении качества руд поступающих на обогащение и вовлечение в переработку труднообогатимого сырья. При этом эффективность физических методов обогащения (флотация, гравитационная и магнитная сепарация) падает.

Проблемой также является неполная отработка месторождений, накопление отходов, их гипергенное преобразование. Как следствие попадание металлов в почвы. Это создает проблемы в экологии окружающей среды. Поэтому разработка способа извлечения цветных металлов из труднообогатимых руд и техногенного сырья является приоритетной задачей

Разработка автором способа извлечения цветных металлов из труднообогатимых руд и техногенного сырья взаимодействием сульфата аммония с сульфидными минералами и медно-никелевыми рудами в процессе низкотемпературного обжига и разработке технологии обогащения, является крайне актуальной задачей

Надо сказать, что способы термохимического воздействия на минеральное вещество (пиromеталлургический передел), довольно широко развиты.

В качестве катализаторов процесса термохимического преобразования вещества применяются различные вещества – хлориды, фториды. Автор применяет сульфат аммония. Продукт обжига проходит стадию гидрометаллургического передела.

Автор поставил перед собой ряд задач, в числе которых: 1) Установление фазовых превращений сульфидных минералов при взаимодействии с сульфатом аммония; 2) разработка научных основ химико-металлургического обогащения медно-никелевых руд методом низкотемпературного обжига с сульфатом аммония; 3) Исследование процесса извлечения ионов меди, железа, никеля, кобальта из продуктивных растворов выщелачивания обожженной смеси; 4) Определение способов утилизации (безопасной) твердой фазы и растворов после выщелачивания и извлечения цветных металлов.

Объектом исследований являются сульфидные минералы, сульфидная медно-никелевая руда техногенного объекта (отвалы Аллареченского месторождения), черновой флотационный концентрат, некондиционная медно-никелевая руда месторождения Нюд II.

Автор разработал комплексную методику преобразования сульфидных медно-никелевых руд, включающую низкотемпературный обжиг, водное выщелачивание обожженной смеси и извлечение полезного компонента (меди) химическими методами, что в целом скомпоновало химико-металлургический комплекс, используемый для обогащения чернового медно-никелевого флотоконцентрата руд Аллареченского техногенного месторождения и месторождения НюдII. Исходный материал и продукты обогащения исследовались комплексом современных методов, включающих методы спектроскопии, рентгенофазового, термического, химического и минералогического анализа.

Применение комплекса методов исследований научно-прикладного и практического плана на большом фактическом материале позволили автору выделить и обосновать 4 научных положения касающихся 1) механизма взаимодействия сульфидов с сульфатом аммония; 2) установления параметров водного выщелачивания обожженной смеси; 3)Установление технологических параметров и регламента пирометаллургического и гидрометаллургического преобразования чернового концентрата, что позволило обеспечить извлечение меди и никеля в раствор свыше 90% от исходного в концентрате и 4) Составление схемы включающей методику и параметры гидрометаллургического передела обожженной смеси .

Как представляется рецензенту выдвинутые положения доказаны, и в последующем материале (основное содержание работы) успешно реализованы.

Результаты исследований докладывались и обсуждались на научных семинарах и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 14 статей из них 3 в рецензируемых журналах из перечня рекомендованного ВАК. Две статьи опубликованы в рецензируемых журналах индексируемых WoS, Scopus. Получен патент РФ.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 137-и наименований, изложена на 140 страницах машинописного текста, включая 68 рисунков и 4 таблицы.

Все вышесказанное представляет исследования автора как реализацию разработанного им методологического комплекса и у рецензента сложилось мнение, что в диссертации необходимо было выделить целую главу, предваряющую основное содержание диссертации под названием «методология исследований» или даже выделение

этой главы в качестве отдельного научного положения. Главное достоинство диссертационной работы, это реализация методологического комплекса, которая позволила выделить в работе не только прикладной, но и методологический аспект

Проблема, результаты исследований которой вошли в диссертацию, по мнению рецензента, решена на высоком уровне и демонстрирует высокий научный потенциал автора. Диссертация Горячева А.А. представляет собой законченную научно-прикладную работу, в которой изложены новые научно обоснованные критерии, связанные с переработкой труднообогатимых руд.

Рассматриваемая работа может быть с полным правом квалифицирована как отвечающая всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 2.8.9 – Обогащение полезных ископаемых, а ее автор Горячев Андрей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по данной специальности

Зав. сектором технологической  
минералогии «Горного института  
Уральского отделения Российской  
академии наук» ("ГИ УрО РАН") -  
филиала Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Пермского  
федерального исследовательского центра  
Уральского отделения Российской  
академии наук (ПФИЦ УрО РАН)  
Доктор геолого-минералогических наук

Адрес: 614007, Пермский край, г. Пермь,  
ул. Сибирская, д.78-А  
E-mail: [tm\\_djucha@mi-perm.ru](mailto:tm_djucha@mi-perm.ru);  
[smetannikov@bk.ru](mailto:smetannikov@bk.ru)

Подпись А.Ф. Сметанникова заверяю  
Начальник отдела кадров «ГИ УрО РАН»

Сметанников  
Андрей Филиппович

02.02.2024

С.Г. Дерюженко

