

УДК [(553.576+553.613):553.22]:553.411(575.2)

Н.Т.ПАК<sup>1</sup>

## ЗОЛОТОНОСНЫЕ КВАРЦ-ПОЛЕВОШПАТОВЫЕ МЕТАСОМАТИТЫ КЫРГЫЗСТАНА

Кварц – дала шпатты метасоматиттер ірі алтынды-скарнды кенорындарындағы негізгі кенсыйымдылығы бар орта болып саналады. Осы формацияның минералды-петрографиялық және геохимиялық сипаттамасы мен пайда болу жағдайлары қарастырылған.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты являются основной рудовмещающей средой на крупном золото-скарновом месторождении. Рассмотрены условия образования, минералого-петрографическая и геохимическая характеристика данной формации.

Quartz-feldspathic metasomatites are mine gold-bearing rocks on the large goldskarn deposit. Conditions of formation, mineral-petrography characteristic this formation are discussed.

На большинстве эндогенных месторождений золота руды сопровождаются метасоматически измененными породами. В пределах одного месторождения часто развит последовательный ряд метасоматических формаций. Формационный анализ метасоматически измененных пород на месторождении Макмал позволил нам выделить новую золотоносную метасоматическую формацию – «кварц-полевошпатовые метасоматиты» [2, 8]. Макмал относится к месторождениям золота в скарнах. Подобный тип месторождений в мировом балансе запасов золота является мало распространенным и составляет доли процента среди месторождений золота других геолого-промышленных типов [7]. Однако Тянь-Шань является крупной скарново-рудной провинцией, а Макмал может оказаться крупным месторождением золота в скарнах (запасы золота составляют 70 т). На поиски подобных месторождений в Казахстане ориентировали Б.С.Ужкенов и А.Н.Бугаец [11].

По нашим прогнозам золотоносные кварц-полевошпатовые метасоматиты выявлены на других месторождениях золота Кыргызстана – Султан–Сары и Алтын–Джилга.

**Месторождение Макмал** находится на контакте пермской гранитной интрузии с кремнисто-карбонатными отложениями карбона. При внедрении интрузии образовался ряд метасоматитов: скарны, кварц-полевошпатовые метасоматиты, грейзены, березиты, окварцованные поро-

ды [8, 9]. К кварц-полевошпатовым метасоматитам ранее относили измененные дайки плагиоспорфиров, однако это название не носило формационной принадлежности, а означало только преобладающее развитие в породе кварца и полевого шпата. Петрографическое изучение измененных пород месторождения показало, что кварц-полевошпатовые метасоматиты представлены более широко, имеют зональное строение и развиты преимущественно в гранитах и скарнах.

В дайках **плагнопорфиров** начальная стадия изменения проявилась в перекристаллизации основной массы с образованием тонкозернистого (до 0,01 мм) метасоматического кварца и полевого шпата. Биотит хлоритизируется, а порфиновые выделения плагиоклаза и калишпата, замещаются кварцем и плагиоклазом только с периферии. Количество кварца в породе увеличивается до 35-40%. В последующую стадию кварц и полевой шпат целиком замещают порфиновые выделения с образованием темных структур. Макроскопически порода выглядит плотной, массивной с тонкозернистой, иногда с фельзитоподобной структурой. На этом фоне проглядывают контуры порфиновых выделений полевого шпата. Порода состоит из кварца – 40-45%, плагиоклаза – 50-55%, серицита – 3-4%, пирита – 2%. Структура пород гранобластовая, метасоматическая. Плагиоклаз представлен преимущественно альбитом. При максимальном замещении порода состоит из кварца на 90-95% и не-

<sup>1</sup> 720481. Кыргызская Республика, г. Бишкек, пр. Эркиндик 30. Институт геологии НАН РК.

большого количества плагиоклаза, серицита, которые слагают центральные зоны кварц-полевошпатовых метасоматитов.

