

УДК 553.24:553.45

ГИДРОТЕРМАЛЬНО-МЕТАСОМАТИЧЕСКИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ПРАВОУРМИЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ю.Л.ГУЛЬБИН, Е.Б.ЕВАНГУЛОВА

За последние годы в оловорудных районах Дальнего Востока выявлен ряд объектов грейзенового типа касситерит-кварцевой формации [3, 9, 12]. В одних случаях они приурочены к нижним горизонтам месторождений касситерит-силикатной формации, в других — имеют самостоятельное значение. Промышленная значимость оловосодержащих грейзенов, их минералогическо-петрохимические особенности и взаимоотношения с другими типами рудных формаций пока изучены недостаточно. В этой связи особый интерес представляет Правоурмийское месторождение, выделяющееся среди прочих оловорудных проявлений наличием на грейзены турмалиновой и хлоритовой минерализации, а также широким развитием в околорудных метасоматитах и жилах топаза и железистых слюд, что позволило Б.И.Семянюку [11] отнести эти образования к цвиттерам.

По данным В.И.Богданова и др. [1], С.А.Ефименко (1983 г.), Правоурмийское месторождение входит в состав Верхнеурмийского рудного узла, расположенного в восточном экзоконтакте одноименного гранитного массива, в области пологого погружения его кровли. Рудное поле сложено липаритовыми кристаллоинтрузивами позднемелового возраста и останцами покровов вулканокластических туфов липарит-дацитового и дацитового состава. Интрузивные образования представлены лейкократовыми биотитовыми гранитами, обнажающимися к западу от рассматриваемого участка, а в его пределах крупной (протяженностью около 9 км при мощности 50–250 м) дайкой гранит-порфиров, падающей на север под углом 30–70°. Редкометалльная минерализация сосредоточена в липаритах в зоне трещиноватости, прослеживаемой вдоль восточного бока дайки. Падение зоны северо-западное под углом 25–30°. В западной части рудовосной структуры выделено линейно вытянутое тело прожилково-метасоматической минерализации (рудное тело 1), сложенное биотит-кварц-топазовыми грейзенами, рудовосными топазовыми грейзенами и жилами, а также более поздними кварц-турмалиновыми прожилками. Рудная залежь по падению и простиранию разветвляется на серии кулис. На отдельных участках она нарушена пострудными разрывами.

По данным В.Г.Крюкова с соавторами [4], на месторождении выделяется два типа гидротермально-метасоматических образований: собственно грейзены и секущие их субмеридиональные зоны альбит-актинолит-турмалиновых метасоматитов. Грейзены характеризуются зональным строением: от осевой части к периферии рудного тела наблюдается смена метасоматитов кварц-топазовой

фации образованиями олигоклаз-цинвальдит-кварцевой и альбит-биотитовой фации. На глубоких горизонтах развиты мусковит-кварцевые фации. Несколько отличную характеристику околорудным метасоматитам дает Б.И.Семенов [II], который выделяет две ведущие фации грейзенов: внешнюю - хлорит-карбонат-серицитовую и внутреннюю - сидерофиллитовую. Вертикальная зональность выражена в смене по восставанию штоскверка топазсодержащих метасоматитов турмалиносодержащими. Формирование месторождения, по мнению этого автора, происходило в два этапа: ранний пневматолитовый, с образованием объемных сидерофиллит-кварцевых грейзенов, и пневматолитово-гидротермальный, с которым связано формирование рудоносных прожилков с касситеритом, арсенопиритом, халькопиритом.

Проведенное нами изучение гидротермально-метасоматических образований включало: 1) выделение всех типов измененных пород и установление последовательности их формирования; 2) разработку схемы формационного расчленения метасоматитов, изучение особенностей их минерального состава, стадийности и рудоносности; 3) площадное картирование выделенных формаций; 4) исследование метасоматической и рудной зональности месторождения; 5) выявление на основе полученных данных критериев поисков и оценки скрытого оруденения.

