

Стружков С. Ф., Наталенко М. В., Чекваидзе В. Б. и др. Многофакторная модель золоторудного месторождения Наталка // Руды и металлы, 2006. № 3. С. 34–44.

Гончаров В. И., Ворошин С. В., Сидоров В. А. Наталкинское золоторудное месторождение. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2002. 250 с.

Многофакторные прогнозно-поисковые модели месторождений золота и серебра Северо-Востока России / Под ред. М. М. Константинова, И. С. Розенблюма, М. З. Зиннатуллина. М.: Комитет по геологии РФ, 1992. 140 с.

Информационный справочник по геологии и рудоносности урановорудных провинций, районов и месторождений Российской Федерации. Книга XI. Составитель А. К. Константинов. М., 2007. 128 с.

В. М. Чекалин

*ОАО «Сибирь-Полиметаллы», г. Змеиногорск
vemich@mail.ru*

К вопросу о металлогении северо-западной части Рудного Алтая

Северо-западная (русская) часть Рудного Алтая специализирована, как и регион в целом, на колчеданно-полиметаллическое оруденение с серебром и золотом и представляется как надсубдукционная островодужная система девонского возраста [Ширай и др., 1999] с тремя трудными районами (Рубцовским, Змеиногорским и Золотушинским), из которых первые два ассоциируются с тыловой островной дугой, а третий – с фронтальной.

В последние годы при составлении Государственной геологической карты и карты полезных ископаемых РФ масштаба 1 : 200000 второго поколения листов М-44-Х, XI [Государственная..., 2001; 2002] и отработке Зареченского и Рубцовского месторождений золото-серебро-барит-полиметаллических и полиметаллических руд [Чекалин, Королев, 1988; Чекалин, 2006], получены данные, позволившие уточнить геологическое строение и металлогению северо-западной части Рудного Алтая.

Так, стратифицированные девонские образования подразделяются на такие свиты (снизу вверх): мельничная – D₁₋₂ef mn, включающая риолитовый туфопесчаниково-алевролитсодержащий комплекс пород, сосновская – D₂gv₁ss (риолитовый), заводская – D₂gv₂zv (алевролит-известковисто-песчаниково-туфосодержащий), давыдовская – D₂gv₃dv (риолит-риодацитовый), каменевская – D₂₋₃gv-fr km (базальт-андезит-риолитовый алеврит-известняковосодержащий), снежиревская – D₃fr-fm sn (туфопесчаниковый), пихтовская – D₃fm rh (андезитобазальт-андезитовый туфопесчаниково-алевролитсодержащий), тарханская – D₃fm tr (алевролит-песчаниковосодержащий).

Здесь было 5 основных вспышек контрастного подводного вулканизма, приведших к образованию эффузивно-пирокластических толщ среднемельничной подсвиты, сосновской и давыдовской свит, среднекаменевской подсвиты и пихтовской свиты. С первыми четырьмя из этих вспышек вулканизма генетически связывается образование всех месторождений колчеданно-полиметаллических руд с выделением при этом также четырех рудоносных уровней: первого в эйфеле, второго и третьего в живете, четвертого во фране. Распределение по ним запасов руды, меди, свинца, цинка, барита, золота и серебра показано в табл. 1, из которой видно, что наиболее

продуктивным по бариту и золоту является первый уровень, по руде, меди, свинцу и серебру – второй, по цинку – четвертый. Самым низко продуктивным по всем металлам и не содержащим барита является третий уровень. Из анализа соотношений благородных и сульфидных металлов (табл. 2) следует, что доля золота и серебра по отношению к цинку резко падает от первого к четвертому уровню. Доля их к свинцу, а золота к серебру от первого уровня до третьего резко снижается, на четвертом существенно увеличивается. Отношение золота и цинка к меди имеет обратную картину: от четвертого уровня ко второму их значения уменьшаются, а к первому – значительно увеличиваются.

