

имея четкую приуроченность к зеленосланцевой фации [Сначев и др., 2010], в большинстве случаев концентрируются в пределах высокотемпературной субфации зеленосланцевой фации метаморфизма, особенно на участках с интенсивно проявленной тектонической активностью [Рыкус и др., 2000; 2011].

Литература

Артюшкова О. В., Куриленко А. В., Якупов Р. Р., Маслов В. А., Зианбердин Р. И. Новые данные о возрасте Амурского пирит-сфалеритового медноколчеданного месторождения (Ю. Урал) // Геологический сборник. 2007. № 6. С. 38–39.

Блюман Б. А., Дьяконов Ю. С., Красавина Т. Н., Павлов М. Г. Использование термо- и рентгенографических характеристик графита для определения уровня и типа метаморфизма // Записки ВМО. 1974. Ч. 103. Вып. 1. С. 95–103.

Гинзбург А. И., Фельдман Л. Г. Руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. М.: ВИМС, 1982. 320 с.

Рыкус М. В., Сначев В. И., Бажин Е. А. Анорогенные граниты западного склона Южного Урала: состав, петрогенезис, минерагения // Нефтегазовое дело. 2011. № 5. С. 282–301.

Рыкус М. В., Сначев В. И., Сначев А. В. Золото в дислоцированных углеродистых толщах палеоконтинентального сектора Южного Урала // Геологическая служба и горное дело Башкортостана на рубеже веков. Уфа: Тау, 2000. С. 179–191.

Серавкин И. Б., Сначев В. И. Стратиформные полиметаллические месторождения восточной провинции Южного Урала // Геология рудных месторождений. 2012. № 3. С. 20–27.

Сначев А. В., Пучков В. Н. Первые находки палладий-золото-редкометалльной минерализации в докембрийских углеродистых сланцах западного склона Южного Урала // Доклады академии наук. 2010. Т. 433. № 1. С. 77–80.

Сначев А. В., Рыкус М. В., Сначев В. И. Благородные металлы в углеродистых отложениях южной части Арамилско-Сухтелинской зоны // Геологический сборник. 2003. № 3. С. 180–185.

Сначев А. В., Сначев В. И., Рыкус М. В. Перспективы рудоносности углеродистых отложений западного обрамления Суундукского гранитного массива // Нефтегазовое дело. 2010. Т. 8. № 2. С. 11–20.

Сначев В. И., Пучков В. Н., Савельев Д. Е., Мосейчук В. М., Сначев А. В., Шиянова А. А., Рыкус М. В. Рудоносность углеродистых отложений северной половины Маярдакского и Ямантауского антиклинориев // Геологический сборник. 2007. № 6. С. 227–232.

С. И. Шабалин

*Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск
georange.93@gmail.com*

Особенности оруденения Владимирского Co-As месторождения

(Горный Алтай)

(научный руководитель Е. А. Наумов)

Алтае-Саянская складчатая область (АССО) является одной из крупнейших кобальтоносных провинций в Центрально-Азиатском складчатом поясе. В ее пределах выделены три главных формационных типа гидротермальных и гидротермально-метасоматических кобальтовых месторождений: Co-As (Каракульское, Караюкское и др.), Ni-Co-As±Bi±Ag (Хову-Аксы, Асхатин-Гол, Кызыл-Оюк), Cu-Co-As (Узун-Ой,

Могеньбурень, Хараджульское, Бутрахтинское) [Борисенко и др., 1984]. Выделяются несколько этапов формирования кобальтового оруденения: позднемезозойский (J_3-K_1), раннемезозойский (P_2-T_1) и среднепалеозойский ($D-C_1$) [Третьякова и др., 2010].

Владимировский рудный узел находится в северо-восточной части Горного Алтая, на территории Усть-Канского района Республики Алтай. Одноименное кобальтовое месторождение было открыто в 1953 г. геологами Кайсыннской съёмочной партии Западно-Сибирского геологического управления. Руды месторождения относятся к Co-As типу [Зильберман, Бальтер, 1957ф]. Кроме Владимировского месторождения в рудном узле установлены Co-As (Быструхинское), U-Mo (Агеевское), TR-Sc-U (Кумирское), Fe (Тимофеевское, Пятак и др.), Zn-Pb-Cu (Казинихинское и др.) месторождения и рудопроявления. Интрузивные образования и оруденение на рудном поле контролируется Чарышско-Теректинским глубинным разломом и оперяющими его разрывными нарушениями и зонами тектонических нарушений (рис. 1). На месторождении рудовмещающими породами являются скарны, развивающиеся по вулканогенно-осадочным породам ергольской свиты (D_{1er}) в экзоконтакте Владимировского габбро-диоритового массива.

