

УДК [550.43:553.216]:549.454.2:[552.331:553.22]:(571.52)

ПЕТРОГРАФИЯ

Л. С. ПУЗАНОВ

О ГЕНЕТИЧЕСКОМ ТИПЕ ФЛЮОРИТ-БАРИТ-ЖЕЛЕЗОРУДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ ТУВИНСКОЙ АССР

(Представлено академиком В. И. Смирновым 9 VI 1975)

В Тувинской АССР сравнительно широкое распространение имеет флюорит-барит-железорудное оруденение (^{1, 2}). Оно размещается в юго-западной части Тувинской впадины герцинского возраста, наложенной на каледонские сооружения, и в зоне ее сочленения с ордовикско-силурийским Хемчикско-Систигхемским прогибом, отделяющихся северо-восточными глубинными разломами, вдоль которых размещаются массивы ультраосновных пород. Оруденение распределяется в трех рудных узлах — северо-западном, среднем и юго-восточном, — расположенных в узкой зоне северо-западного простирания длиной до 80 км при ширине от 5 до 10 км. Наиболее детально изучен северо-западный узел, имеющий абсолютные отметки от 900 до 1200 м. Он включает восемь вертикально падающих грубоизометричных тел в терригенно-карбонатных отложениях силура, разведенных на глубину более 500 м. К югу от него распространены мощные толщи вулканогенно-осадочных образований трех отделов девона, карбона и юры, выполняющих Тувинскую впадину. Широко развиты субпиротные и северо-западные разломы, к первым из которых приурочены мелкие тела позднекаледонских гипербазитов, трондjemитов и диоритов, а ко вторым — девонские граносиениты и граниты. Рудные тела локализируются в местах пересечения этих разломов в вертикально падающих зонах дробления.

Трубообразные залежи сложены двумя типами руд — первичными и окисленными (³). Первый из них представлен флюорит-барит-сидерит-гематитовой ассоциацией с переменными количествами кальцита, анкерита, магнетита, пирита, апатита и кварца. Оба типа сопровождаются акцессорной редкоземельной минерализацией. Редкие земли, кроме того, в качестве примеси содержатся в флюорите и барито-целестине. В небольших количествах имеются молибденит, сфалерит, халькопирит, целестин и строцианит. Стронций и редкие земли являются типоморфными элементами руд. Окисленные руды представлены флюорит-барит-титит-гидрогематитовой ассоциацией, развитой до глубин от 100 до 300 м (³). Содержания основных компонентов в рудах составляет (%): Fe 30, CaF₂ от 9 до 12, BaSO₄ от 15 до 19, SiO₂ от 9 до 10, Al₂O₃ до 4, P до 0,1.

По данным Д. О. Онтоева (^{2, 4}), оруденение сформировалось в результате метасоматических преобразований граносиенитов и вмещающих их пород, происходивших в три этапа — дорудный (грейзеновая и кальцит-анкеритовая стадии), рудный (сидеритовая и гематитовая стадии) и послерудный (целестин-строцианитовая стадии). Им принимается, что минеральные парагенезисы рудного и послерудного этапов возникли в поверхностных условиях (глубина 0—2 км) в результате деятельности низкотемпературных растворов. Д. О. Онтоевым оруденение выделяется в качестве самостоятельного генетического типа, как фторо-редкоземельно-железорудное, а А. И. Гинзбург (⁵) объединяет его совместно с группой карбонат-редкоземельных месторождений в гидротермальную редкоземельную формацию.

Изучение включений минералообразующих растворов, содержащихся в флюорите, барите и кварце, входящих в состав руд, свидетельствует об ином режиме рудообразования.

