

области преимущественного отложения пирротина в область более высоких температур (нижние интервалы жил).

Работа выполняется при финансовой поддержке гранта РФФИ 08-05-00306 (руководитель - профессор М.В.Борисов).

Литература:

1. Барсуков Викт.Л., Соколова Н.Т., Иваницкий О.М. Металлы, мышьяк и сера в гранитах Ауэ и Айбенштока (Рудные горы) // Геохимия. 2006. № 9. С. 967-982.
2. Борисов М.В. Геохимические и термодинамические модели жильного гидротермального рудообразования. М.:Научный мир, 2000, 360 с.
3. Борисов М.В., Бычков Д.А., Шваров Ю.В. Геохимические структуры полиметаллических жил выполнения и параметры гидротермального рудообразования // Геохимия. 2006. № 11. С. 1218-1239.
4. Тугаринов А.И., Бибикова Е.В., Грачева Т.В. и др. Применение свинцово-изотопного метода исследования для решения вопросов о генезисе свинцовых месторождений Северо-Кавказской рудной провинции // Геохимия. 1975. № 8. С. 1156-1163.
5. Шваров Ю.В. Алгоритмизация численного равновесного моделирования динамических геохимических процессов // Геохимия. 1999. № 6. С. 646-652.
6. Шваров Ю.В. HCh: новые возможности термодинамического моделирования геохимических систем, предоставляемые Windows// Геохимия, 2008, № 8, 898-903.

ПРИМЕНЕНИЕ ЯКР-СПЕКТРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СУЛЬФИДОВ: ФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Гайнов Рамиль Рашитович

Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина,

ramil.gainov@ksu.ru

Ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР) – один из радиоспектроскопических методов исследования локальной электронной структуры и внутренней динамики в твердых телах, в частности, минералах [10]. Этот метод нашел достаточно широкое применение в различных отраслях науки и промышленности, поскольку спектроскопические и релаксационные параметры, получаемые с его помощью, чувствительны даже к самым небольшим изменениям в строении сложных кристаллических соединений и позволяют получать уникальную информацию о локальных свойствах материалов в микро и наноскопических масштабах. В частности, ЯКР-спектроскопия лежит в основе современных датчиков взрывчатых веществ [11] и

наркотических соединений [7], используется в высокочувствительных термометрах сверхнизких температур [2], служит в качестве фазово-диагностического метода в фармацевтических [9] и геологоразведочных [1] исследованиях.

В данном докладе представлены результаты последних исследований халькогенидов из группы сложных полупроводников со структурой теннантита $\text{Cu}_{10}(\text{Zn,Fe,Ag})_2\text{X}_4\text{S}_{13}$ ($\text{X}=\text{As, Sb}$) и серии сверхпроводящих материалов со структурой ковеллина $\text{Cu}_{1.00+\text{x}}\text{S}_{1.00}$ ($0 \leq \text{x} \leq 0.3$) методом ЯКР меди. Помимо их важного прикладного значения в качестве природных источников меди, эти соединения вызывают значительный научный интерес своей необычной электронной структурой и наличием неустойчивой валентности ионов меди. На основании выявленных данных, было впервые продемонстрировано существование флуктуирующей валентности ионов меди и доказано наличие фазовых переходов второго рода при низких температурах. Для соединений группы теннантита было показано, что основные примеси (цинк, железо и др.) внедряются в тетраэдрические пустоты каркаса структуры хаотическим образом, а медь преимущественно концентрируется в лавесовских полиэдрах. Анализ экспериментальных данных по соединениям группы ковеллина указывает на появление в электронной структуре этих материалов так называемых волн зарядовой плотности (ВЗП). Последний факт указывает на некоторое родство ковеллина с высокотемпературными сверхпроводниками (ВТСП). Кроме того, предварительное зондирование сульфидов меди (халькозина Cu_2S и ковеллина CuS) из оруденелой древесины медистых песчаников Волго-Уральского региона указывают на серьезные различия между параметрами ЯКР природных и искусственных образцов CuS . Расхождение параметров ЯКР может быть обусловлено отклонением состава сульфидов меди, образующихся в природных условиях, от стехиометрии. Этот факт может быть использован для выяснения условий образования оруденения, палеогеографических реконструкций и прогноза осадочных рудных месторождений.

