

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Российский государственный геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе
(МГРИ)



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ТОМ II

X Международной научной конференции
молодых ученых
«Молодые - Наукам о Земле»

*International Scientific Conference of Young Researchers
«The Young - for the Earth Sciences»*

31 марта - 1 апреля 2022 г. | 31 March - 1 April 2022

Москва | Moscow

Вопросы генезиса Au-Cu минерализации в районе Кон Ра, центральный Вьетнам

До М.Ф.* (МГРИ, Вьетнамский геофизический отдел, г. Ханой, Вьетнам, dominhphuong.dkt@gmail.com), Фан Т.Х. (МГРИ, Горно-геологический университет, г. Ханой, Вьетнам, phanthihong@hug.edu.vn), Игнатов П.А (МГРИ, petrignatov@gmail.com)

Аннотация

Первичные золотоносные медные руды рудопроявления Кон Ра представлены кварц-сульфидными агрегатами, наложенными на скарновые ассоциации. По анализу газово-жидких включений в кварце они формировались из среднетемпературных газогидротерм с началом процесса на больших глубинах и температурой 435⁰С. Изотопный состав серы сульфидов Кон Ра отличается однородностью и указывает на образование руд из исходного гидротермального раствора магматического происхождения.

Ключевые слова

Газово-жидкие включения, медь, золото, изотопы серы, рудопроявление.

Теория

Районы Центрального Вьетнама рассматриваются в качестве перспективных на обнаружение стратегически важных месторождений золота, олова, меди, урана и др. В одном из них Кон Ра, расположенном в провинции Контум, находится одноименное рудопроявление меди, золота и урана.

Для изучения происхождения сульфидной Au-Cu минерализации использованы: геологические карты масштабов 1:50 000 и 1:10 000; анализ 20 прозрачных шлифов и 22 аншлифов; результаты анализа газово-жидких включений в рудном кварце; анализ изотопии сульфидной серы из 6 образцов пирротина.

В пределах потенциального рудного узла наиболее распространены породы протерозой-кембрийского комплекса Хамдык (PR-Єkd), которые также слагают небольшие ксенолиты в гранитоидах раннетриасового комплекса Хайван. Они существенно дислоцированы с преобладающим простирианием осевых поверхностей складок на северо-восток и субмеридионально, в меньшей мере, на северо-запад. В комплексе Хамдык выделено 9 ассоциаций (рис. 1).

Породы силурийского комплекса гранитоидов Чулай (γScI) обнажаются на поверхности в виде линз, сложенных гранито-гнейсами. Гранитоиды комплекса Чулай наиболее распространены на западе и меньше на востоке площади. Они залегают согласно с метаморфическими породами комплекса Хамдык и, вероятно, представляют собой ядра гранитизации куполовидно-валообразных структур.

Породы триасового комплекса гранитов Хайван (γT₁₋₂hV) обрамляют метаморфические породы комплекса Хамдык и встречаются внутри него в виде разных по площади массивов. Известны и поздние эоценовые диабазовые дайки комплекса

Кумонг (βEcm). В пределах Кон Ра породы комплекса Хайван обнажаются на поверхности небольшими блоками и вскрыты скважинами до глубины 300 м, что указывает на относительно не глубокий эрозионный срез гранитных массивов [1].

