

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТАШ-ЯРСКОГО КОЛЧЕДАННО-ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В статье рассмотрено геологическое строение Таш-Ярского колчеданно-полиметаллического месторождения, расположенного в северной части Магнитогорской мегазоны вблизи крупного (около 300 км²) Ахуновского гранитного массива. Петрографическое изучение роговиков позволило выделить ряд минеральных парагенезисов, содержащих кордиерит, гранат и биотит, которые установлены соответственно от контакта массива на расстоянии не далее 0,6–0,8; 1,2–1,5 и 2,3–2,5 км. На основе зависимости максимальной железистости сфалерита от температуры для руд получены высокие температуры метаморфизма (500–610°C). По гранат-биотитовому и гранат-кордиеритовому термометрам для приближенных к массиву пород температура преобразования составляет 720–750°C, а давление – 8,9–9,1 кбар. При удалении на 700–850 м от контакта гранитоидов значения температур уже не превышают 620–640°C, а давление 5,3–5,4 кбар; на расстоянии 1,3 км соответственно – 550–560°C и 4,6–4,7 кбар

Ключевые слова: Таш-Ярское месторождение, Ахуновский массив, метаморфизм, регенерированные руды, температура, давление.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2021.229

Таш-Ярское колчеданно-полиметаллическое месторождение располагается в северной части Магнитогорской мегазоны в пределах Учалинского рудного района (Первомайский участок) [5]. В геологическом строении рудного поля принимают участие девонские вулканогенные породы, относящиеся предположительно к карамалыташской свите: туфы, туфобрекчии риолитовых порфиров и базальтовых порфиритов (рисунок) [7, 13]. Верхнепалеозойский интрузивный комплекс сложен образованиями гранитоидной формации. Самым крупным из них является Ахуновский массив, представляющий собой батолитообразное тело, обнаженное на площади около 300 км², имеющее по геофизическим данным мощность 10–12 км и входящее, по-видимому, в состав Южно-Уральской зоны раннекаменноугольного рифта [11].

Рудная зона Таш-Ярского месторождения представлена серией субмеридиональных жил, выклинивающихся по падению и

простирацию и разделенных блоками слаборассланцованных пород, не содержащих существенной минерализации. Падение зоны северо-западное под углом 60–80°. Отмечается также более позднее субширотное рассланцевание, генетически связанное со становлением Ахуновского массива.

Главными рудообразующими минералами являются пирит, сфалерит и халькопирит, подчиненными – галенит, магнетит и пирротин [2]. Состав руд и околорудных метасоматитов характеризуется наличием минералов метаморфизма: мусковита, биотита, кордиерита, граната и турмалина. Выделяются существенно пиритовые, пирит-сфалеритовые и пирит-сфалерит-халькопиритовые разности руд, обладающие жильными, полосчатыми, зернистыми и линзовидно-полосчатыми текстурами, развитие которых обусловлено процессами метаморфизма.

Изучение роговиков позволило выделить ряд минеральных парагенезисов, сменяющих друг друга с удалением от Ахуновской интрузии. Непосредственно к контакту прилегают огнейсованные породы, состоящие из роговой обманки, альбита, андалузита, силлиманита, биотита, граната и кордиерита. Ширина огнейсованного ореола не превышает 300–500 м. Парагенезисы, содержащие кордиерит, гранат либо биотит, обнаружены соответственно не далее 0,6–0,8; 1,2–1,5 и 2,3–2,5 км от массива (рисунок).

Авторами изучено распределение железа в главных минералах руд: пирите, сфалерите, халькопирите и пирротине при помощи рентгеноспектрального микроанализатора «Камека» MS-46 на кафедре ОТМиМ УАИ (аналитик В.Ю. Герцманн) по методике, описанной Ю.С. Бородаевым [1]. Анализировались руды по профилю 1261-1268-1267, а также по скважинам 805 и 1256, пересекающим центральное рудное тело соответственно в южной, центральной и северной частях. На рудопроявлении Мартын, расположенном в двух километрах восточнее месторождения, рудные минералы изучались по скважинам 1251 и 1270. Следует отметить также, что бедные вкрапленные руды обнаружены практически по всему Таш-Ярскому участку.