Метасоматическая колонка состоит: 0 – Неизмененный плагиопорфир – кварц, плагиоклаз, калишпат, биотит; 1 – Кварц, плагиоклаз, хлорит; 2 – Кварц, плагиоклаз; 3 – Кварц.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты часто подвергаются последующим метасоматическим изменениям (березитизации, окварцеванию и др.).

Кварц-полевошпатовый метасоматоз по **скарнам** развивается в так называемых «метасоматических брекчиях». Обломки в них сложены пироксен-гранатовыми, гранатовыми и волластонитовыми скарнами. Цемент тонкозернистый кварц-полевошпатовый, который метасоматически развивается также по обломкам. В начальные стадии замещения количество метасоматического кварца и плагиоклаза составляет 5-10%. Замещение чаще всего начинается с развития плагиоклаза и кварца в интерстициях зерен минералов скарнов и по микротрещинам, реже по спайности и по самому зерну. Кварц-полевошпатовый агрегат образует отдельные скопления или вкрапления в виде пятен среди скарнов. При интенсивном замещении кварц и плагиоклаз замещает первичные минералы. Содержание кварца увеличивается до 10-15%, плагиоклаза – до 40%. В последующую стадию изменения порода становится тонкозернистой, состоящей из примерно равного количества кварца и плагиоклаза. Размеры зерен составляют сотые-десятые доли миллиметра. Плагиоклаз представлен средней разновидностью. Среди кварц-полевошпатового агрегата развиты зоны существенного кварцевого состава, представляющие ядерные части кварц-полевошпатовых метасоматитов. Метасоматическая колонка состоит:

1. неизмененный скарн – волластонит, пироксен, гранат; 2. кварц, плагиоклаз, волластонит, пироксен, гранат; 3. кварц, плагиоклаз, волластонит, пироксен; 4. кварц, плагиоклаз, волластонит; 5. кварц, плагиоклаз; 7. кварц.

Мощности отдельно взятых зон апоскарновых кварц-полевошпатовых метасоматитов значительно меньше мощностей зон апоплагиопорфировых метасоматитов и не превышают 10-20 см. Незначительные мощности можно объяснить сильной контрастностью составов растворов и

замещаемой породы. Однако, апоскарновые кварц-полевошпатовые метасоматиты имеют большие площади развития (сотни метров в длину и десятки в ширину).

В **гранитах** кварц-полевошпатовые метасоматиты аналогичны с метасоматитами развитыми и по плагиопорфирам и скарнам. Кварц и плагиоклаз сначала появляются в интерстициях зерен и постепенно замещают их полностью. Ядерные части метасоматитов почти полностью сложены кварцем.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты развитые по гранитам образуют такую же метасоматическую колонку, как и в апоплагиопорфирах и отличаются от последних более крупнозернистой структурой. Размеры зерен кварца и плагиоклаза здесь достигают одного миллиметра.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты развитые в эндоконтактных гранитах в виде узкой полосы мощностью 1-2 м примыкают к апоскарновым кварц-полевошпатовым метасоматитам (см. рис.). Мощность зон первые сантиметры, а ядерных частей, сложенных кварцем – от миллиметра до нескольких сантиметров.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты месторождений Макмал содержат золото до 100 г/т и слагают основные рудные тела длиной до 200-250 м, мощностью 20-50 м. Средние содержания золота – 7-9 г/т, запасы золота – 70 тонн. С золотом коррелирует серебро, медь, свинец и висмут (рис.).

При формировании кварц-полевошпатовых метасоматитов по гранитам от внешних к внутренним зонам происходит привнос кремнезема, железа и вынос алюминия, магния, калия и натрия (табл. 1). В апоскарновых кварц-полевошпатовых метасоматитах наблюдается несколько иной баланс (табл. 2). К внутренним зонам привносятся кремнезем, калий, натрий и выносятся кальций, железо и магний.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты в гранитах сменяются березитами, в скарнах – зонами окварцевания. Температуры гомогенизации и декрипитации кварца приведены в табл. 3.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты месторождения Макмал близки к развитым по гранитоидам Майхуринского массива, которые Д.К. Владова и В.А. Жариков [1] относят к самостоятельной формации кварц-полевошпатовым метасоматитам, а аналогичные метасоматические колон-

