

7. Panikorovskii T.L. Crystal chemistry of ivanyukite group minerals, $A_{3-x}H_{1+x}[Ti_4O_4(SiO_4)_3](H_2O)_n$ ($A = Na, K, Cu$), ($n = 6 - 9, x = 0 - 2$): crystal structures, ion-exchange, chemical evolution / T.L. Panikorovskii, V.N.Yakovenchuk, N.Yu.Yanicheva, Ya.A. Pakhomovsky, V.V. Shilovskikh, V.N. Bocharov, S.V. Krivovichev // Mineralogical Magazine. – 2021. – V. 85. – P. 607–619;
8. Kalashnikova, G.O. The AM – 4 Family of Layered Titanosilicates: Single-Crystal-to-Single-Crystal Transformation, Synthesis and Ionic Conductivity / G.O. Kalashnikova, S.V. Krivovichev, V.N. Yakovenchuk, E.A. Selivanova, M.S. Avdontceva, G.Y. Ivanyuk, Y.A. Pakhomovsky, D.V. Gryaznova, N.A. Kabanova, Y.A. Morkhova, et al. // Materials – 2024. – V. 17 (1). 111. <https://doi.org/10.3390/ma17010111>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ЗОЛОТА В ГРАНИЦАХ ВОЗДВИЖЕНСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Пахтаева М. Г.

Научный руководитель профессор В.П. Иванов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение металлоорганических соединений (МОС) используется достаточно широко в материаловедении и в геохимии при оценке форм нахождения металлов. Проблема изучения координационных соединений металлов с лигандами вышла за рамки неорганической, органической и молекулярной химии, так как МОС представляют собой сложные системы «металл-углерод» в виде надмолекулярных организаций молекул и атомов, характеризуемых как кластеры, где металл – осто́в, а лиганды – функциональные группы углерода с азотом, водородом, кислородом. Поэтому с 1980-х годов междисциплинарная область изучения МОС обусловила появление супрамолекулярной химии, которая в настоящее время используется для определения форм связей «металл – углерод» в углефицированных и углеродистых веществах [3].

Целью представленных исследований является изучение металлоорганических соединений золота в границах Воздвиженского рудного поля (Забайкальский Край), которые по содержанию Au имеют промышленные концентрации в свинцово-цинковых рудах. В качестве фактического материала была выбрана скважина, подсекающая осадочную толщу с видимыми прослоями углистого материала. Породы представлены преимущественно доломитами и мергелями с сульфидной минерализацией в виде гнёзд и тонкой вкрапленности по массе, в виде прожилков и примазков по трещинам. Наиболее концентрированные золотом интервалы были опробованы точно с глубины 286–350 метров.

Для исследования использовался аппаратно-программный комплекс (АПК «Спектротест») на базе спектрометра фирмы «SHIMADZU» IRAffinity – 1 с Фурье преобразованием, который позволяет получать ИК-спектр диффузного отражения в диапазоне 7500–350 см^{-1} с максимальным разрешением 0,5 см^{-1} с помощью приставки DRS-8010ASC для порошков (DRIFTS). Полученные из точечных керновых проб образцы для аналитических исследований были подвергнуты дроблению и истиранию до крупности 0,2 мм с выделением углистого вещества методом препариования. Обработка спектров проводилась АПК СКАУФВ (аппаратно-программный комплекс структурно-кластерного анализа углефицированных веществ) [2].

Суть идентификации полученных спектров 20 образцов состояла в следующем. Во-первых, был проведён сравнительный анализ спектральных характеристик по диапазонам спектров 4000–600 и 600–350 см^{-1} и выделено 5 групп по углеводородным лигандам (2920 и 2860 см^{-1}). Во-вторых, выяснилось, что наибольшая степень корреляции данных лиганд была с полосами 571, 561, 550, 545 см^{-1} ($r = 0,58-0,64$), которые отражают МОС $[(\text{CH}_3)_2\text{Au}(\text{X})_2]$ и полос 2130, 700 см^{-1} ($r = 0,55-0,64$), отражающие МОС $\text{K}[\text{Au}(-\text{SCN})_4]$.

Результаты ИК спектрометрического анализа (СКАУФВ) были сопоставлены с результатами пробирного анализа, за счет чего получена зависимость между содержанием золота и количеством связей в виде соединения $\text{K}[\text{Au}(-\text{SCN})_4]$. Характер данной зависимости при аппроксимации ($R^2 = 0,58$) носит степенной вид графика: $y = 0,025x^{-0,824}$ (рис.).