Пирит. По форме выделения и по содержанию железа различаются три генерации пирита: зональный с реликтовой колломорфной текстурой, перекристаллизованный и переотложенный. Пирит первой генерации очень редок. Размеры его колеблются от тысячных до десятых долей миллиметра. Абсолютные содержания железа укладываются в узкую область (46,1–46,5%). Перекристаллизованный пирит, имеющий железистость 47,1–48,5%, возник, вероятно, за счет колломорфного, так как распространение его ограничено только областью

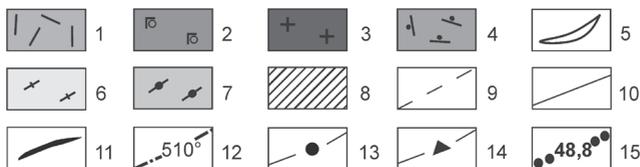
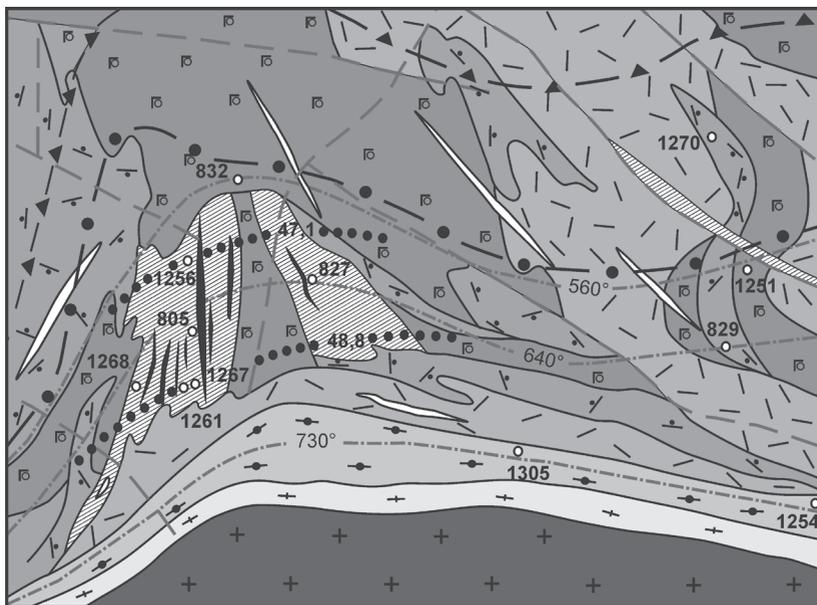


Рис. Схема геологического строения Таш-Ярского участка (составлена В. А. Гавриловым и др.).

1 – лавы, туфы и туфобрекчи липаритовых порфиров, 2 – миндалекаменные базальтовые порфиры, 3 – граниты, 4 – субвулканические кварцевые липаритовые порфиры, 5 – дайки диабазов, 6 – гранито-гнейсы, 7 – огнейсованные породы, 8 – метасоматиты, 9 – разрывные нарушения, 10 – геологические границы, 11 – рудные тела, 12 – изограды, 13 – область распространения граната, 14 – область распространения биотита, 15 – содержания железа в пирите второй генерации. Белые кружки с номерами – колонковые скважины.

развития околорудных метасоматитов. В то же время если перекристаллизованный пирит южной части центральной рудной линзы (профиль скв. 1268-1261-1267) имеет максимальные значения содержания железа, то пирит крайней северной части (скв. 1256) – минимальные (рисунок). На рудопоявлении Мартын железистость пирита равна 46,9–47,4%. Переотложенный пирит, интервал железистости которого составляет

46–46,7%, распространен на всей площади участка и образует вместе с другими более поздними минералами рассеянные прожилково-вкрапленные руды.

Сфалерит. По взаимоотношениям с контактово-метаморфическими минералами было выделено две генерации сфалерита, различающиеся и по содержанию в них железа. Первая генерация, образовавшаяся под действием теплового поля гранитного массива и встречающаяся нередко в ассоциации с перекристаллизованным пиритом, тяготеет к центральным частям рудных тел и содержит от 0,6 до 7% железа. Подобно пириту второй генерации, железистость сфалерита в северном направлении закономерно падает. На основе зависимости максимальной железистости сфалерита от температуры [3] для руд Таш-Ярского месторождения получены высокие температуры преобразования ($T = 500\text{--}610^\circ\text{C}$), что заметно выше первичных физико-химических параметров рудоотложения [4, 9]. Сфалерит второй генерации рассеян во вмещающих породах месторождения и несколько обеднен железом, содержание которого не превышает 1,6%.

Учитывая изложенное выше, можно более или менее уверенно говорить о длительном и многостадийном формировании руд Таш-Ярского месторождения и о процессах частичной регенерации рудного вещества [2, 13]. Данный механизм ранее нами отмечался на Амурском стратиформном месторождении, расположенном в 1,5–2,0 км от крупного Суундукского гранитного массива, где в рудах и во вмещающих черных сланцах отмечены высокие содержания золота [12]. Это заметно выше, чем в первичных колчеданных рудах [14].