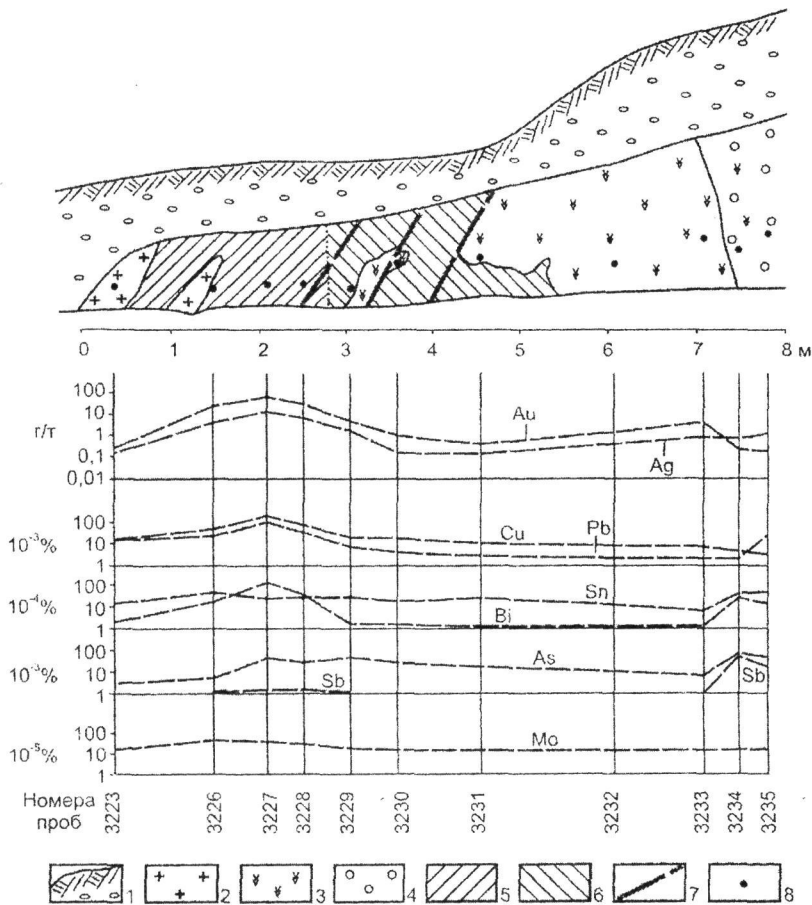


Рис. Геолого-геохимический профиль через кварц-полевошпатовые метасоматиты. 1. Четвертичные отложения; 2. Граниты; 3. Волластонитовые скарны; 4. Гранатовые скарны; 5. Апогранитные кварц-полевошпатовые метасоматиты; 6. Аполскарьные кварц-полевошпатовые метасоматиты; 7. Трещины; 8. места отбора проб.

Таблица 1. Баланс вещества при образовании кварц-полевошпатовых метасоматитов по гранитам