В рудах выделяется три генерации флюорита и две генерации барита. Первые из них представлены идиоморфными, до 2–3 мм в поперечнике, кристаллами флюорита и барита; вторые — ксеноморфными их выделениями совместно с кварцем, между ранее образованными; третья группа — гвездообразные и прожилковые выделения флюорита в зонах трещиноватости. В отмеченных минералах устанавливается семь групп включений, различающихся по генезису, составу заполнения и распространенности (рис. 1). К первой группе отнесены первичные, не широко распространенные включения кристаллов солей, как господствующих изотропных, вероятно хлоридов калия и натрия, так и анизотропных, возможно карбонатов и сульфатов стронция и редких земель. Вторая группа представлена широко распространенными по границам роста минералов первичными многофазовыми включениями, содержащими те же самые изотропные и анизотропные минералы, занимающие 50–80% объема вакуоли, а также жидкую уголекислоту (15–25%) и газовую фазу (5–10%). Третья группа состоит из менее распространенных первично-вторичных включений с теми же твердыми фазами в количестве от 4 до 6, занимающими 80–90% объема вакуоли, раствором солей и газовой фазой, составляющими, соответственно, от 5 до 10% объема. Жидкая CO_2 появляется в них при охлаждении ниже 0°. По визуальному определению количество хлоридов щелочных металлов составляет 2–5% от объема содержащих их минералов. По анализу содержание хлора во флюорите равно 1,73%. Включения четвертой, пятой и шестой групп имеют ограниченное распространение. Они содержат: раствор солей и твердые фазы, соответственно 70–80 и 20–30% (четвертая группа), жидкость и жидкую CO_2 5–15 и 85–95% (пятая группа); жидкость, жидкую CO_2 и газ 25–90, 20–50 и 2–5% (шестая группа). Седьмая группа представлена многочисленными газовой-жидкими включениями с соотношением фаз 5–10 : 90–95%.

Термометрическое исследование включений показывает, что во второй и третьей группах твердые фазы растворяются в интервале от 125 до 650°. Во второй группе газовая фаза гомогенизируется в жидкую CO_2 при 22–30°, а последняя не переходит в раствор солей при нагревании включений до 700°. В третьей — газ гомогенизируется при 110–170°. В четвертой — растворение твердых фаз происходит в интервале 150–480°. В пятой и шестой группах гомогенизации не происходит. В седьмой — при охлаждении до –40° в небольших количествах появляется жидкая CO_2 , а полная гомогенизация происходит в интервале от 90 до 140°.

Следовательно, минералообразующая система рудного этапа, в течение которого возникла флюорит-барит-сидерит-гематитовая ассоциация, представляла собой насыщенный уголекислотой расплав-рассол солей, находившийся в гомогенном состоянии при температурах выше 700°. Только в послерудный этап минералообразование происходило при низкотемпературных гидротермальных условиях. В настоящее время нет экспериментальных данных о давлениях, существующих при процессах рудообразования из подобных высокотемпературных солевых систем, приближающихся к магматическим расплавам. Экстраполяция имеющихся по этому вопросу материалов позволяет предполагать давление порядка 4–6 кбар, а, возможно, и выше. Из всех известных таких термодинамические и физико-химические условия более всего приближаются к образованиям карбонатитовой формации. Очевидно, очень высокие давления уголекислоты способствовали удержанию в расплавах фторидов, фтор-карбонатов, карбонатов и сульфатов кальция, бария, железа и редких земель.

Вышеизложенное дает основание считать, что флюорит-барит-железорудное оруденение Тувы целесообразно относить к карбонатитовой формации, хотя оно и имеет существенные отличия в условиях образования от

известных карбонатитов. Приведенные данные по температурам его образования значительно превосходят ранее полученные по включениям в карбонатах и апатите (⁶).

