

УДК 551.263:552.12(571.65)

## ОЛОВО-ПОРФИРОВАЯ ФОРМАЦИЯ ПРИКАРАМКЕНЬЯ (геолого-структурные и минералогические особенности)

*Н. Е. Савва<sup>1</sup>, И. А. Брызгалов<sup>2</sup>, Е. Э. Тюкова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: savva@neisri.ru

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, г. Москва

Показана пространственная и генетическая связь оловянного и золото-теллуридно-висмутового оруденения Прикарамкенья с интрузиями гранодиоритов, аналоги которых, по геофизическим данным, залегают в основании Карамкенской вулканоструктуры и, возможно, являются ее корневыми частями. Они образуют совместно с вулканитами, вмещающими золото-серебряное оруденение, вулcano-плутонические комплексы. Предполагается, что эти комплексы способствуют пространственному совмещению указанных типов оруденения и в целом формируют олово-порфировую рудную формацию, которая придает определенную минералого-геохимическую специфику золото-серебряным рудам месторождения Карамкен. Приводятся новые данные по оловоносности и теллуридно-висмутовой минерализации территории.

**Ключевые слова:** рудная формация, минеральная ассоциация, золото-серебряные месторождения.

### ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящего исследования – привлечь внимание геологов к территории Прикарамкенья, объединяющего ряд разрозненных, но сближенных в пространстве золото-серебряных месторождений и рудопроявлений в Карамкенский рудный район. Возможно, на основании полученных минералого-геохимических фактов появятся предпосылки для пересмотра геолого-структурного положения Прикарамкенья и его металлогенической специализации. В конечном итоге это позволит изменить подход и к поисково-оценочным работам на этой перспективной территории.

К типоморфным признакам олово-порфировой формации относятся: тесная связь оловянного оруденения с субвулканическими телами порфировых пород кислого состава и эксплозивных брекчий (вулcano-плутоническая ассоциация), присутствие оловоносного турмалинового ядра в зоне кварц-серицитовых изменений или зон кварц-хлоритовых изменений с высокими содержаниями касситерита, а также существенное развитие пиритизации во внешнем ореоле (Родионов, 1984; Mitchell, Garson, 1972; Oyarzun, Frutos, 1975; Silitoe et al., 1975; Turneare, 1971). Рудные тела прожилково-вкрапленного типа на порфировых месторождениях характеризуются сложной морфологией и вы-

деляются по результатам опробования. На территории Прикарамкенья, традиционно считавшейся рудным районом с золото-серебряной минерализацией (Карамкен, Финиш, Утесное и др.), для ряда объектов установлены черты олово-порфировой формации, а среди мелких месторождений в обрамлении Арманской вулcano-тектонической структуры присутствуют и их типичные представители (Кандычан, Хета).

Вулcano-плутонические аппараты олово-порфирового типа с турмалиновым ядром установлены нами в Прикарамкенье на левом и правом бортах руч. Живописный и на водоразделе руч. Карамкенский – Живописный в околотрузивной зоне гранодиоритов, а с турмалиновым ядром и оловоносными серицит-хлорит-кварцевыми метасоматитами, несущими касситеритовую минерализацию, – на известном рудопроявлении Угрюмый.

Наиболее изученным на описываемой территории является золото-олово-серебряное месторождение Карамкен, к настоящему времени в значительной степени отработанное как золото-серебряное (Брызгалов, 2001). Мы рассмотрим специфику минералого-генетических особенностей месторождений и рудопроявлений, обрамляющих золото-олово-серебряное месторождение Карамкен. Среди них известны как золото-серебряные, так и олово-серебряные. Последние обычно со-

проводятся золото-теллуридно-висмутовой минерализацией. Отметим, что повышенные концентрации висмута характерны и для типичных олово-серебро-порфировых месторождений Кандычан и Хета (в шлиховых ореолах Хеты встречены самородки висмута массой до 3 кг) (Серебро..., 1989).

Площадь распространения рудопоявлений в радиусе примерно 10–15 км вокруг Карамкена названа Прикарамкеньем (рис. 1). Интересно, что геохимическая специализация вмещающих пород этой территории не только оловянная, но и в некоторой степени медно-молибденовая, а ее необычная металлогения и минералого-геохимические черты во многом связаны с особенностями глубинного строения, геодинамикой и приуроченностью к границе континентального и переходного тектоносферных блоков (Кабак, 1988, 1993).