Зона	0		1			2			3		
	C	n	C	n	(+),(-)	C	n	(+),(-)	C	n	(+),(-)
SiO <sub>2</sub>	74,18	192,30	75,34	199,39	+7,09	79,32	213,31	+ 13,92	83,10	218,26	+4,95
TiO <sub>2</sub>	0,12	0,24	0,26	0,52	+0,28	0,20	0,40	-0,12	0,14	0,28	-0,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,08	31,15	8,68	27,07	-4,08	7,55	23,81	-3,26	5,03	15,56	-8,25
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.	.	0,71	1,41	+1,41	0,47	0,95	-0,46	0,64	1,27	+0,32
FeO	3,75	8,14	5,16	11,41	+3,27	4,18	9,36	-2,05	5,53	14,14	+4,78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,04	0,09	0,18	0,40	+0,31	0,13	0,30	-0,10	0,09	0,20	-0,10
MnO	0,08	0,18	0,10	0,22	+0,04	0,10	0,23	+0,01	0,08	0,18	-0,05
MgO	0,08	0,31	-	-	-0,31	-	-	-	0,16	0,62	+0,62
CaO	1,57	4,37	7,56	21,44	+ 17,07	5,28	15,14	-6,30	4,53	12,74	-2,40
Na <sub>2</sub> O	1,90	9,57	0,71	3,64	-5,93	0,90	4,67	+0,97	0,23	1,17	-3,50
K <sub>2</sub> O	6,22	20,60	0,31	1,05	-19,55	0,55	1,88	+0,83	0,17	0,58	-1,30
H <sub>2</sub> O	0,26	-	0,10	-	-	0,24	-	-	0,26	-	-
ппп	0,72	-	0,89	-	-	1,08	-	-	0,04	-	-
<b>Сумма</b>	<b>100,00</b>	<b>266,95</b>	<b>100,00</b>	<b>266,55</b>		<b>100,00</b>	<b>270,05</b>		<b>100,00</b>	<b>265,00</b>	
<b>Объемный вес</b>	<b>2,59</b>		<b>2,64</b>			<b>2,67</b>			<b>2,62</b>		

Примечание: С – содержание в %, приведенное к 100%; n – количество катионов в объеме 100 кубических ангстрем; (+),(-) – привнос, вынос компонентов.

Таблица 2. Баланс вещества при образовании кварц-полевошпатовых метасоматитов по скарнам

Порода	Скарн		Измененный скарн			Кварц-полевошпатовый метасоматит		
	С	п	С	п	(+),(-)	С	п	(+),(-)
SiO <sub>2</sub>	38,11	115,76	50,11	144,94	+29,18	74,73	203,02	+58,08
TiO <sub>2</sub>	0,26	0,59	0,18	0,39	-0,20	0,12	0,25	-0,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,53	23,38	4,36	15,75	-7,63	10,97	35,13	+19,38
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,28	7,50	-	-	-7,50	-	-	-
FeO	4,91	12,47	3,03	7,32	-5,15	5,36	12,18	+4,86
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,39	0,06	0,14	-0,25	0,11	0,25	+0,11
MnO	0,54	1,39	0,05	0,12	-1,27	0,08	0,18	+0,11
MgO	0,48	2,17	-	-	-2,17	0,16	0,65	+0,65
CaO	34,35	111,79	38,49	122,07	+ 10,88	4,96	14,43	-107,64
Na <sub>2</sub> O	-	-	0,25	1,40	+1,40	2,11	11,11	+9,71
K <sub>2</sub> O	0,11	0,43	0,12	0,44	+0,01	1,06	3,67	+3,23
H <sub>2</sub> O	0,32	-	0,36	-	-	0,34	-	-
шп	10,96	*	2,99	-	-	-	-	-
<b>Сумма</b>	<b>100,00</b>	<b>275,87</b>	<b>100,00</b>	<b>292,57</b>		<b>100,00</b>	<b>280,87</b>	
<b>Объемный вес</b>	<b>3,03</b>			<b>2,88</b>			<b>2,71</b>	

Таблица 3. Температуры гомогенизации и декрипитации кварца

Вмещающая порода	Т°С декрипитации				Т°С гомогенизации			
	К-во проб	от	до	ПриР макс.	К-во проб	от	до	Сред.
Кварц-полевошпатовый метасоматит	3	340	520	435	18	266	348	308
Грейзен	2	340	420	390	31	203	365	85
Березит	5	210	430	370	14	187	309	240
Кварцевая жила	7	200	300	230	23	180	273	242

ки описаны Н.Г. Зиновьевой [5] на месторождении Тырнауз как и на Макмал внутренние зоны колонок также представлены ассоциацией кварца с плагиоклазом или ортоклазом, а ядерные части – кварцем.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты месторождения Макмал по структурно-текстурным особенностям близки с метасоматитами полиметаллических месторождений Рудного Алтая, Забайкалья и других регионов [6], где они также мелко- и тонкозернистые серого цвета, массивного, иногда порфиривого и брекчиевидного облика.