Таш-Ярское колчеданно-полиметаллическое месторождение возникло, вероятно, сингенетично с контрастно-дифференцированной риолит-базальтовой формацией карамалыташской свиты и в карбоне испытало контактовый метаморфизм под действием внедрившегося Ахуновского гранитоидного массива. В результате произошла почти полная перекристаллизация и частичная экстракция рудного вещества. На регрессивной стадии на фоне постепенно понижающихся температур отлагались поздние руды, имеющие полиметаллическую специализацию. Частично они рассеялись во вмещающих породах, частично наложившись на более ранние руды. Более высокие содержания железа в минералах перекристаллизованных руд по сравнению с переотложенными указывают на повышенные температуры преобразования первых. Абсолютные значения этих температур и давления авторами установлены по гранат-биотитовому и гранат-кордиеритовому термобарометрам [6].

Для этой цели на рентгеноспектральном микроанализаторе «Камека» MS-46 были изучены химические составы контактово-метаморфических минералов, при этом особое внимание уделялось биотиту, гранату и кордиериту.

Гранат-биотитовый термометр основан на распределении железа, магния и марганца между этими минералами в зависимости от температуры преобразующей среды. Диаграмма в координатах X_{Mg}^{Bt} , X_{Mg}^{Gr} рассчитана для средних значений магнезиальностей. На распределение магния и железа, а значит, и на точность определения температуры оказывает влияние примесь кальция. Однако исследуемый гранат очень близок к альмандину, так как содержит всего 2–2,5% Ca, поэтому поправка на него составляет 5–8%. Такая точность вполне удовлетворительна.

По гранат-биотитовому и кордиерит-гранатовому термобарометрам для приближенных к массиву пород получены высокие температуры и давления преобразования, охватывающие интервал 720–750°C и 8,9–9,1 кбар. При удалении на 700–850 м от контакта гранитоидов с вмещающими породами (скв. 827, 829) значения температур не превышают 620–640°C, а давление 5,3–5,4 кбар. Распределение железа и магния в гранате и биотите скважин 832 и 1251, расположенных на расстоянии соответственно 1,2 и 1,3 км от Ахуновского массива, попадает на диаграмме в область температур 550–560°C и давления в 4,6–4,7 кбар (здесь уже нет кордиерита, и определение велось по гранат-биотитовому термометру). Полученные данные позволяют говорить об относительно высоких температурах и давлении преобразования рудного вещества и вмещающих вулканогенных пород, в результате чего возникли новые высокотемпературные минеральные ассоциации.

Ранее и в последнее время в работах многих исследователей отмечалось рассеивание рудного вещества при процессах частичной или полной регенерации [2, 10]. Однако важно отметить, что переотложенная минерализация в благоприятных условиях может дать самостоятельные более или менее крупные скопления [8]. На Первомайском участке экранирующая роль миндалекаменных базальтовых порфириров, перекрывающих рудоносную пачку, может стать решающей при локализации оруденения, поэтому площади их распространения являются весьма перспективными при разведке.

Основные выводы

1. Формирование Таш-Ярского колчеданно-полиметаллического месторождения, относящегося к числу контактово-метаморфизованных, происходило, вероятно, в три стадии: 1) образование руд, сингенетичных с вмещающими вулканогенными породами; 2) перекристаллизация

под действием внедрившегося Ахуновского гранитоидного массива; 3) переотложение рудного вещества на стадии снижения температур.

2. Расчет температур и давления перекристаллизации по биотит-гранатовому и кордиерит-гранатовому термобарометрам показал довольно высокие их значения. Ближайшие к интрузии участки рудных тел находились в области изотермы 740°C и давлении около 9 кбар, а наиболее удаленные – в области изотермы 560–570°C и давлении 4,7 кбар.

3. Пирит и сфалерит перекристаллизованных руд по содержанию в них железа имеют отчетливую зональность, повторяющую в плане контуры Ахуновской интрузии.

4. Наличие миндалекаменных базальтовых порфиритов создает большие перспективы при поисках переотложенных руд на Первомайском участке.

Работа выполнена в рамках Государственного задания, темы № 0246–2019–0078.