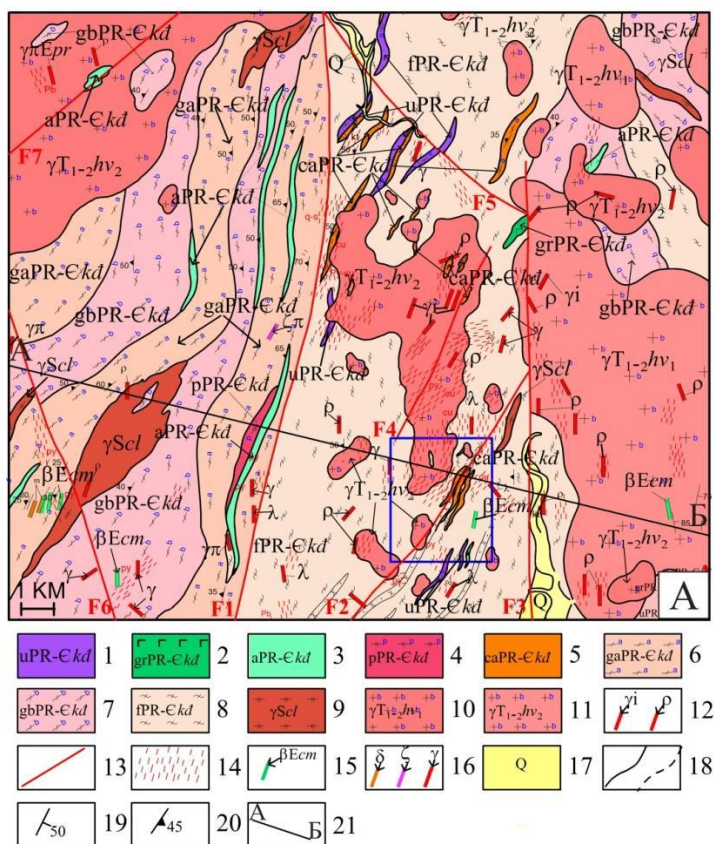


Рисунок 1. Геологическая карта площади Кон Ра масштаба 1:50.000 (А) [1]. 1-8 - протерозойский комплекс Хамдык (PR-Єkd): 1 - метаультрамафиты (uPR - Єkd): дуниты, перидотиты, пироксениты; 2 - метагаббро (grPR-Єkd); 3 - амфиболиты (aPR-Єkd); 4 - метаплагиограниты, плагиогранитогнейсы, гранодиоритогнейсы и диоритогнейсы (pPR-Єkd); 5 - метакарбонатные и метаскарновые породы (caPR-Єkd): мраморы, оливковые и диопсидовые кальцифиры, диопсидиты, диопсидовые гнейсы, кварц-диопсидовые сланцы, пироксеновые скарны; 6 - амфибол-гнейсовая ассоциация (gaPR-Єkd): амфиболовые, амфибол-биотитовые, амфибол-пироксеновые и пироксеновые гнейсы; 7 - биотитовые гнейсы, биотит-плагиогнейсы, биотит-гранит-плагиогнейсы (gbPRkd); 8 - кварц-слюдяные, кварц-мусковитовые и биотитовые сланцы, слюдисто-гранат-силлиманит-андалузит-кордиеритовые породы (fPR-Єkd); 9 - силурийский комплекс Чулай (γScl): гранитогнейсы, двуслюдяные гранитогнейсы; 10 - биотитовые граниты первой фазы (γT1-2hv1); 11 - биотитовые и двуслюдяные граниты второй фазы (γT1-2hv2); 12 - гранит-аплиты и пегматиты ранней фазы (γi-pT1-2hv); 13 - разломы; 14 - зоны катаклаза; 15 - эоценовые диабазы комплекса Кумонг (βEcm); 16 - гидротермальные жилы разного состава; 17 - голоцен-плейстоцен (Q): речные отложения; 18 - геологические границы; 19 - элементы залегания сланцев и амфиболитов; 20 - элементы залегания гнейсов; 21 - линия профиля АБ.

По результате изучения рудных шлифов в лаборатории МГРИ, керна и обнажений выделены широко распространенные рудные минералы халькопирит, пирит и пирротин. Меньше распространены марказит, ковеллин, графит и молибденит. Не часто встречаются магнетит, арсенопирит, халькозин, гематит, гетит и лимонит. Редким рудным минералом является уранинит.

Результаты анализа газово-жидких включений в кварце сульфидной ассоциации на исследуемой территории показывают, что минералообразующий раствор представлял собой гидротермальный раствор, образовавшийся на довольно большой глубине, с начальной температурой около 435°C [1].

Анализ стабильных изотопов серы сульфидов скарновых месторождений помогает определить подвижность обменного метаморфического раствора и спрогнозировать накопления руды от источника магмы; и в то же время определить возможность существования глубинных руд путем анализа зональности комплексов метасоматитов.

Что касается потенциальной минерализации Cu-Au-U Кон Ра, автор получил изотопный состав серы из 6 образцов пирротина из керна оценочных скважин (рис. 2, Табл. 1).

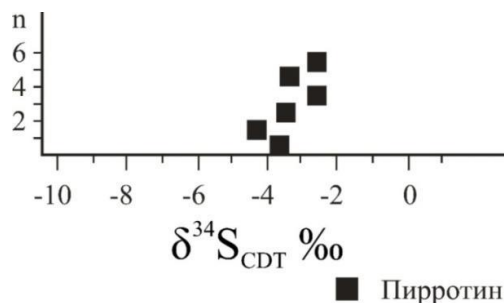


Рисунок 2. График, показывающий значения изотопа серы из пирротина Кон Ра

Таблица 1

Изотопный состав сульфидной серы пирротина Кон Ра

№ образца	δ³⁴S_CDT‰
Φ4 (LK5/70)	-3,8
Φ6 (LK3/24)	-4,1
Φ8 (LK1/1)	-3,2
Φ9 (LK1/2)	-2,5
Φ18 (LK1/12)	-3,4
Φ19 (LK1/15)	-2,5

Пирротин выделяли магнитной сепарацией. Изотопные анализы выполнены в ЦНИГРИ доктором геол.-мин. Наук С.Г.Кряжевым по методике [3]. Серу сульфидов переводили в SO₂ посредством реакции с CuO при 800°C в вакууме с последующей криогенной очисткой газа и анализом изотопного состава серы на масс-спектрометре МИ-1201. Результаты пересчитаны по отношению к метеоритному стандарту CDT. В качестве эталона использовали лабораторный стандартный образец ЦНИГРИ «Пирит Гайского месторождения» с δ³⁴S=+0.7 ‰. Точность измерений составляет ± 0.2‰.