Основные результаты проведенных исследований опубликованы в реферируемых международных изданиях [3-6, 8].

Литература:

1. Гинзбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геологоразведочных работ. М.: Недра, 1981. 263 с.
2. Anferov V.P., Bryuchanov O.N., Grechishkin V.S., Rudakov T.N. A nuclear quadrupole resonance thermometer with frequency locking // J. Mol. Struct. 1982. V.83. P.365-368.
3. Gainov R.R., Dooglav A.V., Pen'kov I.N. Evidence for low-temperature internal dynamics in $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ according to copper NQR and nuclear relaxation // Solid State Commun. 2006. V.140. P.544-548.

4. Gainov R.R., Dooglav A.V., Pen'kov I.N., Mukhamedshin I.R., Savinkov A.V., Mozgova N.N. Copper valence, structural separation and lattice dynamics in tennantite (fahlore): NMR, NQR and SQUID studies // Phys. Chem. Minerals. 2008. V.35. P.37-48.
5. Gainov R.R., Dooglav A.V., Pen'kov I.N., Evlampiev I.A., Orlova A.Yu. Contribution of NQR-spectroscopy in studies of some complex sulfides // Abstracts of IV International Conference EUROMAR "Magnetic Resonance for the Future". 2008. St. Petersburg, Russia, 6-11 July, P.58.
6. Gainov R.R., Dooglav A.V., Pen'kov I.N., Mukhamedshin I.R., Mozgova N.N., Evlampiev I. A., Bryzgalov I. A. Phase transition and anomalous electronic behavior in the layered superconductor CuS probed by NQR // Phys. Rev. B. 2009. V.79. P.075115/1-075115/11. Также доступно в библиотеке Cornell University Library, <http://arxiv.org/abs/0809.0560>.
7. Latosinska J.N. Applications of nuclear quadrupole resonance spectroscopy in drug development // Exp. Opin. Drug Discov. 2007. V.2. P.225-488.
8. Orlova A.Yu., Gainov R.R., Dooglav A.V., Pen'kov I.N., Mozgova N.N. Copper NQR studies of Ag-doped ternary sulfide $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ (tennantite) // Magn. Reson. Solids. 2008. V.10. P.6-10.
9. Perez S.C., Cerioni L., Wolfenson A.E., Faudone A.S., Cuffini S.L. Utilization of pure nuclear quadrupole resonance spectroscopy for the study of pharmaceutical crystal forms // Intern. J. Pharm. 2005. V.298. P.143-152.
10. Semin G.K., Babushkina T.A., Yakobson G.G. Nuclear quadrupole resonance in chemistry. New York: John Wiley & Sons, 1975. 541 с.
11. Yinon J. Counterterrorist detection techniques of explosives. Amsterdam: Elsevier B.V., 2007. 433 с.

РЕАКЦИОННОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КИМБЕРЛИТОВОГО РАСПЛАВА С МГ-ИЛЬМЕНИТАМИ В КАРБОНАТНОМ КИМБЕРЛИТЕ

Голубкова Анастасия Борисовна

Геологический ф-т МГУ, Москва, nastya.golubkova@gmail.com

Mg-ильменит относится к характерным минералам кимберлитов и нередко используется для оценки алмазонасности кимберлитовых тел. Изучение составов данного минерала и находящихся с ним в равновесии фаз является важным для установления параметров температуры (Т) и фугитивности кислорода ($f\text{O}_2$) минералообразования.

Если предполагается ксеногенная природа ильменита (за счет дезинтеграции мантийных пород) и равновесных с ним минералов, то рассчитанные Т и $f\text{O}_2$ могут использоваться для оценки условий минералообразования в мантии.