Оруденение на месторождении детально изучалось в 1953–1957 гг. [Зильберман, Бальтер, 1957], однако его возраст не был определен. K–Ar возраст габбро-диоритового массива, прорывающего нижнедевонские толщи (D_{1er}), составляет 370 млн лет [Робертус, 1984ф], поэтому ранее предполагалось, что возраст оруденения после среднедевонский.

В ходе полевых и камеральных работ было исследовано Владимировское и частично Тимофеевское и Быструхинское месторождения. Больше всего внимания уделялось изучению Владимировского месторождения, поскольку оно имеет наиболее сложный состав руд. В задачи работы входило изучение минерального состава руд, их геохимические особенности и определение возраста месторождения. В результате исследований, проведенных с помощью методов минераграфического анализа, сканирующей электронной микроскопии и микрорентгеноспектрального анализа были выделены скарново-магнетитовый, кобальт-уран-молибденовый и свинец-цинковый этапы минералообразования.

На первом этапе образовались гранат-пироксеновые и гранат-амфиболовые скарны с эпидотом, ортитом, скаполитом, альбитом, а также магнетитовые руды, представленные на Тимофеевском и, в меньшей степени, на Владимировском месторождении, которые образовались на завершающем этапе скарнового процесса. После завершения процессов скарнообразования в районе Владимировского участка произошли тектонические подвижки и внедрились дайки среднего состава. Следующим стал кобальт-уран-молибденовый этап минералообразования, характерными минералами которого являются кобальтин, Co-содержащий пирит, арсенопирит, пирротин, сафлорит, скуттерудит, уранинит (рис. 2а), молибденит. Арсениды кобальта, никеля и железа (Fe-содержащий скуттерудит и сафлорит) замещаются Ni-содержащим кобальтином. Сульфоарсениды и арсениды кобальта на Владимировском месторождении, в целом, однородны, но иногда встречаются и зональные кристаллы (табл. 1; рис. 2г). Для третьего (свинец-цинкового) этапа основными рудными минералами являются сфалерит, галенит, пирит, халькопирит, редкими – Ag-содержащий тетраэдрит (рис. 2в). Нерудные минералы представлены Fe-карбонатами и кварцем. Уранинит, скуттерудит и Ag-содержащий тетраэдрит были впервые установлены в рудах месторождения. Химический состав сфалерита, галенита и тетраэдрита показан в таблице 2.

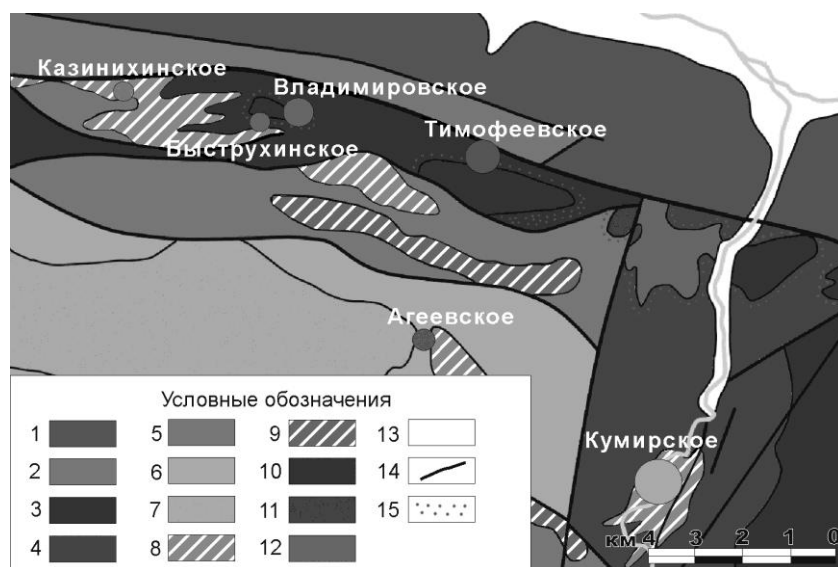


Рис. 1. Схематическая геологическая карта района Владимировского месторождения (составлена по данным государственной геологической карты масштаба 1:200000, лист М-45-VII).