На основании геологического положения, строения метасоматической колонки, минерального и химического состава, связи с гранитной интрузией кварц-полевошпатовые метасоматиты месторождения выделяются нами в самостоятельную золотоносную кварц-полевошпатовую метасоматическую формацию.

**Месторождение Алтын-Джилгау** представляет скарны с золотым оруденением разви-

тым на контакте монцодиоритов (P<sub>1</sub>) с терригенно-карбонатными отложениями девона и карбона. В пределах рудных зон выявлены кварц-полевошпатовые метасоматиты и березиты. Кварц-полевошпатовые метасоматиты расположены в эндо- и экзоконтактной части интрузии. Они развиваются как по пироксен-плагиоклазовой околоскарновой породе, так и по скарнам [10], имеют линзообразные реже гнездовые, пятнистые формы размером до первых метров. Минеральный состав метасоматитов: кварца – 20-80%, полевого шпата – 10-60%, пироксена – 10-35%, карбоната – 5-15%, хлорита – до 5%, амфибола до 5%. По количественным соотношениям выделяется кварц-полевошпатовые, полевошпато-кварц-пироксеновые, амфибол-кварц-полевошпатовые, пироксен-кварц-полевошпатовые метасоматиты.

При образовании золотоносных кварц-полевошпатовых метасоматитов происходит замещение крупнозернистой структуры исходных пород на более мелкозернистую. Порода осветля-

ется сначала мелкими пятнами, а затем более крупными участками. Состав становится существенно кварц-плагиоклазовым с реликтами исходной породы. При более интенсивном метасоматозе формируются существенно кварцевые породы. Местами появляются мелкие прожилки (до 5 см) кварцевого состава с нерезкими границами.

### Месторождение Султан-Сары

Месторождение относится к золото-кварцевой малосульфидной формации и состоит из зон метасоматически измененных пород в пермских сиенит-порфирах, прорывающих туфогенно-терригенные толщи ордовика.

В пределах месторождения неизменные сиенит-порфиры не встречены. Слабо измененные сиенит-порфиры находятся за пределами рудных зон и на флангах месторождения. Метасоматозом затронуты минералы основной массы сиенит-порфиров, прорифровые выделения почти не изменены. По основной массе развиваются кварц, альбит, карбонат, серицит и пирит. Слабо измененные сиенит-порфиры делятся на 2 группы. В одной группе более развиты процессы альбитизации по сравнению с серицитизацией, в другой – наоборот. В обеих группах развита карбонатизация. При более интенсивных изменениях разделение на две группы метасоматитов сохраняется. Механизм замещения в двух группах происходит одинаково. Вначале замещена основная масса сиенит-порфиров, затем порфировые выделения.

В первой группе порфировые выделения ортоклаза замещаются альбитом, кварцем или только кварцем. Замещение начинается с периферии и углов порфировых выделений или по трещинам скола и спайности, завершается – образованием тонкозернистого кварц-альбитового агрегата с карбонатом, который сменяется кварц-альбитовой зоной и кварцем. Метасоматическая колонка состоит:

0 – Сиенит; 1 – Кварц, альбит, калиевый-полевошпат, серицит, карбонат; 2 – Кварц, альбит, карбонат; 3 – Кварц, альбит; 4 – Кварц.

По минеральному составу и зональности колонка характерна для формации кварц-полевошпатовых метасоматитов [2, 4, 8].

Во второй группе порфировые выделения замещаются серицитом, карбонатом, альбитом. Более внутренние зоны сложены тонкозернистым

агрегатом кварца, серицита и карбоната, которые сменяются кварц-серицитовой зоной с пиритом, а затем существенно кварцевой зоной. Кварц в ядерной части перекристаллизовывается и укрупняется. Описанные изменения характерны для березитов. В первой группе во внутренней зоне устойчив альбит, во второй – серицит.