При выделении метасоматических формаций учитывались: возрастные соотношения гидротермалитов, закономерная смена внутри формаций высокотемпературных метасоматитов низкотемпературными, объемных метасоматитов - околосильными и жилами, наличие полного проявленного цикла кислотно-щелочной эволюции, резкая перестройка структур при переходе от одной формации к другой. В пределах формаций выделялись (с использованием общепринятых критериев [2, 7]) стадии минерализации, отражающие прерывистый характер метасоматических процессов. Картирование гидротермалитов проводилось с учетом их широкой распространенности во всех типах пород и включало изучение, наряду с телами полного проявления метасоматитов, обширных зон слабых изменений [6]. Особое внимание обращалось на полигенность и полихронность изучаемых пород, обусловленные пространственным совмещением разновременных и разностадийных минеральных ассоциаций. В общей сложности на месторождении выделено четыре метасоматические формации: биотит-пропилитовая, "серицитовая", грейзеново-турмалин-хлоритовая и березитовая (см. таблицу). Их размещение контролируется сетью субширотных и субмеридиональных разрывных структур раннего заложения (рис. I). К структурам первого типа относятся надвиги, развитые в височем и лежащем боках дайки гранит-порфиров, а также пологопадающие зоны трещиноватости в липаритах. К структурам второго типа - протяженные разрывные нарушения северо-западного и близмеридионального простирания, делящие рудное поле на серии блоков.

Биотит-пропилитовая формация. Дорудные гидротермально-метасоматические образования повсеместно распространены в пределах месторождения и характеризуются резким преобладанием региональных метасоматитов над локальными, темноволнистых минералов над лейко-

Гидротермально-метасоматические образования Правозуринского месторождения

Метасоматическая формация	Стадия минера- лизации	Соотношения метасома- титов и жид					Минералы	
		МОБ	МОЖ	ЖМ	ЖВ	ЗД	породообра- зующие	рудные
Биотит-пропили- товая (дорудная)	Биотитовая	++			-	-	<u>Биотит, кварц,</u> хлорит, сери- цит, апатит, калишпат	Ильменит
	Актинолитовая	+			+	-	<u>Актинолит,</u> <u>биотит, альбит,</u> кварц, хлорит, серицит (кали- шпат)	Ильменит, пирротин
	Эпидотовая	+			+	-	<u>Эпидот, кварц,</u> <u>клиноцоизит,</u> актинолит, хлорит, сери- цит	<u>Пирит,</u> пирротин
	Хлорит-карбо- натная	-	+		++	+	<u>Хлорит, кварц,</u> серицит, флюо- рит, кальцит	<u>Пирит,</u> <u>халькопирит</u>
Серицитовая (предрудная)	Биотит-серици- товая	++	+	+	-	-	<u>Биотит, сери-</u> <u>цит, кварц,</u> мусковит, флюорит, хло- рит	Пирит
	Серицитовая	+	++	++	+	-	<u>Серицит, мус-</u> <u>ковит, кварц,</u> флюорит, хло- рит, кальцит	Пирит
Грейзеново- турмалин- хлоритовая (рудная)	Биотит-кварц- топазовая (грейзеновая)	+++	++	++	+	-	<u>Биотит, кварц,</u> <u>топаз, флюо-</u> <u>рит, мусковит,</u> серицит (хло- рит, альбит, калишпат)	<u>Касситерит,</u> <u>арсенопирит,</u> вольфрамит, молибденит, самородный висмут, висму- тин (пирит)
	Турмалиновая	-	+	++	-	+++	<u>Турмалин,</u> кварц	<u>Халькопирит,</u> борнит, станно- идит, моусонит (виттихенит, тетраэдрит)
	Хлорит-серици- товая	-	+	++	++	+	<u>Хлорит, сери-</u> <u>цит, кварц,</u> мусковит, флюорит	Халькопирит, сфалерит, га- ленит
	Флюорит-карбо- натная	-	-	+	+++	+	<u>Кальцит,</u> <u>флюорит,</u> кварц, хло- рит (цеолит)	Антимонит
Березитовая (пострудная)	Эпидотовая	-	+	+	++	++	<u>Эпидот, хло-</u> <u>рит, кварц,</u> клиноцоизит (альбит)	

Метасоматическая формация	Стадия минера- лизации	Соотношения метасома- титов и жил					Минералы	
		МОБ	МОЖ	ЖМ	ЖВ	ЗД	породообра- зующие	рудные
Березитовая (пострудная)	Хлорит-сери- цитовая			+	+	++	<u>Хлорит, сери- цит, кварц, мусковит, флюорит</u>	Арсенопирит (пирит, халькопирит)
	Карбонатная		+	-	+	+++	<u>Кальцит, цеолит, пре- нит, кварц, хлорит, флюо- рит</u>	

Примечание. В таблице указаны: широко распространенные (+++), часто встречающиеся (++) , редко встречающиеся (+) и нехарактерные типы (-) объемных (МОБ) и околожильных (МОЖ) метасоматитов, жил метасоматических (ЖМ) и жил выполнения (ЖВ), зон дробления (ЗД). Подчеркнуты ведущие минералы, в скобках приведены редко встречающиеся минералы.