### ГЕОЛОГО-СТРУКТУРНАЯ ПОЗИЦИЯ ПРИКАРАМКЕНЬЯ

Площадь Прикарамкенья является составной частью Центрально-Охотского района в Охотско-Чукотском вулканогенном поясе (ОЧВП) и находится на сочленении различных по глубинному

строению блоков земной коры – Верхне-Арманской вулcano-тектонической депрессии с Магадан-Хасынским поднятием, разделенных Карамкено-Утесинской зоной разломов (Еремин, 1974). Основные структурные элементы – Арманское и Ольское вулканические поля – наложены на складчатые структуры Адыча-Бохапчинской зоны, являющейся юго-восточным флангом Яно-Колымской складчатой области.

Геофизическими работами в поле силы тяжести здесь выделены два крупных блока, разделенных широтной линейной зоной высоких горизонтальных градиентов, которая по  $\Delta g$  соответствует Главному разлому (Шило, Ващилов, 1979). Он разделяет вулканический пояс на внешнюю и внутреннюю, или материковую и приокеаническую, зоны. В северной части от разлома располагаются области с пониженными значениями аномалий гравитационного поля, характерные для земной коры континентального типа, а в южной, вдоль побережья Охотского моря, проходит полоса интенсивных положительных аномалий магнитного поля, связанная с пониженной мощностью коры и ее базификацией вследствие увеличения мощности базальтового слоя (Кабак, 1993).

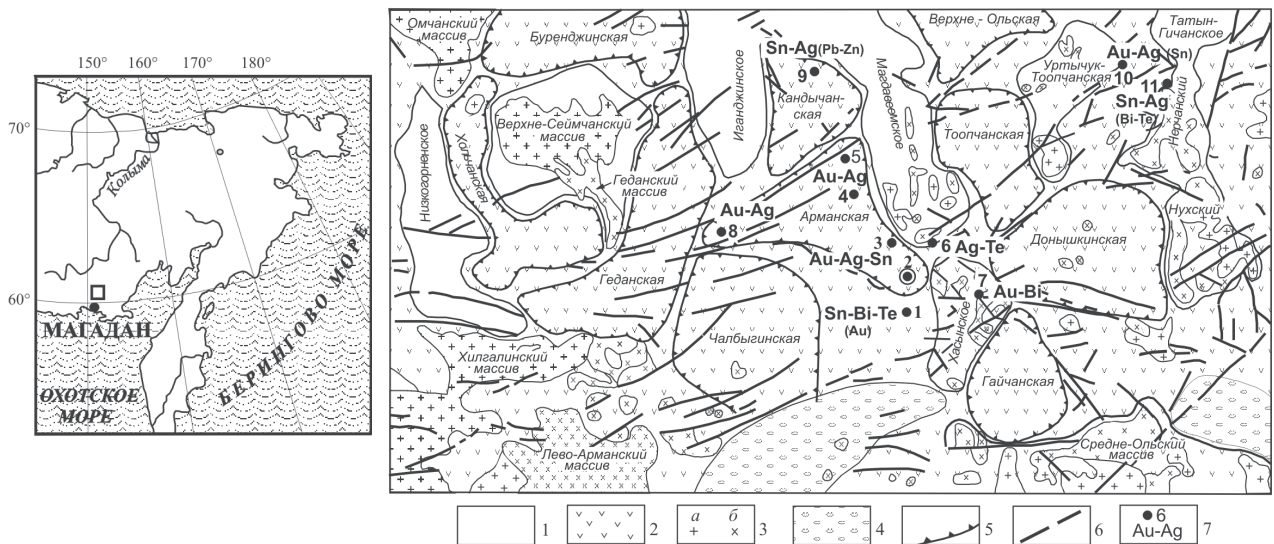


Рис. 1. Тектоническая схема Прикарамкенья (составлена Р. А. Ереминым (1974) по материалам Ю. Г. Кобылянского, В. В. Закандырина, В. Н. Юдиной с добавлениями авторов. На врезке – географическое положение территории): 1 – терригенные отложения верхоянского комплекса; 2 – вулканогенные образования мелового возраста; 3 – интрузивные породы: а – граниты, гранит-порфиры, б – гранодиориты, гранодиорит-порфиры; 4 – неотектонические впадины; 5, 6 – границы вулcano-тектонических депрессий (5) и горстообразных поднятий (6); 7 – месторождения, рудопоявления, их геохимическая специализация и номера: 1 – Живописный, 2 – Карамкен, 3 – Аган, 4 – Финиш, 5 – Утесное, 6 – Ущельное, 7 – Валун, 8 – Мшистое, 9 – Кандычан, 10 – Колхида, 11 – Угрюмый