Библиографический список

1. *Бородаев Ю.С., Ерёмин Н.И., Мельников Ф.П., Старостин В.И.* Лабораторные методы исследования минералов и пород. М.: МГУ, 1979. 272 с.
2. *Викентьев И.В., Карпухина В.С., Носик Л.П., Еремен Н.И.* Условия формирования цинково-колчеданного месторождения Таш-Яр, Южный Урал // Доклады академии наук. 2009. Т. 428. № 5. С. 633–636.
3. *Демин Ю.И., Сергеева Н.Е.* Межфазовые диффузионные зоны в рудообразующих минералах как показатель интенсивности преобразования колчеданных месторождений // Геология рудных месторождений. 1981. № 5. С. 65–78.
4. *Демин Ю.И., Сначёв В.И.* Тепловые поля Ахуновского гранитного массива и закономерности размещения в них оруденения // Доклады академии наук СССР. 1981. Т. 261. № 1. С. 152–156.
5. *Князев Ю.Г., Князева О.Ю., Сначев В.И., Жданов А.В., Каримов Т.Р., Айдаров Э.М., Масагутов Р.Х., Арсланова Э.Р.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (3-е поколение). Сер. Уральская. Лист N-40 Уфа. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2013. 512 с.
6. *Перчук Л.Л.* Равновесия породообразующих минералов. М.: Наука, 1970. 392 с.
7. *Савельев Д.Е., Сначёв А.В., Пучков В.Н., Сначёв В.И.* Петрогеохимические и геодинамические особенности формирования ордовикско-раннесилурийских базальтов восточного склона Южного Урала // Геологический сборник. 2006. № 5. С. 85–104.
8. *Серавкин И.Б., Косарев А.М., Пучков В.Н.* Геодинамические условия формирования колчеданных месторождений Магнитогорской мегазоны Ю. Урала и критерии для их поисков // Геология рудных месторождений. 2017. Т. 59. № 3. С. 1–18.
9. *Симонов В.А., Ковязин С.В., Тереня Е.О., Масленников В.В., Зайков В.В., Масленникова С.П.* Физико-химические параметры магматических и гидротермальных процессов на колчеданном месторождении Яман-Касы, Южный Урал // Геология рудных месторождений. 2006. Т. 48. № 5. С. 423–438.
10. *Смирнов В.И.* Предисловие к сборнику: Рудные регенерированные месторождения. М.: ИИЛ. 1957. С. 5–10.
11. *Сначёв А.В., Пучков В.Н., Сначёв В.И., Савельев Д.Е., Бажин Е.А.* Большаковский габбровый массив – фрагмент Южно-Уральской зоны раннекаменноу-

гольного рифта // Доклады академии наук. 2009. Т. 429. № 1. С. 79–81.

12. *Сначёв А.В., Савельев Д.Е., Сначёв В.И.* Палладий-золото-редкометалльная геохимическая ассоциация в углеродистых сланцах зигазино-комаровской свиты (Южный Урал) // Руды и металлы. 2010. № 4. С. 14–19.

13. *Яцинин С.Б.* Таш-Ярское сульфидное рудопроявление. В кн.: Геология, минералогия и геохимия сульфидных месторождений Южного Урала. Уфа: БФАН СССР. Вып. 10. 1970. С. 135–141.

14. *Vikentyev I.V., Yudovskaya M.A., Mokhov A.V., Kerzin A.L., A.I. Tsepin* Gold and PGE in sulfide massive sulphide ore of the Uzelginsk deposit, Southern Urals, Russia // Canadian Mineralogist. 2004. V. 42. N. 5. P. 651–665. DOI: 10.2113/gscan-min.42.2.651

ON THE HISTORY OF THE FORMATION OF THE TASH-YARSKY PYRITE-POLYMETALLIC DEPOSIT (SOUTH URALS)

V.I. Snachev

savant@inbox.ru

The article considers the geological structure of the Tash-Yarsky pyritepoly-metallic deposit located in the northern part of the Magnitogorsky megazone near the large (about 300 km²) Akhunovsky granite massif. The petrographic study of the hornfelses made it possible to identify a number of mineral parageneses containing cordierite, garnet, and biotite, which are installed respectively from the massif contact at a distance no further than 0,6–0,8; 1,2–1,5 and 2,3–2,5 km. Based on the temperature dependence of the maximum iron content of sphalerite, high temperatures of metamorphism (500–610 °C) were obtained for ores. According to garnet-biotite and garnet-cordierite thermobarometers for rocks close to the massif, the transformation temperature is 720–750 °C, and the pressure is 8,9–9,1 kbar. With a distance of 700–850 m from the contact of granitoids, the temperature does not exceed 620–640 °C, and the pressure is 5,3–5,4 kbar; at a distance of 1,3 km, respectively — 550–560 °C and 4,6–4,7 kbar.

Keywords: Tash-Yarsky deposit, Akhunovsky massif, metamorphism, regenerated ores, temperature, pressure