кратсвыми и преимущественным развитием ильменита и пиррстина среди рудных минералов. По устойчивым минеральным ассоциациям метасоматитов и взаимоотношениям соответствующих им жильных образований выделены четыре стадии формирования пород биотитит-пропилитовой формации: 1) биотитовая; 2) актинолитовая; 3) эпидотовая; 4) хлорит-карбонатная (см. таблицу).

Образования биотитовой стадии представлены главным образом регио-
нальными метасоматитами, имеющими широкое площадное развитие. Количество новообразованных минералов, как правило, не превышает 12 %. По основной массе эффузивов развивается мелкочешуйчатый биотит ($M_3 = 1,660$), кварц, реже хлорит; по вкрапленникам полевых шпатов - серицит. На участках интенсивной биотитизации отмечаются сегрегационные обособления, шпиль и метасоматические просечки (1-5 мм) преимущественно биотитового и кварц-биотитового состава с устойчивой последовательностью минералобразования (биотит → хлорит → серицит → кварц). Апогранитные метасоматиты отличаются от апоэффузивных обилием мономинеральных биотитовых скоплений, гнезд и шпиль размером 3-10 мм, иногда до 5 см.

В актинолитовую стадию, наряду с региональными, более широкое развитие получают локальные метасоматиты, в которых количество новообразованных минералов колеблется от 20 до 90 %. Обычно они фиксируются в пределах линейных зон мощностью от первых метров до первых десятков метров, приуроченных к крутопадающим разрывным нарушениям субмеридионального и северо-западного простирания. В этих зонах отмечаются многочисленные жилы и прожилки (0,1-2 см), часто образующие густой штокверк. Метасоматиты и жилы актинолитовой стадии занимают секущее положение по отношению к образованиям биотитовой стадии. Для слабо проявленных метасоматитов характерна рассеянная вкрапленность актинолита, незначительное окварцевание и альбитизация исходных пород. В сильно и полно проявленных разностях в значитель-