Fig. 1. A schematized tectonics of Karamken Area (developed by R. A. Eryomin, 1974, according to Yu. G. Kobylyansky, V. V. Zakandyrin and V. N. Yudina; the comments of the authors are included. The area location is shown on the inset map). 1 – terrigenous rocks of Verkhoyanje Formation; 2 – Cretaceous volcanics; 3 – intrusive rocks: a – granite, porphyry granite, б – granodiorite, porphyry granodiorite; 4 – neotectonic depressions; 5, 6 – the limits of volcanotectonic depressions (5) and horst-shaped uplifts (6); 7 – mineral deposits and occurrences, their geochemical profiles and numbers: 1 – Zhivopisny, 2 – Karamken, 3 – Agan, 4 – Finish, 5 – Utyosnoe, 6 – Ushelnoe, 7 – Valun, 8 – Mshistoe, 9 – Kandychan, 10 – Kolkhida, 11 – Ugryumy

Металлогеническая зональность ОЧВП, от внутренней зоны к внешней (от океана к континенту), имеет вид:  $Cu \rightarrow Mo \rightarrow Sn$ . А поскольку для Прикарамкенья установлена кора переходного типа, то по отношению к указанному ряду территория занимает промежуточное положение. В связи с этим для геохимических полей отмечаются положительные корреляции золота и серебра не только с медью, молибденом, но и с оловом. Среди проявлений рудной минерализации немало оловорудных, причем оловорудная минерализация на них носит комплексный характер и с ней пространственно сближены проявления золото-теллуридно-висмутовой и золото-серебряной минерализации, а в ореолах сульфидизации отражается медная металлогеническая специализация – часто (по распространенности) халькопирит преобладает над пиритом. На рассматриваемой площади широко развиты эпitherмальные Au-Ag месторождения и рудопроявления: Агатовское, Мишское, Карамкен, Утесное, Финиш, Ущельное, Колхида и др. (см. рис. 1). В рудах этих проявлений в различной минералого-геохимической форме и степени устанавливается оловянная и золото-теллуридно-висмутовая (редкометаллическая) минерализация, последняя постоянно сопровождается оловянную в рудах олово-порфиоровых месторождений (Oyarzun, Frutos, 1975; Silitoe et al., 1975; Родионов, 1984). Здесь же выявлены объекты с комплексной минерализацией: олово-золото-серебро-висмутовой – Угрюмое и олово-серебро-порфиоровой (висмутсодержащей и Te-Vi минерализацией) – Хета и Кандычан.

#### МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ОЛОВО-ПОРФИРОВОЙ ФОРМАЦИИ

##### Sn-Ag-Au месторождение Карамкен.

В строении Карамкенской палеокальдеры участвуют стратифицированные осадочно-вулканогенные толщи мелового возраста, прорванные пластово-трещинными интрузиями плагиигранит-порфиоров, субвулканическими телами дацитов, автомагматическими брекчиями андезитов и пострудными дайками базальтов и лампрофиоров (Очерки..., 1994). Кальдера имеет блоковое строение, обусловленное системой тектонических трещин различного порядка, характерной для кальдерных образований (рис. 2,а). Рудные тела месторождения – это зоны и системы гидротермальных жил и прожилков, которые локализованы в зонально измененных породах: от вторичных кварцитов и кварц-серицитовых метасоматитов в центре до пропилитов карбонат-хлоритовой и хлоритовой фации на флангах.

Оловянная минерализация в рудах Карамкенского месторождения представлена широким спектром минералов (в порядке распространенности): канфильдитом, станнином, касситеритом,

окартитом (Брызгалов, 1974; Очерки..., 1994). Оловорудный этап минералообразования на месторождении характеризуется наличием по крайней мере двух стадий – кварц-касситеритовой (с арсенопиритом) и станнин-сульфидной, которые существенно отличаются по физико-химическим параметрам. Последующее наложение золото-серебряного гидротермального этапа трансформировало оловоносные парагенезисы (станнин  $\rightarrow$  окартит  $\rightarrow$  канфильдит). Касситерит встречается в кварцевых прожилках и в виде включений в канфильдите, где он содержит примеси Fe, Ag, Ge, а в самородном золоте концентрации Sn достигают 0,47 мас. % (Брызгалов, 1974).

Au-Ag рудопроявление Колхида, локализованное в одноименной вулканоструктуре (см. рис. 2,б), характеризуется повышенной оловоносностью. В его строении участвуют терригенные отложения юрского возраста (алевролиты и песчаники), а также преимущественно кислые вулканогенные образования позднемелового возраста: стратифицированные андезибазальты, флюидальные риодациты, дайки риолитов и гранит-порфиоров, а также базальтовые дайки предположительно палеогенового возраста. Оруденение приурочено к разломам, ограничивающим малые интрузии гранит-порфиоров. Вмещающие породы преобразованы в кварц-гидрослюдистые метасоматиты, которые с глубиной обогащаются хлоритом, а в верхней части метасоматической колонны – цеолитами (Шило и др., 1988). Рудные тела в основном представлены карбонат-адуляр-кварцевыми и карбонат-кварцевыми жилами и зонами прожилкования. Строение руд колломорфно-полосчатое, каркасно-пластинчатое. Отмечается большое количество брекчиевых руд. Оловянная минерализация в них представлена короткопризматическими кристаллами касситерита (до 2 мм), который установлен в брекчиях в ассоциации с пиритом, пирротинном, марказитом на верхних горизонтах рудопроявления. По низкой сульфидности и текстурным признакам рудопроявление Колхида – типичный представитель малоглубинной вулканогенной формации с широким развитием карбоната в рудах. Вмещающие оруденение риодациты отличаются повышенными концентрациями олова и меди (табл. 1).

