

ЭЛЕМЕНТЫ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ ЗОЛОТОПОРФИРОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ВУЛКАНО-ПЛУТОНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РАЙОНА

© 2009 г. Г. П. Дворник

*Институт геологии и геохимии УрО РАН
620075, г. Екатеринбург, Почтовый пер., 7
E-mail: gprmpi.dep@ursmi.ru*

Поступила в редакцию 12.01.2009 г.

В мезозойских щелочных вулcano-плутонических комплексах Центрально-Алданского района (Рябиновском, Ыллымахском, Томмотском, Якокутском и Мрачном) установлены элементы вертикальной зональности в размещении развитого в них золотопорфирового оруденения. Она проявлена в закономерном изменении с глубиной минерального состава и геохимической специализации руд, содержаний в них золота и серебра, морфометрических параметров и химического состава самородного золота из окисленных руд и шлиховых ореолов, изотопного состава сульфидной серы.

Ключевые слова: *Алданский щит, мезозой, щелочные вулcano-плутонические комплексы, серицит-микроклиновые метасоматиты, прожилково-вкрапленное оруденение, золото, вертикальная зональность.*

ВВЕДЕНИЕ

Вертикальная минералого-геохимическая зональность в размещении золотого оруденения является характерным признаком многих гидротермальных золоторудных месторождений [5–10]. Её выявление имеет как научный интерес, так и практическое значение для прогнозирования и поисков золотого оруденения. Элементы такой вертикальной зональности установлены автором в распределении золотопорфирового оруденения в щелочных вулcano-плутонических комплексах Центрально-Алданского района, сформировавшихся в эпоху мезозойской тектоно-магматической активации Алданского щита. В щелочных сиенитах этих комплексов (пулaskитах, псевдолейцитовых сиенитпорфирах, сиенит-пегматитах), а также в породах вулканогенной кровли (псевдолейцитовых фонолитах, щелочных трахитах) широко проявились процессы микроклинизации и серицитизации, протекавшие в три стадии. В раннюю щелочную стадию при $T = 550\text{--}400^\circ\text{C}$ и $P = 1.5\text{--}1$ кбар произошла псевдоморфная микроклинизация щелочных пород. В стадию кислотного выщелачивания при $T = 400\text{--}160^\circ\text{C}$ и $P = 3.5\text{--}1.3$ кбар сформировались серицитизированные микроклиниты, вмещающие тела серицитолитов. В позднюю щелочную стадию при $T = 300\text{--}200^\circ\text{C}$ и $P = 1.0\text{--}0.6$ кбар в этих породах образовались зоны мелкозернистых микроклинитов [3]. **К-Аг возраст серицит-микроклиновых метасоматитов, содержащих прожилково-вкрапленное золотое оруденение, – 134–120 млн. лет.** По харак-

теру проявления в связи с массивами калиевых щелочных пород, особенностям вещественного состава и условиям образования они отнесены к самостоятельной рудно-метасоматической формации [11].

ЭЛЕМЕНТЫ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Эталонным объектом развития золотопорфирового оруденения в калиевых щелочных комплексах является Рябиновское рудное поле, включающее Рябиновое и Новое месторождения. Промышленное штокверковое золотое оруденение в них локализуется в интервале абсолютных отметок от +600 до +1050 м (рис. 1а). В пределах Рябинового месторождения картировочной скважиной 122 в микроклинизированных и серицитизированных сиенитах выявлено развитие непромышленной вкрапленной золоторудной минерализации на подрудном уровне до горизонта +150 м. В других щелочных комплексах Центрального Алдана (Ыллымахском, Томмотском, Якокутском и Мрачном) на надрудном уровне (950–1300 м) установлена вкрапленная сульфидная минерализация (рис. 1б, в), представленная преимущественно пиритом, с преобладающими содержаниями золота в пробах – доли грамма на тонну, реже, – первые граммы на тонну.