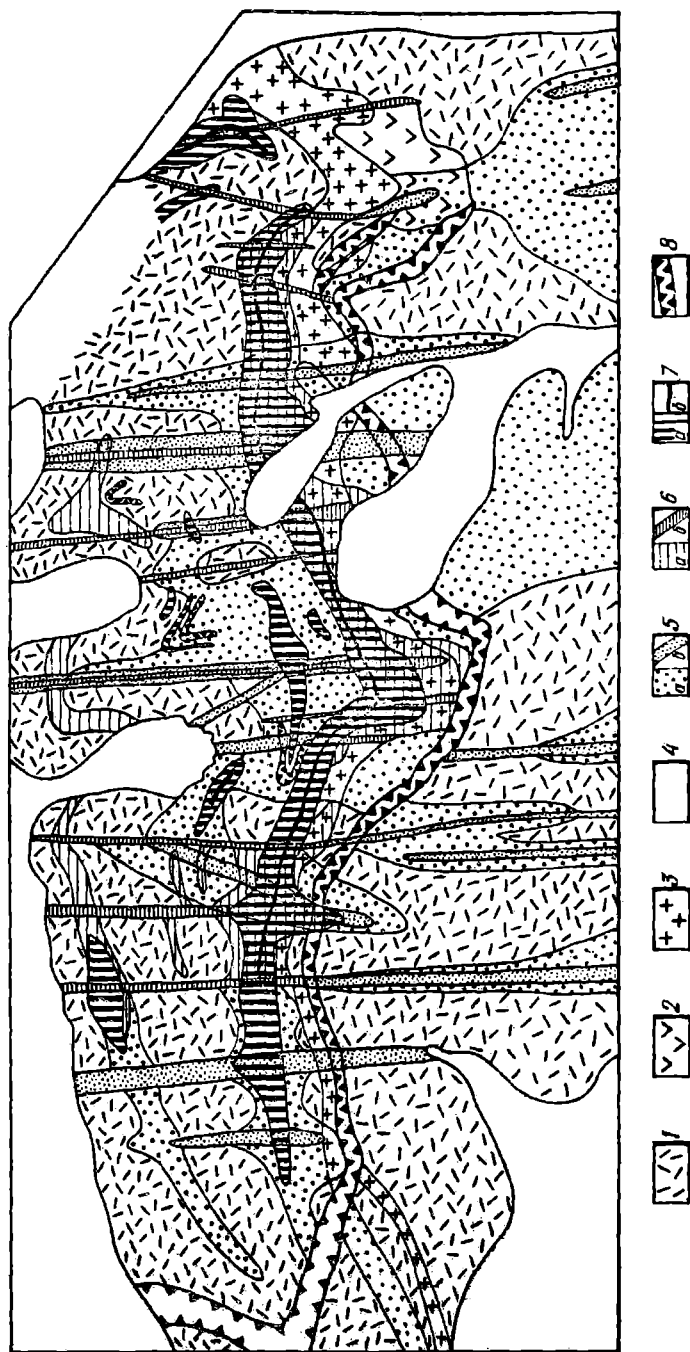


Рис.1. Схема размещения гидротермально-метасоматических образований Правосурмынского месторождения (составили Ю.Л.Гульбиц, Е.Е.Евандулова, Г.Т.Скублов при участии В.И.Алексеева, Ю.Б.Марина, Д.В.Никитина и А.В.Путинцева)

1-4 - вмещающие породы: 1 - диоритовые кристаллонимбрииты, 2 - туфы диоритов, 3 - гранит-порфиты, 4 - четвертичные отложения;

5-8 - гидротермально-метасоматические образования формаций: 5 - биотит-пропитанитовой (а и б - слабо и сильно проявленные), 6 - серпентитовой (а и б - слабо и сильно проявленные), 7 - грейзопово-турмалин-хлоритовой (а и б - слабо и сильно проявленные), 8 - березитовой

всем количестве присутствуют сегрегационные обособления, пятна, линзы и метасоматические жилы существенно актинолитового, актинолит-биотитового и актинолит-кварцевого состава. Большим разнообразием отличаются текстуры изучаемых пород, среди которых наиболее распространены линзовидные, шпировые, пятнистые и прожилково-вкрапленные.

Гидротермально-метасоматические образования эпидотовой стадии представлены слабо проявленными региональными метасоматитами, а также прожилками и зонами дробления существенно эпидотового состава, тяготеющими к участкам развития локальных метасоматитов актинолитовой стадии. Среди новообразованных минералов резко преобладают эпидот, клиноцоизит и кварц, развивающиеся по вкрапленным полевым шпатам или образующие крупные (3-8 мм) неправильной формы сегрегационные обособления, окруженные зонами интенсивного окварцевания.

Метасоматические образования заключительной хлоритовой стадии представляют собой локальные участки интенсивной хлоритизации, метасоматического окварцевания и слабой карбонатизации среди полно и сильно проявленных метасоматитов актинолитовой и эпидотовой стадий. Более широко они распространены на восточном фланге месторождения. Здесь встречены сильно проявленные региональные метасоматиты, содержащие мелкочешуйчатый хлорит, зеленый биотит и спорадически отмеченные гнезда флюорита и карбоната, прожилки и зоны дробления (1-2 мм) кварц-хлоритового, существенного кварцевого или карбонатного состава.

Анализ закономерностей пространственного распространения биотитит-пропилитовых метасоматитов различных стадий показывает, что в пределах месторождения отчетливо проявлена региональная метасоматическая зональность, выраженная в закономерной смене с запада на восток биотитовых метасоматитов актинолитовыми, эпидотовыми и хлорит-карбонатными. Границы между метасоматическими зонами постепенные и, предположительно, погружаются на восток под углом 10-15°. Региональная зональность усложняется за счет многочисленных протяженных зон локальных метасоматитов близмеридионального простирания, среди которых преобладают образования актинолитовой и эпидотовой стадий.

С е р и ц и т о в а я ф о р м а ц и я . Предрудные образования представлены локальными метасоматитами и жилами, получившими наибольшее развитие в центральной части месторождения, где они приурочены к меридиональным структурам, контролирующим размещение сильно проявленных метасоматитов биотитит-пропилитовой формации. Метасоматиты описываемой формации занимают секущее положение по отношению к пропилитам и рассекаются жилами грейзеновой формации (рис.2).

Формирование метасоматитов происходило в две стадии: 1) биотит-серицитовую; 2) серицитовую. Породы биотит-серицитовой стадии слагают зоны мощностью до 2 м, в пределах которых вмещающие породы подвергаются интенсивной биотитизации. Кроме биотита в значительном количестве в них отмечаются кварц, серицит, реже хлорит и флюорит. В осевой части зон развиваются маломощные (1-3 см) прожилки существенно кварцевого состава.