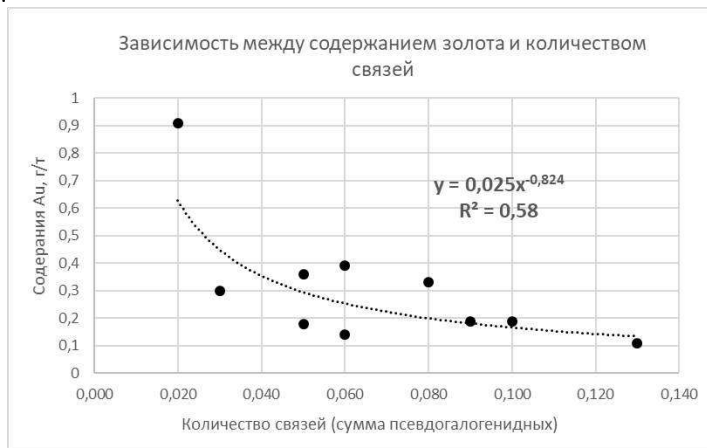


Рис. Зависимость между содержанием золота и количеством связей

Установлено [4], что МОС золота в структуре углефицированных веществ находится в виде кластерного материала, относящегося к псевдогалогенидным комплексам с плоскостными и межплоскостными связями NCS- или SCN-групп, которые идентифицируются на полосах 2130, 700 см^{-1} . Данное уравнение свидетельствует, что взаимосвязь между содержанием золота и количеством связей МОС обратная, т.е. при увеличении количества золота в веществе снижается его количество связей. Это значит, в системе «полимер-минерал» кластерный материал золота, как ультрадисперсной металлической частицы, переходит в зёрна самородного золота размером более 30 нм [1].

Литература

1. Губин, С.П. Химия кластеров: Основы классификации и строение / С. П. Губин; Отв. ред. И. И. Моисеев; АН СССР, Институт общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова. – Москва: Наука, 1987. – 262 с.
2. Иванов, В. П. Определение типов связей кремния с функциональными группами в структурах органических веществ растительного происхождения с помощью метода диффузного отражения инфракрасной спектроскопии / В. П. Иванов, А. А. Дмитриенко // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333, № 8. – С. 36–45.
3. Особенности определения металлоорганических соединений в углеродистых веществах черносланцевых отложений с применением ИК-спектроскопии диффузного отражения/ В.П. Иванов, Т.В. Тимкин, Д.А. Болдина, М.Г. Пахтаева // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Т. 335. – № 2. – С. 141–156.
4. Nakamoto K. Infrared and Raman spectra of inorganic and coordination compounds, part B: applications in coordination, organometallic, and bioinorganic chemistry. John Wiley & Sons, 2009. – 400 p.

ГЛАУКОНИТ И АММОНИЙ: ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА БАЗАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛА ПРИ СОЗДАНИИ НАНОКОМПОЗИТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Рудмин М.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эффективное использование ресурсов в сельском хозяйстве становится всё более важным в свете поисков устойчивых методов ведения сельского хозяйства. Особое внимание уделяется разработке и внедрению новых технологий производства и применения удобрений. Удобрения контролируемого действия представляют собой современную наукоёмкую область в индустрии удобрений, которая сосредотачивается на принципах адресной и дозированной доставки питательных веществ растениям. Азот, как наиболее важный и распространённый питательный элемент в сельском хозяйстве, остаётся одним из ключевых элементов при создании удобрений нового поколения [1, 2]. Подбор параметров для создания композитных удобрений из глауконита в настоящее время основывается в основном на экспериментальных методах. Однако современные исследования активно внедряют методы компьютерной молекулярной динамики для моделирования взаимодействия слоистых минералов с различными водными растворами [3, 4]. Этот подход имеет потенциал для улучшения понимания фундаментальных процессов, лежащих в основе создания удобрений контролируемого действия на основе слоистых минералов. Целью данного исследования являлось моделирование и экспериментальная проверка условий и процесса сорбции азота в микропоровом пространстве глауконита с целью оптимизации и контроля будущей технологии производства удобрений контролируемого действия из глауконита и мочевины.

В рамках исследования была осуществлена подготовка и характеристика нанокompозитов глауконит-аммоний (ГАН), используя различные концентрации аммония в растворе нитратного аммония для изучения динамики адсорбции, моделей высвобождения питательных веществ и их воздействия на прорастание и рост овса (*Avena sativa*). Характеристики приготовленных нанокompозитов были изучены с использованием рентгеновской дифракции (РДА), сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионным анализом (СЭМ-ЭДС), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ) с дифракцией электронов в локальной области, инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, дифференциального термического анализа (термогравиметрический анализ и дифференциальная сканирующая калориметрия) с квадрупольным масс-спектрометром (ТГ-ДТА-МС) и методом Брунауэр-Эмметт-Теллер.

Объём аммония, который адсорбирован в микропорах (≤ 2 нм) ГАН, определяется через выраженный сдвиг первого базального пика рентгеновской дифракции до 17.0 Å (рис. 1) и изменения линейных размеров межплоскостного расстояния на ПЭМ-снимках. А также это заверяется потерей веса в диапазоне температур от 325 до 590 °С, сопровождаемой выделением азотсодержащих соединений (NH_4 и NH_3), как показано из результатов ТГ-ДТА-МС. Увеличение концентрации NH_4^+ в реакционном растворе NH_4NO_3 от 1 до 12 мол. % приводит к увеличению доли интеркалированных нутриентов в глауконите с 4.0 % до 4.3 %. Максимальное содержание веществ, адсорбированных в микропорах, не превышает долю смектитовых слоев в структуре глауконита, подчеркивая высокую адсорбционную активность межплоскостных пространств смектитовых фаз [5].