Эйфельско-франский вулканизм проявился во всех рудных районах, но с различной интенсивностью. Однако рудопродуктивным, как показано в табл. 1, он оказался не везде. Не установлено ни одного «сквозного» рудоносного горизонта, проявившегося во всех трех районах. Наиболее полным по продуктивности представляется Золотушинский район, где выявлено три рудоносных уровня (эйфельский, нижнеживетский, франский), в Змеиногорском – два (эйфельский, франский) и в Рубцовском тоже два (нижне- и верхнеживетский). Отсутствие отдельных рудоносных уровней в разных районах объясняется возможно тем, что одни из них эродированы,

Таблица 1

Распределение запасов руды и полезных компонентов по разрезу и латерали Северо-западной части Рудного Алтая

Рудный район	Рудоносный уровень		Относительные запасы в процентах от общих по региону							Основные месторождения
	№	Индекс	Руда	Cu	Pb	Zn	BaSO ₄	Au	Ag	
Рубцовский	IV	D ₃ fm	–	–	–	–	–	–	–	
	III	D ₂ gv ₂	4	5	12	8	–	3	7	Рубцовское, Захаровское
	II	D ₂ gv ₁	6	3	13	10	10	3	4	Степное, Таловское
	I	D ₂ ef	–	–	–	–	–	–	–	
	По району		10	8	26	18	10	6	11	
Змеиногорский	IV	D ₃ fm	21	12	24	41	–	12	21	Корбалихинское, Лазурское
	III	D ₂ gv ₂	–	–	–	–	–	–	–	
	II	D ₂ gv ₁	–	–	–	–	–	–	–	
	I	D ₂ ef	11	1	7	5	67	45	24	Змеиногорское, Зареченское, Среднее, Семеновское
	По району		32	13	31	46	67	57	45	
Золотушинский	IV	D ₃ fm	3	2	4	5	23	1	4	Юбилейное
	III	D ₂ gv ₂	–	–	–	–	–	–	–	
	II	D ₂ gv ₁	52	75	37	30	–	34	37	Орловское, Золотушинское, Новозолотушинское, Локтевское
	I	D ₂ ef	3	2	3	1	–	2	3	Крючковское
	По району		58	79	44	36	23	37	44	
Итого по региону			100	100	100	100	100	100	100	

Таблица 2

Соотношение запасов металлов по рудоносным горизонтам

Горизонт		Соотношения компонентов (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)							Отношения Cu, Pb, Zn		
№	Индекс	Au/Cu	Au/Pb	Au/Zn	Au/Ag	Ag/Cu	Ag/Pb	Ag/Zn	Pb/Cu	Zn/Cu	Zn/Pb
IV	D ₃ fm	26	19	4	7181	3672	2586	584	1.4	6.3	4.4
III	D ₂ gv ₂	19	10	5	5439	3468	1782	994	1.9	3.5	1.8
II	D ₂ gv ₁	14	30	14	12621	1100	2400	1100	0.5	1.0	2.1
I	D ₂ ef	461	192	119	24367	1892	7884	4895	2.4	3.9	1.6

другие «поглощены» более поздними интрузиями, а третьи просто еще не обнаружены в связи с недоизученностью некоторых участков территории, что может стать предметом поисков при последующих исследованиях. Например, эйфельского рудоносного уровня в Рубцовском районе и т.д.

На основе шкалы абсолютной геохронологии [Геологический..., 1973] временной диапазон проявления здесь четырех основных эйфельско-франских вспышек эксплозивного вулканизма с последующей его гидротермальной деятельностью в процессе накопления перекрывающих терригенно-осадочных пород определяется примерно в 25 млн лет. В этот же период произошло и образование всех месторождений. Следовательно, между формированием каждого из четырех рудоносных уровней промежутки времени составляет в среднем около 6 млн лет. В целом, это подтверждается результатом определения калий-аргоновым методом абсолютного возраста околорудных серицитолитов, связанных с образованием руд Степного, Таловского (370 млн лет) и Корбалихинского (350 млн лет) месторождений [Чекалин, 1991] второго (ранний живет) и четвертого (фран) рудоносных уровней соответственно.