Рис.2. Взаимоотношения метасоматитов биотитит-пропилитовой, серицитовой и грейзеново-турмалин-хлоритовой формаций

1 - пропилитизированные липариты; 2 - серицит-хлоритовые метасоматиты; 3 - кварц-серицитовые метасоматиты; 4 - метасоматические биотитовые прожилки с сульфидами; 5 - топаз-кварцевые прожилки с околожильной грейзенизацией; 6 - кварц-флюоритовые прожилки; 7 - карбонатные прожилки; 8 - трещины тектонические

Образования серицитовой стадии занимают секующее положение по отношению к метасоматитам биотит-серицитовой стадии и отличаются от них существенно мусковит-кварцевым составом. В пределах зон развития метасоматитов серицитовой формации наблюдается отчетливо выраженная зональность. В осевых частях зон отмечается густая сеть субпараллельных крутопадающих жил (1-20 см) мусковит-кварцевого состава, иногда с молибденитом. Они сопровождаются полно проявленными кварц-мусковитовыми и монокварцевыми метасоматитами с обильным флюоритом. При удалении от осевых частей зон прожилки выполаживаются и число их резко сокращается. Одновременно уменьшается интенсивность околожильных изменений, кварц-мусковитовые метасоматиты сменяются кварц- и хлорит-серицитовыми. Сравнительно ограниченная распространенность пород серицитовой формации и отсутствие среди них образований позднещелочной стадии не исключает возможности стнесения этой группы метасоматических образований к грейзеновой формации в качестве предрудной серицитовой стадии.

Грейзеново-турмалин-хлоритовая формация. Формирование рудоносных метасоматитов и жил происходило в четыре стадии (см. таблицу). Вся касситеритовая минерализация связана с биотит-кварц-топазово- (грейзено-) стадией, в рамках которой условно выделяется три подстадии. В биотитовую подстадию возникли объемные метасоматиты биотит-топаз-кварцевого состава, образующие плитообразные тела мощностью 5-25 м, залегающие согласно с ослабленной тектонической зоной. Кварцевая подстадия включала формирование кварцевых и топаз-кварцевых грейзенов в виде уплощенных по вертикали тел приблизительно линзовидной формы с размерами в плане первые десятки метров. В топазовую подстадию образовалась прерывчатая минерализация, несущая основную часть промышленного оловянного оруденения. Наиболее продуктивная часть штокерка совпадает с областью развития объемной грейзенизации и представлена серией крутопадающих прожилков, залегающих согласно с общим простиранием минерализованной зоны. В поперечном сечении рудного тела наблюдаются постепенные переходы крутопадающих прожилков в пологопадающие, что обусловлено флексуриформным изгибом трещин отдельности в липаритах. Средняя мощность прожилков 5-10 см, они характеризуются сложной морфологией и сложены крупнокристаллическим топазом, подчиненное значение имеют кварц, флюорит, рудные минералы.

С турмалиновой стадией связано развитие многочисленных разноориентированных малоомощных прожилков турмалин-кварц-сульфидного состава, пересекающих ранее образованные метасоматиты и жилы. В особый тип выделяются мощные (20-40 см) жилы дробления, выполняющие пологие протяженные трещины сколового типа в осевых частях тел кварцевых грейзенов. Следующая, хлорит-серицитовая, стадия включала образование тонких ветвящихся хлорит-серицит-мусковитовых прожилков и зон дробления, сопровождающихся хлоритизацией и серицитизацией грейзенов. Заключительная, флюорит-карбонатная, стадия представлена единичными флюорит-кварц-карбонатными прожилками.

Образование большей части околорудно-измененных пород предшествовало формированию рудоносного штокерка. Как правило, грейзены характеризуются мелкозернистым строением и хорошо сохраняют структурно-текстурные особенности исходных вулканитов. Наиболее распространены биотитсодержащие разновидности, сложенные тонкозернистым (0,03-0,1 мм) биотит-кварцевым агрегатом струйчатой текстуры с вкрапленностью флюорита и топаза. Биотит представлен субизометричными чешуйками светло-коричневого цвета со слабым плекхризмом. По своим оптическим свойствам ($N_g = 1,630-1,635$, $-2V = 10-14^\circ$) он соответствует сидерофиллиту [5]. Содержание топаза варьирует в широких пределах, обычно он мелкозернистый, замещает кварц и биотит. Кварцевые и топаз-кварцевые грейзены резко отличаются от биотититов светлыми тонами окраски, несколько большей крупнозернистостью, полным отсутствием биотита. Контакты между двумя типами пород резкие (могут наблюдаться в пределах отдельного штуфа). В связи с образованием прожилков отмечается перекристаллизация исходных мелкозернистых пород, сопровождающаяся появлением рассеянной вкрапленности рудных минералов. Особенно интенсивно этот процесс проте-