1 – ордовикские песчаники, глинистые и хлоритовые сланцы; 2 – нижнесилюрийские мелкокристаллические известняки с прослоями кварцитов и сланцев; 3–7 – нижне- среднедевонские вулканогенно-осадочные породы; 8 – риолиты и риолит-порфиры; 9 – андезибазальты и базальты; 10–12 – майорский габбро-гранодиорит-гранитовый гипабиссальный комплекс; 13 – четвертичные отложения; 14 – разрывные нарушения; 15 – ореолы развития скарнов и зон ороговикования.

Отложение уранинита происходило близодновременно с отложением кобальтовой минерализации. Молибденит образовался позже сульфоарсенидов. Формирование уранинита связано со становлением экструзивных тел риолитов и риолит-порфиров.

Т а б л и ц а 1

Состав зонального кристалла кобальтина, мас. %

№ п/п	Co	Fe	Ni	As	S	Сумма
1	28.72	3.01	4.26	45.94	18.89	100.82
2	26.08	3.76	5.37	46.64	18.34	100.19
3	26.49	3.67	5.51	46.66	17.89	100.22
4	26.52	3.42	5.98	46.86	18.17	100.94
5	27.05	3.88	5.27	46.34	18.76	101.31
6	30.97	2.07	2.71	45.28	19.23	100.25
7	30.39	2.83	3.36	45.27	19.58	101.43

Примечание. Номер образца 3740. Анализы выполнены на растровом сканирующем электронном микроскопе с ЭДС системой химического анализа MIRA 3LMU, в АЦ ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Аналитик Н. С. Карманов.

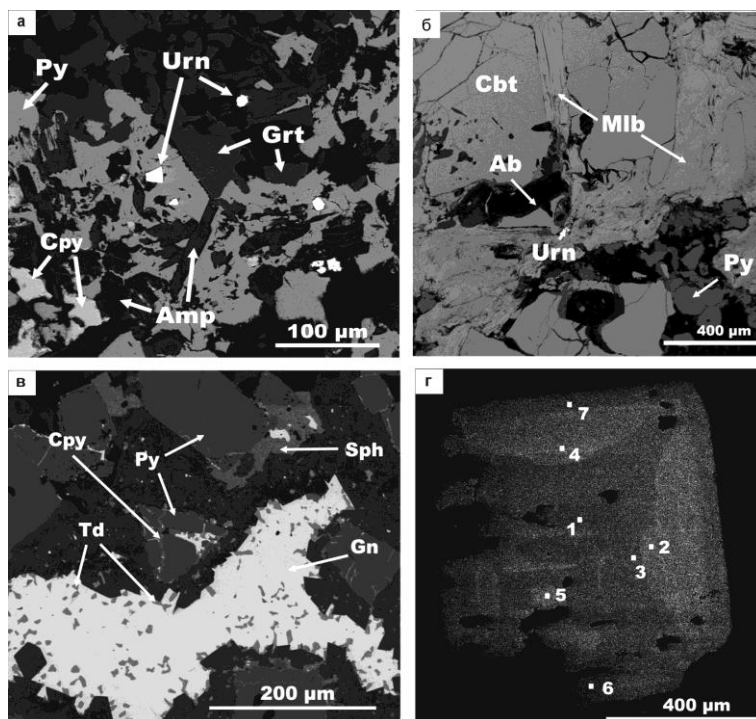


Рис. 2. SEM-фото кобальтовых и полиметаллических руд: а – кристаллы уранинита в гранат-амфиболовом скарне; б – взаимоотношение молибденита и кобальтина; в – кристаллы Ag-тетраэдрита в галените; г – зональный кристалл кобальтина.

Grt – гранат, Amp – амфибол, Py – пирит, Cpy – халькопирит, Cbt – кобальтин, Sph – сфалерит, Po – пирротин, Ab – альбит, Mlb – молибденит, Gn – галенит, Td – тетраэдрит, Urn – уранинит.

