

ОТДЕЛ ПРОБЛЕМ КОМПЛЕКСНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ
КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

Научный руководитель: академик РАН В.А. Чантурия

Заведующий отделом: докт. техн. наук Т.Н. Матвеева

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ТЕМЕ:

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ КОМПЛЕКСНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ И
ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТРУДНООБОГАТИМЫХ РУД И НЕТРАДИЦИОННОГО
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

За 2019 г.

1. Отработаны основные параметры in-situ фиксации тонких и низкоразмерных реагентных образований на минеральных поверхностях методом атомно-силовой спектроскопии (АСС) в открытой жидкостной ячейке микроскопа Ntegra Prima, включающие способы подготовки образцов и режимы регистрации силовых кривых (способ сканирования, тип зондовых датчиков). Получены новые данные об изменении адгезионных свойств поверхности кальцита и флюорита в растворах жидкого стекла и олеата натрия, свидетельствующие о дискретности реагентного покрытия, формирующегося на начальных этапах взаимодействия.

2. На основе комплекса современных методов установлен механизм действия нового реагента дитиопирилметана (ДТМ) на золотосодержащие сульфиды при флотации, заключающийся в адсорбции окисленной формы реагента - дисульфида дитиопирилметана ДСДТМ на золоте. Применение реагента ДТМ дополнительно к бутиловому ксантогенату БКК позволило повысить содержание золота в концентрате с 9 до 19,5 г/т при увеличении извлечения золота на 9,3% в условиях флотации руды Олимпиадинского месторождения.

3. Методами кинетической фотометрии и электронной зондовой микроскопии установлена целесообразность применения водорастворимых термочувствительных полимеров поли-N-винилпирролидона (ПВП) и поли-N-винилкапролактама (ПВК) в качестве новых флотационных реагентов для селективной флокуляции и флотации ультратонких минеральных частиц цветных и благородных металлов из малосульфидных руд и хвостов обогащения. Применение ПВК модифицированного тиомочевинной в качестве дополнительного собирателя тонкого золота позволяет повысить его извлечение в концентраты флотации и сократить потери золота с отвальными продуктами.

4. Впервые методами УФ-спектрофотометрии и лазерной микроскопии установлена способность морфолиндитиокарбамата (МДТК) и S-цианэтил N, N-диэтилдитиокарбамата (ЦЭДЭДТК) к образованию устойчивых соединений с золотом в растворе и формированию адсорбционного слоя на поверхности золотосодержащих сульфидов, что позволяет предложить их в качестве новых селективных собирателей для извлечения золота из упорных руд.

5. Вскрыт механизм изменения структурного состояния поверхности, механических, физико-химических и технологических свойств полупроводниковых рудных минералов (сульфидов) и природных минералов диэлектриков (кальцийсодержащих минералов и кварца) в условиях импульсного диэлектрического барьерного разряда атмосферного давления и нетеплового воздействия мощных (высоковольтных) наносекундных импульсов. В результате действия продуктов низкотемпературной плазмы и других, реализуемых в разряде эффективных факторов, происходило разупрочнение минералов (в целом максимальное относительное снижение микротвердости ΔHV составило 7-30%), изменение морфологии, шероховатости, краевого угла смачивания поверхности минеральных аншлифов и флотационной активности сульфидных минералов от времени плазменной обработки.

6. Разработаны оптимальные параметры электромагнитной импульсной обработки (МЭМИ) и сочетания реагентов, обеспечивающие повышение селективности разделения близких по свойствам кальциевых минералов. Повышение извлечения шеелита в пенный продукт флотации на 10-20 % ($N_{imp.}=10^3$ имп.) обеспечивается использованием нового для практики переработки кальцийсодержащих минералов реагента-аминна и различием в форме его закрепления на кальците и шеелите.

7. На основе комплексных исследований морфологии, элементного, фазового и гранулометрического составов упорного золотосодержащего концентрата получены новые научные данные о механизме интенсификации химико-электрохимического выщелачивания при ультразвуковых воздействиях, заключающемся в удалении окисленных пленок и интенсивном растворении частиц арсенопирита за счет образования на их поверхности многочисленных микропор и зон травления. Установлена рациональная величина мощности ($50 \text{ Вт}\cdot\text{ч}/\text{дм}^3$) ультразвуковой обработки упорного концентрата, обеспечивающая повышение извлечение золота на 18,7 %.

8. На основе исследования фазового состава, структурно-текстурных и ионообменных свойств сапонитсодержащих отходов переработки алмазосодержащих кимберлитов Ломоносовского месторождения научно обоснованы эффективные методы получения сорбентов с высокой сорбционной способностью. Электрохимическая

сепарация с последующей термоактивацией при 750 °С сапонитового продукта позволяет повысить его статическую обменную емкость в 2.4-4.9 раза (220 мг/г сорбента) за счет интенсификации процессов образования вторичных металлсодержащих фаз. Укрупненными лабораторными испытаниями подтверждена высокая эффективность сорбентов на основе модифицированного сапонита для очистки оборотных вод предприятий Ковдорского ГОКа от катионов тяжелых металлов до норм ПДК.

9. Установлены закономерности процессов разрушения и удаления с поверхности алмазов гидрофилизующих покрытий при воздействии ультразвука (от 3 до 12,5 Вт/см²). Разработана комбинированная ультразвуковая и бездиафрагменная электрохимическая обработка оборотной воды, обеспечивающая очистку поверхности алмазов (до 94%) и восстановление их природной гидрофобности, что позволяет повысить флотируемость кристаллов до 90%.

10. Разработаны критерии целесообразности вовлечения металлоносных вод в промышленную переработку: ресурсная ценность, глубина переработки, постоянство расхода и качества, соотношение концентраций разделяемых компонентов, отношение концентрации металла во взвешенной форме к ионорастворенной форме.

11. На основании комплекса экспериментальных и теоретических исследований гидрофобности сульфидных минералов пирротина, пентландита и силикатных флотоактивных минералов пустой породы талька и форстерита вскрыт механизм селективности процесса флотации и разработан эффективный режим коллективного извлечения сульфидов из бедной платинометальной медно-никелевой руды с применением комбинации собирателей. Применение нового режима флотации обеспечивает повышение контрастности свойств сульфидов и силикатов и получение коллективного сульфидного концентрата с извлечением 82% палладия, 73% никеля, 88% меди, содержащего 2,1 г/т благородных металлов и 0,8% никеля при существенном снижении содержания в нем кремния (на 20%), что позволяет осуществить его эффективную металлургическую переработку.

12. На основании анализа распределения минеральных фаз в продуктах обогащения золошлаковых отходов (ЗШО) Каширской ГРЭС установлено, что мокрая сепарация более эффективна, чем сухая и обеспечивает высокое и селективное извлечение магнетита и гематита. Из ЗШО за одну стадию получен магнитный продукт с содержанием железа 47,5% при выходе 2,6% и извлечении металла 23,7%. Максимальное извлечение тонкого класса фракции -71+40 мкм достигается за счет лучшего раскрытия агрегатов минералов оксидов железа с алюмосиликатами. Выделение магнитного

продукта при комплексной переработке ЗШО позволяет повысить селективность извлечения ценных компонентов в гидрометаллургическом переделе.

13. Разработана инновационная технология переработки золотосурьмяных концентратов с применением пирометаллургического процесса, включающая разделение сурьмы от золота с получением триоксида сурьмы кубической сингонии и сурьмяного золотосодержащего сплава (СЗСС) с содержанием золота более 10 кг/т и последующее выделение лигатурного золота высшей марки.