кал в пределах тел кварцевых грейзенов, где широко развиты жильноподобные, часто неправильной формы обособления, сложенные крупнокристаллическим топазом с обильным касситеритом.

Большая часть рудных прожилков имеет отчетливо метасоматическое происхождение, что подчеркивается отсутствием зональности в составе жильного выполнения. Последовательность минералообразования: мусковит → биотит → топаз → вольфрамит → касситерит → берилл^х → кварц → флюорит → арсенопирит. Следует особо отметить, что арсенопирит кристаллизуется с заметным отрывом от основной редкометальной ассоциации, часто образуя мономинеральные субпрожилковые выделения, замещающие топаз и касситерит.

Поздние этапы (турмалиновая и серицит-хлоритовая) характеризуются резким преобладанием прожилковой минерализации над объемными метасоматитами. По способу образования прожилки чаще всего относятся к двум типам: замещения и дробления. Очень характерны также зоны брекчирования в кварцевых грейзенах. С прожилками связано проявление в грейзенах обильной вкрапленности турмалина, серицита, хлорита, поздних сульфидов. Полно проявленные метасоматиты турмалинового, хлоритового или серицитового состава относительно редки. Чаще других встречаются мономинеральные турмалиниты – сильно пористые породы черного цвета, сложенные мелкоигльчатым турмалином, замещающим кварц и топаз. По составу турмалин относится к сильно железистой разновидности шерл-дравитового ряда ($N_0 = 1,670$; $N_e = 1,638$).

Зональность метасоматитов проявлена по-разному, но сохраняет черты подобия. Микрозональность обусловлена широким развитием в грейзенах реликтовых структур исходных вулканитов. Примером служат топаз-кварцевые грейзены, сложенные микрогранобластовым кварцевым агрегатом, в котором отмечаются реликтовые вкрапленники вулканического кварца и мелкозернистые топаз-флюоритовые скопления, повторяющие очертания порфировых выделений полевых шпатов. Фациальная зональность наиболее отчетливо проявлена в пределах околожильных изменений, сопровождающих рудные прожилки биотит-кварц-топазовой стадии в неизменных липаритах. Мощность зон околожильных грейзенов колеблется от 1–2 до 8–10 см и более. Последовательность их формирования можно представить в виде метасоматической колонки:

Номер зоны	Исходная порода и ее измененные разности	Минеральные ассоциации
0	Липарит	Кв + Кш + Пл + Бт
	Серицитизированный липарит	Кв + Кш + Аб + Срц + Бт
2	Кварц-серицитовый грейзен	Кв + Срц + Фл
3	Кварц-биотитовый грейзен	Кв + Бт + Фл + Тп
4	Топаз-кварцевый грейзен	Кв + Тп + Фл

Примечание. Кв – кварц; Кш – калиевый полевой шпат; Пл – плагиоклаз; Аб – альбит; Бт – биотит; Срц – серицит; Фл – флюорит; Тп – топаз.

^х Встречается крайне редко, является аксессуарным минералом.

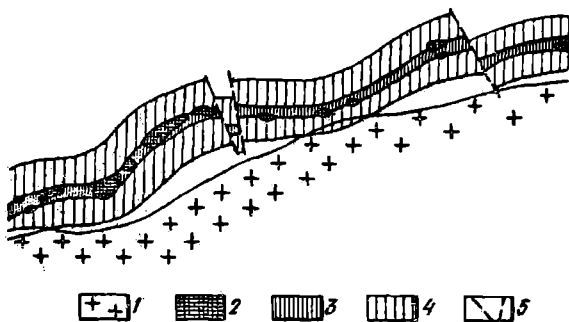


Рис.3. Схема метасоматической зональности рудного тела 1 — дайка гранит-порфиров; 2 — топаз-кварцевые грейзены; 3 — биотит-топаз-кварцевые грейзены со штокверком топазовых прожилков; 4 — пологие биотит-топазовые прожилки с околожильной грейзенизацией в слабо измененных липаритах; 5 — разрывные нарушения

