

О проявлениях благороднометалльно-редкоземельной минерализации в графитоносных породах северной окраины Ханкайского террейна

© *В. П. Молчанов*¹, *Д. В. Андросов*¹, *Н. Н. Молчанова*².

¹ Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия. E-mail: vpmol@mail.ru

² ООО «Гидрометаллург», г. Владивосток, Россия. E-mail: 631135@mail.ru

В высокоуглеродистых породах северной окраины Ханкайского террейна (Приморский край) авторами выявлены новые проявления благородных и редкоземельных металлов, наиболее крупное из них -Филинское. Графитовые руды, в строении которых участвуют высокопробное медьсодержащее золото, серебро, монацит, ксенотим, сульфиды, рутил, барит, уранинит, характеризуются тесными связями углерода с золотом и редкими землями. При этом графит по величине $\delta^{13}\text{C}$ (от $-2,1$ до $-5,5$ ‰) отвечает мантийному углероду. Сделан вывод, что первоисточниками углерода в рудообразующей системе послужили глубинные флюидные потоки.

Ключевые слова: Ханкайский террейн; высокоуглеродистые породы; графит; благородные и редкоземельные металлы; минералогия; геохимия; изотопия.

About the manifestations of the noble -metallically-rare — earth mineralization in the graphytone rocks of the northern margin of the Khankai terrain

*V. P. Molchanov*¹, *D. V. Androsov*¹, *N. N. Molchanova*²

¹ Far East Geological Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia.

E-mail: vpmol@mail.ru

² The limited liability company «Hydrometallurg», Vladivostok, Russia. E-mail: 631135@mail.ru

In the graphitized rocks of the northern margin of the Khankai terrane (Primorsky Krai), new manifestations of noble and rare-earth metals have been revealed with the participation of the authors. Ore mineralization is characterized by the presence of high-grade gold and silver, as well as monazite, xenotime, sulphides (pyrite, pyrrhotite, pentlandite, chalcopyrite, sphalerite, Co-containing arsenopyrite, galena, bismuthin, tetradymite), barite, rutile, uraninite. Graphite ore formations in the value of $\delta^{13}\text{C}$ (from -2.1 to -5.5 ‰) corresponds to mantle carbon. It seems that the main suppliers of carbon in the formation of noble metals, rare-earth-graphite ores were deep fluid flows.

Key words: Khankai terrain; high-carbon rocks; graphite; noble and rare-earth metals; isotopic composition of carbon.

Высокоуглеродистые породы пользуются широким распространением на сопредельных территориях юга Дальнего Востока РФ и Северо-востока КНР, образуя протяженную на сотни километров вдоль границы Ханкайского и Цзямусы террейнов зону региональной графитизации. На ее северном фланге (Приморский край, РФ) расположены два крупных месторождения — Тамгинское и Тургеневское, на южном (провинция Хэйлунцзян, КНР) — графитоворудный гигант Люмао. Хотя российские объекты были разведаны еще в сороковых годах прошлого столетия [1], только в последнее время выяснилось [2], что помимо кристаллического графита, в них сосредоточены значительные ресурсы благородных металлов (БМ) и редкоземельных элементов (РЗЭ). Именно эти обстоятельства послужили основанием для возобновления специализированных работ по поиску руд нового типа, приуроченных к площадям развития графитизированных пород северной окраины Ханкайского террейна. Целенаправленные исследования авторов увенчались открытием вблизи г. Дальнереченска новых проявлений благороднометалльно-редкоземельно-графитоносной минерализации, из которых наиболее крупным является Филинское.

Изученная графитовая минерализация приурочена к претерпевшим воздействию регионального метаморфизма в условиях от гранулитовой до амфиболитовой фации протерозойским породам ружинской свиты, залегающим в нижней части разреза изученной площади. Выше по разрезу размещены метаморфиты матвеевской свиты, вмещающие графитовые образования Тургеневского и Тамгинского месторождений. В строении ружинской свиты участвуют биотит– кварц–полевошпатовые сланцы с прослоями мраморов, кальцифиров и гранитогнейсов. На востоке ружинские метаморфиты прорваны штоком лейкократовых гранитов. Отмечается присутствие маломощных жил, сложенных кварцем и полевым шпатом. Мрамора на контактах с гранитами и гранитогнейсами часто скарнированы. Графит в мраморах и сланцах развит в виде тонкочешуйчатой равномерно рассеянной вкрапленности, а в скарнах и гранитогнейсах формирует крупные мономинеральные гнезда, жилы и прожилки.