Таблица 2

Состав сфалерита, тетраэдрита и галенита из карбонатных жил, мас. %

Минерал	Cu	Zn	Pb	Fe	Sb	Ag	As	S	Сумма
Тетраэдрит	36.28	5.55	0.06	4.36	29.15	1.24	–	22.44	99.10
	34.31	2.79	0.03	8.53	23.29	5.12	0.06	25.28	99.39
	35.61	6.08	–	3.94	28.36	1.84	–	23.27	99.09
Сфалерит	–	65.67	–	1.35	–	–	–	32.55	99.57
	–	60.60	–	5.91	–	–	–	32.67	99.18
	–	61.36	–	6.24	–	–	–	32.94	100.55
Галенит	–	–	86.19	–	–	–	–	13.10	99.29
	–	–	86.34	–	–	–	–	13.29	99.63
	–	–	86.23	–	–	–	–	13.21	99.44

Примечание. Прочерк – элемент не установлен. Анализы выполнены на микрорентгеноспектральном анализаторе Camebax-micro, а также на растровом сканирующем электронном микроскопе с ЭДС системой химического анализа MIRA 3LMU в АЦ ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Аналитики В. Н. Королюк, Н. С. Карманов.

Сложный состав руд на месторождении объясняется тем, что оно расположено в месте сочленения мелких тектонических нарушений, которые являются наиболее проницаемыми для рудных растворов зонами.

Re-Os возраст молибденита Владимирского месторождения составляет 409.6 ± 2.7 млн лет. Датирование было проведено в лаборатории Чешской Геологической службы, г. Прага, на термоионизационном масс-спектрометре. Содержание рения в пробе Re (ppm) = 27.05 ± 0.08 . Близкий U-Pb и Th-Pb возраст (393 ± 7 – 403 ± 10 млн лет) определен для шести валовых проб комплексной руды соседнего Кумирского U-TR-Sc месторождения [Пичугин и др., 1992].

Таким образом, по результатам проведенных исследований кобальтоносное оруденение Владимирского рудного поля может быть отнесено к гидротермальному Со-арсенидному типу. На основании Re-Os возраста молибденита установлено, что оруденение сформировано в среднепалеозойский этап (D–C₁) образования кобальтового оруденения в Алтае-Саянской складчатой области.

Литература

- Борисенко А. С., Лебедев В. И., Тюлькин В. Г.* Условия образования гидротермальных кобальтовых месторождений. Новосибирск: Наука, 1984. 171 с.
- Геологическая карта масштаба 1:200000, лист М-45-VII, 2000 г. ВСЕГЕИ.
- Зильберман Я. Р., Бальтер Б. Л.* Минералогия и петрография Владимирского кобальтового месторождения в Горном Алтае. ТГФ Южсибгеолкома, 1957ф.
- Пичугин Е. П., Арзамасов Я. Ф., Шемякин В. В. и др.* Оценка перспектив северо-западной части Горного Алтая на комплексное уран-скандий-редкоземельное оруденение. ТГФ Южсибгеолкома, 1992ф.
- Робертус Ю. В.* Отчет Хайдунской партии за 1982–1983 гг. ТГФ Южсибгеолкома, 1984ф.
- Третьякова И. Г., Борисенко А. С., Лебедев В. И., Павлова Г. Г., Говердовский В. А., Травин А. В.* Возрастные рубежи формирования кобальтового оруденения Алтае-Саянской складчатой области и его связь с магматизмом // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1379–1395.

И. Н. Мягкая^{1, 2}, Е. В. Лазарева¹

¹ – *Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск*
i_myagkaya@igm.nsc.ru

² – *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

Вторичные сульфиды и селениды в торфах, контактирующих с отходами цианирования золотосульфидных руд Урского хвостохранилища (Кемеровская область)

Концентрирование элементов торфом сопровождается формированием аутигенных минералов: барита, гидроксидов Fe(III), сульфидов Fe, Cu, Zn, Pb, Hg, самородного золота различного состава (Au, Au-Ag) и др. [Cabala et al., 2013; Pham et al., 2014; Smieja-Król et al., 2015]. Невзирая на то, что торф предлагается использовать в очистных системах для нейтрализации кислых дренажных растворов, исследование накопления элементов и особенностей отложения минералов в торфе территорий