тах (рис.3). Пологие прожилки продуктивной стадии характеризуются фациальной изменчивостью по простиранию. При удалении от рудной зоны в них исчезает топаз и касситерит, уменьшается мощность зоннок околожильных изменений. В плоскости рудной зоны снизу вверх происходит закономерная смена кварц-мусковитовой ассоциации (подрудные горизонты) рудноосновными биотит-топаз-кварцевыми и топаз-кварцевыми грейзенами (рудные горизонты) и слабо оруденелыми серицит-биотит-кварцевыми и серицит-кварцевыми метасоматитами (надрудные горизонты). Границы между метасоматическими зонами постепенные. Метасоматиты и жилы поздних стадий минерализации (турмалиновой, серицит-хлоритовой и флюорит-карбонатной) занимают более высокое гипсометрическое положение по сравнению с грейзенами и тяготеют к верхнерудным и надрудным уровням рудных тел. Рудная зональность обусловлена сменой по восстанию минерализованных тел ранней редкометальной ассоциации более поздними медно-оловянной и полиметаллической ассоциациями. В обобщенном виде ряд зональности имеет следующий вид: молибденит, вольфрамит → касситерит, арсенопирит → халькопирит, станноскит → сфалерит, галенит. Касситерит, являясь главным рудным минералом, встречается в виде тонкой вкрапленности в околожильных кварц-мусковитовых грейзенах подрудных горизонтов, тесно ассоциирует с топазом в составе жил и объемных грейзенов продуктивных горизонтов, отмечается в связи с флюорит-кварцевыми метасоматитами в надрудных горизонтах.

Наименее изученной остается продольная зональность рудной зоны. С запада на восток на дневную поверхность выходят биотит-топаз-кварцевые метасоматиты с касситеритом (рудное тело 1), сменяющиеся слабо оруденелыми биотит-серицитовыми метасоматитами (рудное тело 2). На восточном фланге структуры характер минерализации сохраняется при повышенном количестве поздних сульфидов (сфалерита, галенита). Наблюдаемая зависимость объясняется различной степенью эродированности измененных участков и общим погружением рудной залежи в восточном направлении.

В целом последовательность процессов околожильной грейзенизации соответствует порядку кристаллизации минералов в жилах.

Вкост простирания рудной зоны наблюдается зональность, связанная со сменой объемных грейзенов, вмещающих рудноосновный штокверк, околожильными грейзенами, сопровождающимися участками прожилкования в слабо измененных липаритах

Березитовая формация. Пострудные гидротермально-метасоматические образования приурочены к лежащему экзоконтакту дайки гранит-порфиров, где они слагают мощную (20–40 м) надвиговую зону субширотного простирания (аз.пад. $315-355^{\circ}$, угол $20-40^{\circ}$). Многочисленные мало-мощные пологие, реже крутопадающие зоны березитизации отмечаются также в северной части рудного поля. Среди метасоматитов березитовской формации выделяются слабо и полно проявленные разновидности, при этом интенсивность изменения пород прямо пропорциональна количеству в них прожилков. Слабо проявленные метасоматиты представляют собой породы с зонами (0,5–2 см) околосильных изменений с осевыми прожилками кварц-серицит-хлоритового и хлорит-карбонатного состава. На участках ступенчатости прожилков в породах наблюдаются зоны дробления и более интенсивной березитизации. При увеличении числа прожилков на 1 м до 50 и более породы почти нацело изменены до образования кварц-серицит-хлорит-карбонатного агрегата с подчиненным количеством мусковита, флюорита и арсенопирита. Здесь же отмечаются многочисленные зоны подробленных и рассланцеванных пород. По минеральному составу среди прожилков резко преобладают хлоритовые и карбонатные, реже отмечаются хлорит-серицитовые, кварц-хлоритовые и эпидот-хлоритовые, которым подчинены пренит-цеолитовые прожилки. Имеющиеся данные о последовательности минералообразования (эпидот → хлорит → серицит → мусковит → кварц → флюорит → пренит → цеолит → карбонат) и об отчетливо сменяющихся взаимоотношениях различных прожилков, позволяют с известной долей условности в пределах березитовой формации выделить три стадии: 1) эпидотовую; 2) хлорит-серицитовую; 3) карбонатную.