Пирротин наследует изотопный состав серы флюида независимо от температуры минералообразования [2]. Следовательно, измеренные значения $\delta^{34}\text{S}$ характеризуют изотопный состав серы рудогенерирующих магм.

Изотопы серы, определенные в пирротине, показали, что изотопный состав серы в общем выражении минерализации Cu-Au-U Кон Ра был однородным ($\delta^{34}\text{S}$ варьировалось от -4,1 до -2,5 ‰), средним ($\delta^{34}\text{S} = -3,3 \pm 0,8$ ‰), что подтверждает представление о магматическом источнике рудного вещества. Однако, существует некоторая дифференциация, характеризующаяся увеличением изотопа $\delta^{34}\text{S}$ с -3,4 до -2,5 ‰ в четырех образцах Ф8, Ф9, Ф18 и Ф19.

Результаты изотопного анализа $\delta^{34}\text{S}$ на Кон Ра сопоставлены со значениями $\delta^{34}\text{S}$ серосодержащих минералов в других скарновых месторождениях (рис. 3).

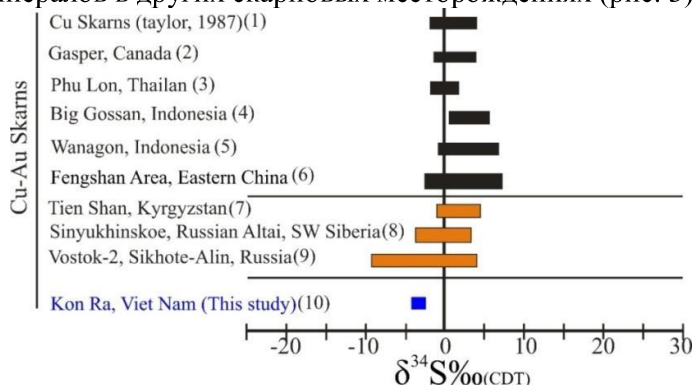


Рисунок 3. Сравнение ^{34}S пирротина в потенциальном минерализации Кон Ра Cu-Au-U с другими типичными месторождениями Cu-Au скарновых месторождениями. Данные: 1 – Taylor (1987); 2 – Gerald E. Ray (2013); 3 – Kamvong, T. and Zaw, K. (2009); 4 – Prendergast, K., Clarke, G. W., Pearson, N. J. and Harris, K. (2005); 5 – Kylie Prendergast, Gavin W. Clarke (2005); 6 – Guiqing Xie; Jingwen Mao; Jeremy P. Richards; Ying xiao Han; Bin Fu (2019); 7 – Serguei G. Soloviev, Sergey Kryazhev, Svetlana Dvurechenskaya (2018); 8 – Serguei G. Soloviev, Sergey G. Kryazhev, Svetlana S. Dvurechenskaya, Victor I. Uytov (2019); 9 – Serguei G. Soloviev, Sergey G. Kryazhev, Svetlana S. Dvurechenskaya (2017); 10 – потенциальное проявление Кон Ра (район исследования).

Сера существенно обогащена легким изотопом ^{32}S , что является характерным признаком «восстановленных» магм ильменитовой серии, в том числе в Японии [4]. Изотопные «пояса Японии», можно предполагать, есть и во Вьетнаме.

Из результатов изотопного анализа серы сульфидов Кон Ра в можно видеть, что золотоносные медные руды сформированы из исходного гидротермального раствора магматического происхождения.

Выводы

Таким образом, минеральный состав руд рудопроявления Кон Ра включает гидротермальную минерализацию, наложенную на скарновые ассоциации. Руды сложены сульфидами, образованными в среднетемпературных условиях при участии

глубинных флюидов.

Библиография

1. М.Ф. До, П.А. Игнатов, Т.Х. Фан, З.Х. Нгуен Д. Чан. Известия высших учебных заведений Геология и разведка 2020;63(2): С 73—85.
2. Омото Х., Рай Р. Изотопы серы и углерода / в кн. Геохимия гидротермальных рудных месторождений // М.: Мир, 1982, с. 403-450.
3. Устинов В.И., Гриненко В.А. Прецизионный масс-спектральный метод определения изотопного состава серы. – М.: Недра, 1965, 96 с.
4. Ishihara, S., and Sasaki, A., 1989, Sulfur isotopic ratios of the magnetite series and ilmenite-series granitoids of the Sierra Nevada batholith – a reconnaissance study: Geology, v. 17, p. 788-791.