

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Горячева Андрея Александровича на тему: «Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата аммония», представленной к защите
на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.8.9. – «Обогащение полезных ископаемых» (технические науки)

В настоящее время в мире открыто более 400 месторождений медно-никелевых руд, в том числе 235 сульфидных и 155 силикатных. Суммарные запасы меди и никеля в мире оцениваются в 850 и 90 млн тонн соответственно. На долю месторождений сульфидных медно-никелевых руд приходится около 65% общемирового производства никеля, составляющего 2.4 млн т/год. Следует отметить, что из этих руд помимо меди производят и металлы платиновой группы. При этом темпы роста производства и потребления меди и никеля в XXI веке возрастают, что связано с ведущей ролью этих металлов в развитии базовых отраслей промышленности многих стран в мире.

Длительный период эксплуатации многих месторождений привел к снижению запасов богатых руд, снижению содержания полезных компонентов, уменьшению контрастности поверхностных свойств сульфидов и появлению окисленных форм. Окисление сульфидных минералов с переходом тяжелых металлов в водорастворимые соли становится причиной попадания тяжелых металлов в поверхностные и подземные воды, почвы, и как следствие, загрязнения природной среды.

В связи с указанным для расширения минерально-сырьевой базы горно-обогатительной отрасли и минимизации ущерба окружающей среде, как справедливо отмечено автором, необходимым является поиск экономически и экологически обоснованного способа извлечения металлов из труднообогатимых руд и техногенного сырья.

Поставленная диссидентом цель работы – изучение и обоснование механизма взаимодействия сульфата аммония с сульфидными минералами и компонентами медно-никелевых руд в процессе низкотемпературного обжига и разработка технологии обогащения, обеспечивающей извлечение цветных металлов из руд и техногенного минерального сырья – актуальна и своевременна. Сформулированы плодотворная идея, заключающаяся в использовании данных о фазовых превращениях сульфидных минералов в процессе низкотемпературного обжига в смеси с сульфатом аммония для обоснования технологий извлечения цветных металлов из сульфидных руд, и конкретные задачи исследований.

При выполнении работы автором использованы современные методы исследований, в том числе: для определения состава и свойств твердой фазы методы сканирующей электронной микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, рентгенофазового, синхронного термического, химического и минералогического анализов. Анализ растворов выполнен методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Обработка результатов экспериментов произведена с использованием статистических методов в программном продукте Microsoft Excel.

Выполненные диссертантом исследования позволили установить новые закономерности и явления, в том числе необходимо отметить следующие:

- определены фазовые превращения синтезированных сульфидных минералов (пентландита, халькопирита, борнита, пирротина) при их низкотемпературном обжиге в смеси с сульфатом аммония, диагностированы новообразованные минеральные фазы железа, меди и никеля;

- установлены особенности взаимодействия сульфата аммония с медно-никелевым сырьем Мурманской области различного происхождения: руда отвала, черновой флотационный концентрат, некондиционная руда; определено влияние структурно-текстурных особенностей руд и концентрата на интенсивность формирования сульфатов цветных металлов при низкотемпературном обжиге;

- определены значения температуры и продолжительности процесса обжига смеси медно-никелевого сырья с сульфатом аммония, приводящее к удалению железа из кристаллической решетки сульфидов и интенсивному формированию сульфатов цветных металлов в процессе взаимодействия реагента с никель- и медьсодержащими минералами.

Следует отметить практическую значимость выполненной автором работы и полученных закономерностей, послуживших основой для определения эффективных технологических параметров химико-металлургического обогащения чернового медно-никелевого флотационного концентрата, руд Аллареченского техногенного месторождения и месторождения Нюд II, обеспечивающих упрощение процесса обогащения, снижение потерь никеля, меди и кобальта, минимизацию негативного воздействия газодымовых выбросов на атмосферный воздух. Обоснованы режимы извлечения металлов из продуктивных технологических растворов. Подобрана схема обращения с отработанными растворами и остатками после выщелачивания. Исследования с черновым флотационным медно-никелевым концентратом, полученным из руды месторождения «Заполярное», позволили установить оптимальные технологические параметры дальнейшей его переработки: крупность частиц обжигаемой смеси -40 мкм, соотношение концентрат : сульфат аммония – 1:7, температура обжига – 400 °С, продолжительность обжига – 240 мин. При определенных условиях в процессе последующего водного выщелачивания в раствор было извлечено 95.3% никеля и 92.1% меди. Сквозное извлечение никеля и меди в продуктивный раствор

с применением комбинированного обогатительного и химико-металлургического метода составило 81.42% и 82.81% соответственно. Расчеты показали, что для Кольской ГМК при текущих ценах на никель (2.02 млн руб. за 1 т) и медь (811 тыс. руб. за 1 т) прибыль предприятия может быть суммарно увеличена на 66 638 млн руб. вследствие увеличения объема производимых никеля и меди.

По автореферату имеются замечания:

1. В тексте автореферата (стр. 16, 17, 21, 24) указывается, что крупность частиц обжигаемой смеси -40 мкм, однако не приводятся данные о лабораторном аппарате и рекомендуемым для промышленного использования оборудовании для измельчения материалов.

2. Не совсем ясно изложено назначение брусила при выделении никеля и кобальта из продуктивных растворов. Выделение никеля начинается при pH 6.7 в виде труднорастворимого соединения. Является ли брусила минералом, на котором происходит обменная реакция (10) или этот минерал используется для подщелачивания раствора?

Указанные замечания носят характер рекомендаций и уточнений, не снижая научной ценности и практической значимости представленных в диссертационной работе результатов.

В целом работа содержит новые научные результаты и имеет практическое значение. Ее содержание достаточно полно отражено в 14 опубликованных научных работах, в том числе в 5 рецензируемых изданиях, из которых 3 рекомендованы ВАК России.

С учетом вышесказанного считаем, что диссертация Горячева Андрея Александровича на тему: «Обоснование и разработка термогидрохимической технологии переработки медно-никелевых руд и техногенных продуктов с использованием сульфата аммония» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Горячев Андрей Александрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.9. – «Обогащение полезных ископаемых» (технические науки).

Заведующий лабораторией обогащения
полезных ископаемых и технологической
экологии ИГД СО РАН, д.т.н.

С.А. Кондратьев

Ведущий научный сотрудник лаборатории
обогащения полезных ископаемых и технологической
экологии ИГД СО РАН, д.т.н.

09.02.2024
В.И. Ростовцев

Подписи С.А. Кондратьева и В.И. Ростовцева ЗАВЕРЯЮ

Ученый секретарь ИГД СО РАН, к.т.н.

К.А. Коваленко



Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук (ИГД СО РАН)

Телефон: 8 (383) 205-30-30; E-mail: mailid@misa.ru