Основные месторождения первого (эйфельского) рудоносного уровня по сравнению с другими месторождениями региона характеризуются высоким содержанием золота, серебра (табл. 2), барита, свинца и низким – меди. Соотношение количества основных металлов Cu : Pb : Zn в их сумме, принятой за 100 %, колеблется здесь по отдельным объектам в узком диапазоне, т.е. 5–13 : 30–39 : 48–64. Второй (нижнеживетский) уровень, как самый продуктивный, отличается большой изменчивостью количества металлов в их общей сумме по объектам (Cu : Pb : Zn = 10–52 : 12–31 : 46–73) и резким преобладанием меди над свинцом и даже цинком. Последнее обстоятельство характерно, в основном, для двух месторождений (Орловского и Золотушинского) Золотушинского района. На третьем (верхнеживетском) уровне колебание одних и тех же элементов на разных объектах самые незначительные (Cu : Pb : Zn = 11–20 : 28–31 : 52–58), при этом видно снижение цинка. На четвертом (франском) рудоносном уровне заметно приближение количества меди и свинца к равенству между собой (Cu : Pb : Zn = 11–19 : 16–19 : 65–73).

Рудоотложение на месторождениях происходило в трех средах: на дне водного бассейна, в нелигифицированных и лигифицированных осадках. На морском дне, представленном нелигифицированными вулканогенными и/или терригенными осадками, в условиях резкого падения температуры и давления поднимающихся с глубин рудоносных гидротермальных растворов при мгновенном их смешении с морскими водами происходило интенсивное отложение массивных, слоистых (полосчатых), пятнистых и т.п. тонкозернистых (!) полиметаллических руд. Образовавшееся таким образом пластообразное тело обладает резкими (четкими) контактами. В подстилающих рудное тело нелигифицированных отложениях при их просачивании рудонос-

ными растворами на пути к морскому дну метасоматическим путем идет образование вкрапленных и гнездово-вкрапленных мелко-среднезернистых значительно более бедных руд. В залегающих еще ниже литифицированных породах формируется гидротермальное прожилковое средне-крупнозернистое оруденение. Ярким примером служит рудоотложение на трех подуровнях первого (эйфельского) рудоносного уровня в Змеиногорском районе. При увеличивающемся к поверхности до квадратных километров фронте поднимающихся гидротермальных рудоносных растворов сначала на морском дне (третий подуровень), представленном литифицированными отложениями нижней части верхнемельничной подсветы отложились пластовые залежи сплошных золото-серебро-барит-полиметаллических руд Змеиногорского (крупного), Зареченского (среднего) и Петровского, Преображенского, Карамышевского (мелких) месторождений. Затем, в основном в литифицированных лавах и туфах риолитовых порфиров среднемельничной подсветы (второй подуровень) образовались прожилково-жилвные, частично вкрапленные, полиметаллические руды Среднего месторождения [Чекалин, Королев, 1991]. Еще ниже в глинисто-кремнистых отложениях нижнемельничной подсветы (первый подуровень) завершился гидротермальный процесс первого цикла вулканизма образованием мелкого Стрижковского месторождения прожилковых полиметаллических руд.

Образовавшиеся на морском дне рудные залежи подвергаются нередко физико-механическим преобразованиям. В результате над ними появляются рудные обломки разного размера без смещения или чаще со смещением относительно материнского тела, иногда горизонты обломочных руд мощностью до метра и более (Рубцовское и другие месторождения). При разведке месторождений скважинами такие горизонты с мелкими рудными обломками могли приниматься за вкрапленные руды. При эксплуатации Золотушинского и Рубцовского месторождений установлено, что «донные» рудные тела (залежи), имеющие даже многометровую мощность, разламываются на крупные блоки, размером до десятков метров по латерали, нередко смещаются с признаками их окатанности, иногда дробятся, превращаясь в разноразмерную рудную брекчию. Часть этой брекчии под действием гравитационных сил перемещается на большие расстояния (до 1000 и более метров) с образованием новых залежей промышленных брекчиевых руд. Именно так сформировалось в Змеиногорском районе на четвертом (франском) рудоносном уровне Корбалихинское месторождение. Его северо-западный фланг представлен одним телом оставшихся на месте своего «донного» образования сплошных брекчиевидных, пятнистых, полосчатых (слоистых) полиметаллических руд, юго-восточный – двумя телами перемещенных брекчиевых руд с запасами в два раза меньшими и содержанием меди, свинца и цинка на 30 % более низкими.