Для рудовмещающих пород характерны щелочной (натровый) уклон, высокие концентрации Al_2O_3 , а также Y, Cr, Zn, Ni, Rb, Zr, Ba, Pb, Th. Все отмеченные выше разновидности пород графитизированы (до 20 мас.%), причем степень углеродизации снижается в направлении от руд к скарнам и кварцевым жилам. При этом в образцах графитовой руды с повышенными содержаниями углерода и золота (0,1-0,2 г/т) постоянно присутствуют значительные количества редких земель (до 200-250 г/т). По характеру распределения РЗЭ графитоносные породы разделяются на две группы: одну с низким суммарным содержанием РЗЭ и положительной европиевой аномалией и другую с более высоким содержанием РЗЭ и отрицательной европиевой аномалией. В первую из них попадают поздние граниты, во вторую — все остальные разновидности пород изученной площади. Подобные тенденции распределения РЗЭ, равно как и тесные связи с золотом и графитом определяют специфику рудных образований Тамгинского и Тургеневского месторождений, а также их китайского аналога Люмао [2,3], возможно, свидетельствуя в пользу их генетического родства. Рудная минерализация, ассоциирующая с графитом, характеризуется сложным полиминеральным составом. Самородное золото чаще всего представлено мелкими частицами (до 10–20 мкм) неправильной формы. По химическому составу они характеризуются высокой чистотой (до 990 единиц). Лишь в отдельных золотилах фиксируется примесь Cu до 1–2%. Самородное серебро обнаружено в виде проволоковидных выделений размером до 10–15 мкм. В некоторых из них присутствует Cu (0,9%). В ассоциации с минералами БМ и графитом часто фиксируются сульфиды (пирит, пирротин, пентландит, халькопирит, сфалерит, Со — содержащий арсенопирит, галенит, висмутин, тетрадимит), а также барит, рутил, монацит, ксенотин, уранинит. В число постоянных попутных компонентов входит Yb — содержащий (до 1%) флюорит. В целом, полученные материалы во многом совпадают с опубликованными сведениями о минералогии руд российских и китайских месторождений графита Ханкайского и Цзямусы террейнов.

Как показали наши исследования, изотопно-углеродный состав графита Филинского месторождения обладает высокой степенью гомогенности, меняясь в узком диапазоне величин $\delta^{13}C$ от –2,1 до –5,5‰, согласно [4, 5], отвечающему мантийному углероду. Ранее установлено [2], что графитам Тамгинского и Тургеневского месторождений, локализованных в метаморфитах матвеевской свиты, свойственны более легкие значения $\delta^{13}C$ (соответственно от –8,0 до –9,0 ‰ и от –10,0 до –21,0 ‰). В рудных образованиях месторождения Люмао изотопный состав графита [3] варьирует в близких значениях $\delta^{13}C$ (от –11,5 ‰ до –23,5 ‰). Наблюдаемый изотопный сдвиг, вероятно, связан с поступлением в глубинные флюидные потоки по мере их приближения к земной поверхности изотопно-легкого биогенного вещества. При этом первоисточниками рудного вещества российских и китайских объектов остаются производные глубинных восстановленных флюидных систем, что определяет сходство их минералого-геохимических характеристик.

Таким образом, исследования авторов позволили расширить ареал распространения на юге Дальнего Востока нового перспективного типа благороднометалльно-редкоземельно-графитоносных руд. Полученные сведения по Филинскому месторождению хорошо согласуются с опубликованными ранее материалами по минералогии и геохимии Тамгинского, Тургеневского и Люмао месторождений, что свидетельствует в пользу общности минералого-геохимической картины их формирования в пределах Ханкайского и Цзямусы террейнов и правомерности вывода [3] об объединении в единую Цзямусы-Ханкайскую графитоносную провинцию.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-00910

Литература

1. Солоненко В. П. Геология месторождений графита Восточной Сибири и Дальнего Востока. М.: Изд-во геол. литер. 1951. 383 с.
2. Природа графитизации и благороднометалльной минерализации в метаморфитах северной части Ханкайского террейна, Приморье / А. И. Ханчук [и др.] // Геология рудных месторождений. 2013. Т. 55. № 4. С. 261–281.
3. Благородные металлы в графитсодержащих породах месторождения Люмао (Китай) / А. И. Ханчук [и др.] // Доклады академии наук. 2017. Т. 473. № 1. С. 80–82.
4. Галимов Э. М., Миронов А. Г., Ширяев А. А. Происхождение углерода в алмазоносных углеродизированных гипербазах Восточного Саяна // ДАН. 1998. Т. 363. № 6. С. 808–810.
5. Naidu A. S., Scalan R. S., Feder N. M. Stable organic carbon isotopes in sediments of the North Bering-South Chukchu seas, Alaskan Soviet Arctic shelf // Continent. Shelf Res. 1993. V. 13. P. 669–691.

Молчанов Владимир Петрович, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Дальневосточного геологического института ДВО РАН, г. Владивосток.