Вертикальная рудно-метасоматическая зональность в пределах Рябиновского поля проявилась в максимальном развитии процессов микроклинизации и серицитизации в щелочных сиенитах и сопряженного с ними золотого оруденения на сред-

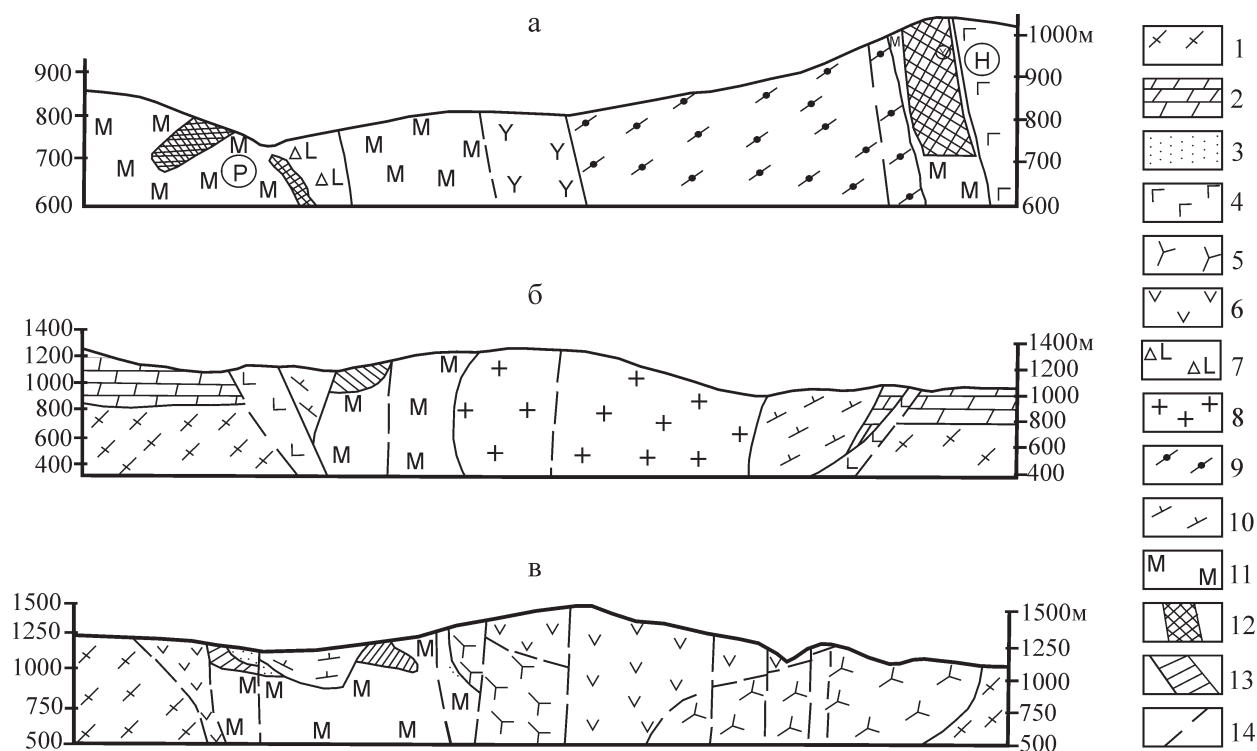


Рис. 1. Схема размещения золотореодорового оруденения на рудном (а) и надрудном (б, в) уровнях в вулканоплутонических комплексах Центрально-Алданского района: а – Рябиновское золоторудное поле (Р – Рябиновое месторождение, Н – Новое месторождение); б, в – рудопоявления золота Ыллымахского (б), Томмотского (в) комплексов (горизонтальный масштаб соответствует приведенному на рисунке вертикальному масштабу).

1 – архейские граниты, гнейсы, кристаллические сланцы; 2 – венские доломиты; 3 – юрские песчанники; 4–11 – мезозойские магматические и метасоматические породы: 4 – щелочные габброиды; 5 – щелочные сиениты; 6 – субщелочные сиениты; 7 – щелочные пикриты; 8 – эгиритовые граниты и их эруптивные брекчии; 9 – фениты; 10 – эпидеитовые фонылиты, серицитизированные трахиты; 11 – серицит-микроклиновые метасоматиты по щелочным сиенитам; 12 – штокер-овые зоны с кондиционным золотым оруденением; 13 – зоны с непромышленной вкрапленной золоторудной минерализацией; 14 – разрывные нарушения.