Литература

Геологический словарь. Т. 2. М.: Недра, 1973. С. 417–418.

Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200000. Изд. 2-е, серия Алтайская, Лист М-44-ХІ (авторы *О. В. Мурзин, В. М. Чекалин, Н. В. Сыроежко* и др.). СПб: ВСЕГЕИ, 2001. 174 с.

Государственная геологическая карта РФ масштаба 1:200000. Изд. 2-е, серия Алтайская. Лист М-44-Х (авторы *О. В. Мурзин, В. И. Горшечников, В. А. Жданов* и др.). СПб: ВСЕГЕИ, 2001. 219 с.

Чекалин В. М., Королев Г. Г. Геолого-генетическая модель Среднего и Зареченского месторождений полиметаллических и барит-полиметаллических руд на Рудном

Алтае // Рудообразование и генетические модели экзогенных рудных формаций. Новосибирск: Наука, 1988. С. 89–98.

Чекалин В. М. Основные закономерности размещения и принципиальная модель формирования колчеданно-полиметаллических месторождений северо-западной части Рудного Алтая // Геология и геофизика, 1991. № 10. С. 75–89.

Чекалин В. М. К вопросу о генезисе Рубцовского месторождения колчеданно-полиметаллических руд на Рудном Алтае // Металлогения древних и современных океанов–2006. Условия рудообразования. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 91–96.

Ширай Е. П., Филатов Е. И., Гусев Г. С. и др. Металлогения рядов геодинамических обстановок островных дуг. М., 1999. 436 с.

П. А. Неволько, А. С. Борисенко

*Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск
nevolko@uiggm.nsc.ru*

Этапы формирования золотого и сурьмяного оруденения Енисейского кряжа и их корреляция с периодами проявления магматизма

Енисейский кряж представляет собой складчато-надвиговой пояс преимущественно СЗ простирания, расположенный в юго-западном обрамлении Сибирской платформы и вытянутый вдоль р. Енисей почти на 700 км при ширине от 50 до 200 км. Это сложное сооружение, включающее в себя Центрально-Ангарский, Восточно-Ангарский, Исаковский, Предивинский, Ангаро-Канский террейны [Верниковский и др., 2006; 2008].

В регионе проявлен пестрый по составу многоэтапный гранитоидный и базитовый магматизм. Его общая последовательность достаточно детально обоснована по геологическим данным. В последнее время с применением современных изотопно-геохронологических методов [Верниковский и др., 2006; 2008; Ножкин и др., 2008; Лиханов и др., 2007] были определены основные рубежи гранитоидного, базитового, щелочного магматизма и метаморфизма. На схеме (рис. 1) показано размещение золоторудных месторождений различных формационных типов и их пространственные соотношения с базитовым и гранитным магматизмом на различных этапах развития коллизионных и рифтогенных процессов. Весь золотоносный пояс Центрально-Ангарского террейна маркируется дайками щелочных сиенит-порфириров и камптонитов захребетнинского комплекса, сформировавшегося около 700 млн лет назад. В северной части террейна оконтуривается ареал чапинского комплекса щелочных пикритов (670 млн лет) и тейский коллизионный комплекс. В центральной части террейна проявлен аяхтинский гранитоидный комплекс, образовавшийся в результате коллизии либо неопротерозойского рифтогенеза. На юге заангарской части Енисейского кряжа широко проявлены приразломные карбонатиты и щелочные метасоматиты (650 млн лет), а также татарский гранитный и среднетатарский щелочной (фойяиты и йолиты) комплексы, с которыми также тесно пространственно совмещены золоторудные и сурьмяные месторождения. Эти геологические и геохронологические данные являются хорошей основой для решения проблем возраста золотого и сурьмяного оруденения Енисейского кряжа, его корреляции с проявлениями магматизма и метаморфизма, что и является одной из задач настоящей работы.