Выводы

1. На месторождении установлены гидротермально-метасоматические образования четырех формаций: биотитит-пропилитовой, серицитовой, грейзеново-турмалин-хлоритовой и березитовой. Их размещение контролируется протяженными разрывными нарушениями субширотного и близмеридионального простирания.

2. Для образований дорудной биотитит-пропилитовой формации, имеющих широкое площадное развитие, отмечается латеральная зональность, обусловленная последовательной сменой с запада на восток (при удалении от гранитного массива) метасоматических зон биотитового, актинолитового, эпидотового и хлорит-карбонатного состава. Сходная по типу зональность в настоящее время известна на многих оловянных месторождениях [8, 10 и др.], при этом особо подчеркивается частая приуроченность продуктивного оруденения к верхней границе зоны объемных биотититов.

3. Вся промышленная оловянная минерализация на месторождении связана с метасоматитами грейзеново-турмалин-хлоритовой формации, причем участки с наиболее богатым оруденением характеризуются максимальным развитием процессов метасоматических изменений. Сложный, прерывистый характер рудного процесса обусловил совмещенный пульсационный тип зональности и нало-

жение на грейзены метасоматитов и жил турмалинового и серицит-хлоритового состава. Тесная связь касситерита с топазом и слабая оловянистость поздних стадий минерализации указывают на важную роль фтора в процессе рудообразования.

4. Выявленные закономерности размещения, состава и строения рудных зон (приуроченность оловянистой минерализации к участкам пересечения субширотных и близмеридиональных разрывов с наибольшей проявленностью метасоматических изменений, а также к контакту ранних биотитовых и эпидот-актинолитовых метасоматитов, смена по восстанию рудных тел оловянистых биотит-топаз-кварцевых грейзенов безрудными кварц-серицитовыми и турмалиновыми метасоматитами, редкометалльного оруденения – медно-оловянным и полиметаллическим, широкое развитие в околорудных ореолах кварцевых прожилков с биотит-серицитовыми оторочками) могут служить основой для прогнозирования скрытого оруденения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов В.И., Кокорин А.М., Коростелев П.Г. и др. Вещественный состав и условия образования Правоурмийской зоны. В кн.: Минералогия и геохимия месторождений. Владивосток, изд. ДВНЦ АН СССР, 1979, с. 36–51.
2. Зональность гидротермальных рудных месторождений. М., Наука, 1974, Т. 1. 296 с.
3. Ивакин А.Н., Левшук А.Е., Орловский В.В. и др. Олово-вольфрамовое оруденение порфирового типа в Приморье. – Разведка и охрана недр, 1985, 8, с. 22–26.
4. Крюков В.Г., Шербак Л.И., Гроздецкая Г.А. Оловянистые грейзены Баджала. В кн.: Металлогения олова и вольфрама Дальнего Востока. Владивосток, изд. ДВНЦ АН СССР, 1983, с. 176–186.
5. Лапидес И.Л., Коваленко В.И., Коваль П.В. Слюды редкометалльных гранитоидов. Новосибирск, Наука, 1977. 104 с.
6. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований / Е.В. Плущев, О.П. Ушаков, В.В. Шатов, Г.М. Беляев. Л., Недр, 1981. 262 с.
7. Прогнозирование скрытого оруденения на основе зональности гидротермальных месторождений. М., Наука, 1976. 288 с.
8. Размахнин Ю.Н., Размахнина Э.М. Систематика, зональность и металлогеническое значение метасоматитов оловянистых полей Сяхотэ-Алиня. – Геология рудных месторождений, 1973, 15, с. 52–63.
9. Родионов С.М., Шапенко В.В. Структуры локализации и генезис олово-вольфрамовых месторождений Центрального Сихотэ-Алиня. – Геология рудных месторождений, 1984, т. 26, № 1, с. 22–30.
10. Русянов В.Л., Тихомиров В.С. Новые данные о вертикальной зональности в прожилках. В кн.: Проблемы вертикальной метасоматической зональности. М., Наука, 1982, с. 60–74.
11. Семеняк Б.И. О „цвиттерах“ Верхнеурмийского рудного узла. – В кн.: Рудные месторождения Дальнего Востока. Владивосток, изд. ДВНЦ АН СССР, 1983, с. 20–25.
12. Финашин В.К. О глубинной минерализации оловянистых месторождений Кавалеровского района. – В кн.: Рудные месторождения Дальнего Востока. Владивосток, изд. ДВНЦ АН СССР, 1983, с. 3–11.