нерудном уровне (700–800 м). Так, на Рябиновом месторождении на этом уровне сформировались крупные тела серицитолитов мощностью до 30–40 м среди измененных сиенит-пегматитов, в сравнении с верхнерудным (850–930 м) и нижнерудным (600–700 м) уровнями, в пределах которых образовались небольшие линзы серицитолитов мощностью до нескольких метров среди микроклинизированных и серицитизированных эгиритовых сиенитов. Слюда из тел серицитолитов по составу со-

ответствует калиевому фенгиту, слюда из вмещающих их серицитизированных микроклинитов представлена железистым и кремнеземистым серицитом [1]. В трех рудных телах Рябиновского месторождения, развитых на среднерудном уровне, сосредоточен 61% балансовых запасов золота. Подсчетные блоки запасов золота категории С1, оконтуренные на среднерудном уровне, выделяются по процентному соотношению в них богатых, рядовых и бедных руд, а также повышенными значениями коэф-

Таблица 1. Качественная характеристика золотореодоровых руд Рябиновского поля (по данным бороздового и кернового опробования)

Месторождение	Блок	Абсолютные отметки, м	Количество проб	Типы руд, %			Коэффициент рудоносности	Коэффициент богатства	Золото-серебряное отношение	$\frac{(Pb \times Zn)}{(Cu \times Mo)}$
				богатые	рядовые	бедные				
Рябиновое	4-С1	850–930	427	3	10	87	0.60	1.16	0.96	12.5
	3-С1	700–800	391	6	28	66	0.80	2.93	0.67	-
	2-С1	700–800	545	5	30	65	0.86	1.88	0.80	8.0
	1-С1	600–700	653	4	12	84	0.62	1.24	0.31	0.1
	5-С1	940–1050	1788	1	17	82	0.51	1.50	0.33	16.5
	6-С1	800–940	718	4	28	68	0.50	1.51	0.24	6.0
	13-С2	710–800	218	6	27	67	0.72	1.98	0.29	-
Новое	С-162	620–710	88	-	14	86	0.61	0.88	-	-

Таблица 2. Параметры распределения самородного золота в окисленных рудах (1, 2) и шлиховых ореолах (3–8) в элювиально-делювиальных отложениях над рудными штокверками в вулcano-плутонических комплексах Центрально-Алданского района

Параметры	1	2	3	4	5	6	7	8
Средний размер золотин, мм	0.02–0.46 (0.06) n = 1341	0.05–0.5 (0.09) n = 858	0.05–0.5 (0.11) n = 317	0.05–0.8 (0.11) n = 1317	0.05–0.5 (0.10) n = 212	0.04–0.9 (0.07) n = 648	0.03–0.4 (0.10) n = 68	0.03–0.6 (0.09) n = 272
Уплотненность золотин	1–7 (2.1) n = 1341	1–7 (1.7) n = 858	1–7 (1.9) n = 317	1–12 (2.2) n = 1317	1–6 (2.2) n = 212	1–6 (2.1) n = 648	1–9 (2.2) n = 68	1–6 (2.2) n = 272
Пробность золота, %	727–990 (919) n = 40	714–945 (887) n = 37	640–925 (814) n = 31	609–917 (820) n = 108	706–935 (866) n = 32	500–993 (825) n = 102	780–893 (858) n = 11	904–992 (973) n = 24
Площадь шлихового ореола золота, м ²	–	–	140000	190000	210000	480000	40000	20000
Содержание золотин в пробах объемом 10 дм ³	–	–	10–150 (62) n = 54	10–580 (67) n = 141	10–200 (40) n = 34	10–100 (20) n = 166	5–30 (13) n = 14	10–50 (20) n = 5
Содержание золота в пробах, мг/м ³	–	–	3–1245 (127) n = 54	3–2010 (116) n = 141	2–278 (56) n = 34	1–1267 (25) n = 166	3–295 (66) n = 14	2–158 (82) n = 5