В пределах северо-западного рудного узла карбонатиты локализованы в жерлах вулканических аппаратов, эродированных в слабой степени. Последнее подтверждается при сопоставлении характера локализации апалогичного по составу оруденения, распространенного в пределах среднего и юго-восточного рудных узлов. В первом из них, на абсолютных отметках 1400—1600 м в песчаниках и алевролитах среднего девона, в субширотных и северо-западных разрывных структурах известно ряд рудных тел. Они имеют гнездовидную и линзообразную формы и мощность от 2—3 до 10—15 м при протяженности до 100 м и сложены гётит-гидрогематитовыми окисленными брекчированными рудами с флюоритом, баритом, первичным сидеритом, магнетитом, редкоземельными минералами. Встречается штокверковый тип минерализации (³). В юго-восточном рудном узле, состоящем из ряда рудных полей, расположенных на абсолютных отметках от 1600 до 2600 м, среди вулканогенных и терригенных пород средней и верхнего девона, расчлененных на мелкие блоки, выявлена серия крутопадающих жил и линз мощностью от 5—10 до 50—60 м и протяженностью от 10 до 1400 м. Рудные тела сложены в основном флюорит-барит-сидерит-гематитовыми рудами. Из имеющихся материалов следует, что с возрастом абсолютных отметок количество редкоземельных минералов уменьшается. Следует иметь в виду, что формирование современного рельефа Тувы связано с посленеогеновыми движениями, проявившимися по многочисленным разломам. При этом, относительно северо-западного рудного узла, наиболее высоко, примерно на 500—1000 м, были приподняты блоки, вмещающие оруденение среднего и юго-восточных узлов (³).

Таким образом, флюорит-барит-железорудное оруденение всех трех узлов является вполне аналогичным по минеральным ассоциациям и отличается лишь по морфологическим особенностям рудных тел и условиям их локализации. Жильная, линзообразная и штокверковая формы распределения минерализации в девонских отложениях указывают на их более высокое гипсометрическое положение относительно жерловых столбообразных тел в силурийских образованиях северо-западного узла. Развивавшиеся в жерлах вулканов высокие давления углекислоты и других летучих приводили в приповерхностных условиях к скоплению значительных объемов высокотемпературных расплавов-рассолов под экранирующими образованиями. Это, в свою очередь, создавало избыточное давление, превосходившее литостатическую нагрузку и приводившее в тектонически активных зонах к усилению трещинообразования с проявлением взрывных явлений с инъекцией карбонатно-щелочных расплавов-рассолов в ослабленные тектопические участки. На широкое развитие взрывных явлений (⁷) указывает наличие брекчий по вмещающим породам и рудам, а также присутствие ксенолитов различных по составу пород. Распространенные в Туве карбонатиты по классификации (⁸) возможно отнести как к массивам «открытого» (северо-западный узел), так и «закрытого» (юго-восточный узел) типов.

Выявленные физико-химические особенности формирования оруденения, условия его локализации и размещения, а также характерные ассоциации минералов (флюорита, барита, железорудных, стронциевых, редкоземельных и др.) убедительны для отнесения его к карбонатитовой формации. Очевидно, следует выделять новый минеральный тип флюорит-барит-железорудных карбонатитов, образующихся в результате процессов кристаллизации расплава-рассола и магматического метасоматоза при взаимодействии последнего с вмещающими породами в условиях высоких температур и давлений углекислоты. В соответствии с представлениями об особенностях вертикальной зональности карбонатитов (⁹⁻¹²) возникает необходимость переоценки перспектив рудоносности флюорит-барит-сидерит-

товых карбонатов, которые следует отнести к новой Южно-Тувинской провинции.

Время формирования оруденения определялось как девонское (², ³). Позже (¹³) методами абсолютной геохронологии его возраст был определен в 66–75 млн лет, что соответствует границе мезозоя и кайнозоя, а возраст изменений (¹³, ¹⁴) щелочных гранитов — в 112–151 млн лет (мел). Прямые геологические наблюдения (¹⁵) подтверждают посленижнеюрский возраст жильной сидеритовой, баритовой и гематитовой минерализации, установленной в юрских отложениях Каргинской впадины, расположенной на юго-западе Тувы. Очевидно, эта минерализация отражает деятельность вулканов «закрытого» типа на более высоких стратиграфических уровнях, чем однотипное оруденение юго-восточного рудного узла. Формирование флюорит-барит-железорудных карбонатов обязано процессам альпийской активизации каледонских сооружений и наложенных на них палеозойских и мезозойских структур Тувинской впадины.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт минерального сырья
Москва