Кварц-полевошпатовые метасоматиты занимают более глубокие и осевые части зон изменений и являются более ранними, березиты – более верхние и внешние части зон являются более поздними. Наблюдается смена кварц-полевошпатовых метасоматитов в сиенит-порфирах, березитами в песчаниках. Границей перехода служил контакт дайки с песчаниками.

Основной рудный минерал в кварц-полевошпатовых метасоматитах и березитах – пирит, который присутствует как во внешних зонах колонки, так и в промежуточных и внутренних. Единственным полезным компонентом является самородное золото. Оно тесно ассоциирует с кварцем внутренних и ядерных зон кварц-полевошпатовых метасоматитов и березитов. Температура гомогенизации флюидных включений в кварце из кварц-полевошпатовых метасоматитов от 300° до 330°C (табл. 3). Содержание золота достигает десятка, иногда сотен г/т. Пробность золота по 12 анализам от 820 до 899 ед., в среднем 848 ед. [3].

На месторождении развиты поздние кварцевые, кварц-карбонатные, кварц-баритовые, кварц-калишпатовые жилы с непромышленным золотым оруденением.

**Заключение.** Кварц-полевошпатовые метасоматиты стадии кислотного выщелачивания в постмагматическом гидротермальном процессе являются самыми высокотемпературными образованиями. Температуры формирования их находятся в пределах 310-430°C и отличие этой формации от других метасоматитов кварц-полевошпатового состава (эйситов и гумбеитов) состоит в том, что они имеют более низкую температуру образования (200-350°C) и их ядерные (центральные) зоны состоят из полевого шпата, тогда как в высокотемпературных кварц-полевошпатовых метасоматитах в ядре развит кварц.

Наиболее золотоносными являются внутренние зоны метасоматической колонки. Следует ожидать более широкого развития кварц-поле-

вошпатовых метасоматитов на других месторождениях золота. Для этого требуется детальное изучение всех метасоматитов развитых на месторождениях. Кварц-калишпатовые метасоматиты являются прямым индикатором и поисковым критерием на промышленное золотое оруденение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Власова Д.К., Жариков В.А.* Метасоматические изменения гранитоидов месторождения Майхура // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1962. № 5.-С. 27-40.
2. *Дженчураева Р.Д., Пак Н.Т.* Новый тип золотоносных метасоматитов // Доклады АН СССР, 1990. –Т. 311, № 5. –С. 1208-1211.
3. *Долженко В.Н.* Метасоматиты месторождения Султан-Сары и характер локализации в них золотого оруденения. Дисс. ... канд. геол.-мин. наук.-Фрунзе, 1968.
4. *Жариков В.А.* Кварц-полевошпатовые метасоматиты в скарновых месторождениях // ДАН СССР. 1961. Т. 138, №3. –С.671-673.
5. *Зиновьева Н.Г.* Рудоносные кварц-полевошпатовые метасоматиты скарново-щеелитовых месторождений. Автореф. канд. дис. М, 1982. – 20 с.
6. *Лапин Б.Н.* Кварц-полевошпатовые метасоматиты в рудных полях полиметаллических месторождений // Геология и геофизика. –1985, № 11. Новосибирск. – С.30-38.
7. *Некрасов Е.М.* Зарубежные эндогенные месторождения золота. М., Недра, 1988, 286 с.
8. *Пак Н.Т.* Формации рудоносных метасоматитов Чарташских гор. –Бишкек: Илим, 1992. –124 с.
9. *Пак Н.Т.* Метасоматические ряды и эволюция форм пирита на золоторудных месторождения Кыргызстана // Известия НАН КР. –2005/4.-91-97 с.
10. *Пак Н.Т., Миколайчук Г.А., Солодкова И.Н.* Метасоматиты и золотое оруденение месторождения Алтын-Джилга / Геология золоторудных месторождений Кыргызстана.-Бишкек: Илим, 2006.-94-105.
11. *Ужкенов Б.С, Бугаец А.Н.* Крупные и суперкрупные месторождения золота как аналоги при оценке металлогенического потенциала золота Казахстана. – Алматы: ?ылым, 2000. –112 с.