Примечание. 1 – Новое месторождение (верхнерудный уровень); 2–4 – Рябиновое месторождения (2, 4 – среднерудный уровень, 3 – верхнерудный уровень); 5–8 рудопоявления Якокутского (5), Ылыммахского (6), Томмотского (7) и Мрачного (8) комплексов (надрудный уровень). В скобках приведено среднее значение параметра; n – количество проб.

фициентов рудоносности и коэффициентов богатства в сравнении с залежами верхнего и нижнего уровней рудоотложения (табл. 1). Такие же закономерности в распределении золотого оруденения по вертикали установлены на Новом месторождении.

Рудная зональность в Рябиновском поле выражается также в постепенной смене с глубиной золото-пирит-галенит-сфалеритовой минеральной ассоциации на золото-пирит-молибденит-халькопирит-борнитовую ассоциацию. В геохимическом поле она проявляется в преимущественной концентрации свинца и цинка в телах верхнерудного уровня, а меди и молибдена – на нижнем уровне локализации золотого оруденения и закономерном уменьшении с глубиной значений золото-серебряного отношения и полиметаллического индекса $[(Pb \times Zn)/(Cu \times Mo)]$ руд (табл. 1). Для минерального состава шлихов, отобранных на верхнерудном уровне (940–1050 м) из окисленных руд Нового месторождения свойственно присутствие самородного золота вместе с пиритом и минералами полиметаллической ассоциации (галенитом, сфалеритом, вольфенитом, аргентитом), а также более высокая концентрация магнетита, барита, пониженное содержание гематита, оксидов титана, низкое отношение содержаний Fe_2O_3/Fe_3O_4 (0.004–0.1). Для состава шлихов из окисленных руд Рябинового месторождения, взятых на среднерудном уровне (700–800 м), характерны ассоциация золота с пиритом и минералами меди (халькопиритом, борнитом,

халькозином), повышенная концентрация TiO_2 и более высокое отношение содержаний Fe_2O_3/Fe_3O_4 (0.7–10.0), обусловленные замещением в метасоматическом процессе магнетита исходных щелочных пород гематитом, а ильменита – оксидами титана (рутилом, брукитом, анатазом). Окисленные руды Рябинового месторождения также выделяются большей средней крупностью золотин и меньшей их уплотненностью, преимущественным развитием среднепробного золота в отличие от руд Нового месторождения (табл. 2).

Изотопный состав серы сульфидов (пирита, халькопирита, галенита), отобранных на среднерудном уровне из прожилково-вкрапленных руд Рябинового месторождения характеризуется по [4] узким диапазоном значений $\delta^{34}S$ от –7.4 до –12.8‰ (при среднем значении –10.2‰ по 25 анализам). Более широкие вариации значений $\delta^{34}S$ (от +1.8 до –12.8‰ при среднем значении –4.6‰ по 8 анализам) установлены для пирита, образующего на надрудном уровне рассеянную вкрапленность в микроклинизированных и серицитизированных сиенитах за пределами штокверковых зон с кондиционным золотым оруденением.

Золоторудные штокверки в серицит-микроклиновых метасоматитах, сформировавшиеся в калиевых щелочных вулcano-плутонических комплексах Центрально-Алданского района, выделяются шлиховыми ореолами золота в элювиально-делювиальных отложениях над ними [2]. Шлиховые

ореолы золота Рябинового месторождения, установленные на среднерудном и верхнерудном уровнях, характеризуются более высокой средней концентрацией золота, повышенной средней крупностью золотин, преобладанием среднепробного золота в сравнении с шлиховыми ореолами золота, выявленными на надрудном уровне на рудопроявлениях Якутского, Ыллымахского, Томмотского и Мрачного комплексов (табл. 2).