Поступило
28 V 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. С. Митропольский, Карасутское комплексное железорудное месторождение, Кызыл, 1959. ² Д. О. Онтоев, Геол. рудн. месторожд., № 6 (1963). ³ А. С. Митропольский, Геол. и геофиз., № 1 (1962). ⁴ Д. О. Онтоев, Геол. рудн. месторожд., № 4 (1966). ⁵ А. И. Гинзбург, Там же, № 3 (1959). ⁶ С. В. Соколов, Е. М. Эпштейн, ДАН, т. 210, № 1 (1973). ⁷ Ю. Л. Капустин, Редкометальные месторождения, их генезис и методы исследования, М., «Наука», 1972. ⁸ Е. М. Эпштейн, И. П. Паньшин и др., Геология редких элементов, М., «Недра», в. 35, 1972. ⁹ А. И. Гинзбург, Е. М. Эпштейн, Генезис эндогенных рудных месторождений, М., «Недра», 1968. ¹⁰ Э. Е. Вайнштейн, Л. К. Пожарицкая, Н. В. Туранская, Геохимия, № 1 (1961). ¹¹ А. А. Фролов, Ю. А. Багдасаров, Сов. геол., № 12 (1967). ¹² А. А. Фролов, Геол. рудн. месторожд., № 6 (1974). ¹³ В. В. Шурупов, Н. И. Полевая, С. Л. Миркина, Абсолютное датирование тектоно-магматических циклов и этапов оруденения по данным 1964 г., М., «Наука», 1966. ¹⁴ Т. Н. Иванова, Н. И. Полевая, Матер. по региональной геологии Алтае-Саянской складчатой области, Л., 1961. ¹⁵ В. Д. Широкушкин, В. Г. Тюлькин, Матер. по геол. Тувинской АССР; Кызыл, в. 11, 1971.

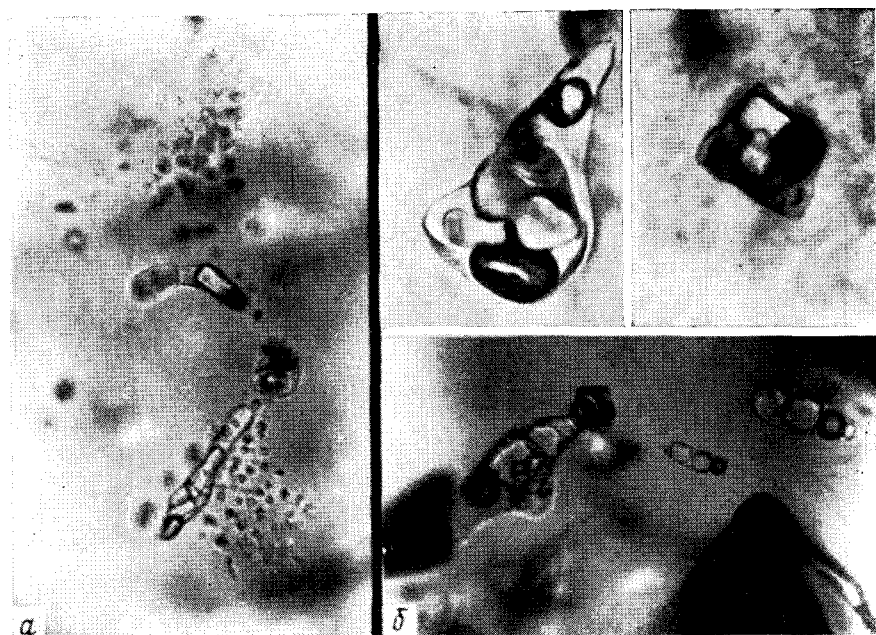


Рис. 1. *a* — характер распределения первичных многофазовых включений во флюорите (300×); *б* — типы многофазовых первичных включений расплаво-
растворов во флюорите (600×)