В заключении следует отметить, что установленные автором элементы вертикальной зональности в распределении золотопорфирового оруденения в вулcano-плутонических комплексах Центрально-Алданского района (закономерное изменение с глубиной минерального состава и геохимической специализации руд, концентрации в них золота и серебра, морфометрических параметров и химического состава самородного золота из окисленных руд и шлиховых ореолов, изотопного состава сульфидной серы) могут быть использованы при поисках прожилково-вкрапленного золотого оруденения в других комплексах калиевых щелочных пород в Восточной Сибири, на Урале, Кавказе, в Казахстане, в пределах которых развиты серицит-микроклиновые метасоматиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворник Г.П. Серицит-микроклиновые метасоматиты и золото-меднопорфировое оруденение в калиевых щелочных массивах // Геология метаморфических комплексов. Екатеринбург: Изд. УГГА, 1992. С. 108–120.
2. Дворник Г.П. Изучение шлиховых ореолов золота при комплексной оценке золото-меднопорфирового оруденения в калиевых щелочных массивах // Комплексное использование и эксплуатация месторождений полезных ископаемых. Мат-лы III Междунар. конф., посвященной 100-летию юбилею НГТУ. Новочеркасск: Нобла, 1997. С. 59–63.
3. Дворник Г.П. Условия образования серицит-микроклиновых метасоматитов и золотопорфирового оруденения Рябиновского рудного поля (Алданский щит) // Современные технологии освоения минеральных ресурсов. Сб. науч. тр. / Под общ. ред. В.Е. Кислякова. Красноярск, 2006. С. 46–52.
4. Загружина И.А., Голубчина М.Н., Кочетков А.Я. и др. Изотопный состав серы сульфидов в щелочном массиве Центрального Алдана // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. № 2. С. 405–407.
5. Константинов М.М., Варгунина Н.П., Косовец Т.Н. и др. Минералого-геохимическая зональность золоторудных месторождений // Геология рудных месторождений. 1998. № 1. С. 20–34.
6. Месторождения золота Урала / В.Н. Сазонов, В.Н. Огородников, В.А. Коротеев, Ю.А. Поленов. Екатеринбург: Изд. УГГА, 2001. 622 с.
7. Проблемы вертикальной метасоматической зональности / Под ред. Н.Н. Перцева. М.: Недра, 1982. 184 с.
8. Рафаилович М.С., Алексеева М.К. Метасоматические формации золотопродуктивных месторождений Казахстана // Геология и разведка недр Казахстана, 1996. № 5-6. С. 13–21.
9. Рундквист Д.В., Неженский И.А. Зональность эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1975. 236 с.
10. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Поленов Ю.А. Вертикальная метасоматическая зональность и ее значение для прогнозирования слепого оруденения и оценки перспектив отрабатываемых месторождений на глубину (на примере золоторудных и золотополиметаллических месторождений) // Литосфера. 2008. № 1. С. 77–89.
11. Угрюмов А.Н., Дворник Г.П. Серицит-микроклиновые метасоматиты Рябинового щелочного массива (Центральный Алдан) // Докл. АН СССР. 1985. Т. 208. № 1. С. 191–193.

Рецензент В.Н. Сазонов

Vertical zoning elements of gold-porphyry ore distribution in Central Aldan volcano-plutonic complexes

G. P. Dvornik

Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS

The elements of vertical zoning of gold-porphyry ore mineralization were established in Central Aldan Mesozoic alkaline volcano-plutonic complexes (Ryabinovskiy, Yllymakhskiy, Tommotskiy, Yakokutskiy, Mrachny). The vertical zoning manifests as regular change with depth of ore mineral composition and geochemical specialization, contents of gold and silver, the native gold morphometric parameters and chemical composition in oxidized ore and minerals aureoles, isotopic composition of sulphur in sulfides.

Key words: *Aldan shield, Mesozoic, alkaline volcano-plutonic complexes, sericite-microcline metasomatites, streaky-dissiminated mineralization, gold, vertical zoning.*