Рудопроявления Au-Te-Vi типа (золото-редкометаллического) Живописный и Валун расположены в непосредственной близости от месторождения Карамкен на юго-западном фланге Хасынского поднятия.

Au-Te-Vi рудопроявление Живописный. Его площадь сложена вулканогенными образованиями среднего состава раннемелового возраста, прорванными штокообразными телами диоритов, гранодиоритов и риолитов позднемелового возраста. Выходы этих тел зафиксированы на лево- и

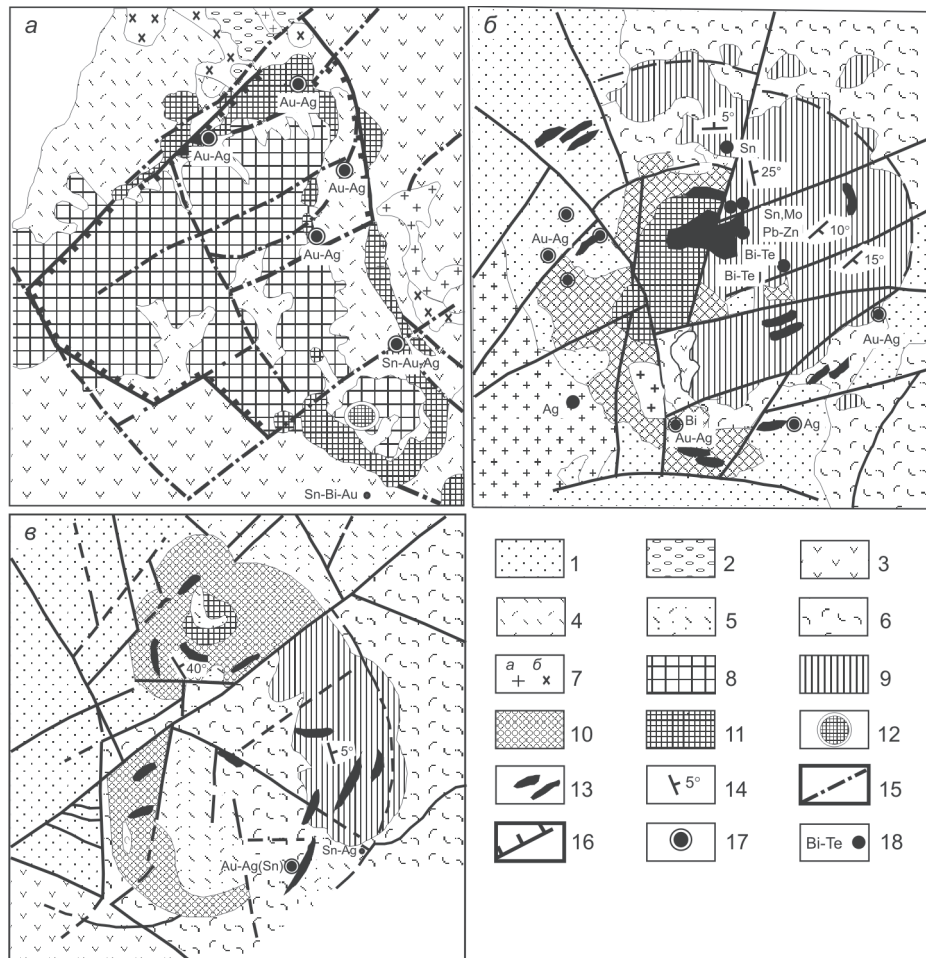


Рис. 2. Геологическое строение и металлогенические особенности вулканоструктур Прикарамкенья: а – Арманская (по Еремину, 1974), б – Колхидская, в – Угрюминская (по Шило и др., 1988). 1, 2 – терригенно-осадочные породы: 1 – песчаники, алевролиты, 2 – конгломераты; 3 – андезибазальты; 4 – риолиты и риодациты; 5, 6 – породы хольчанской свиты туфолавы (5) и туфы (6); 7 – граниты (а) и гранодиориты (б); 8 – риолиты (платоигнимбриты); 9 – вулканические покровы; 10, 11 – субвулканические породы: раскристаллизованные массивные (10), стекловатые флюидальные (11); 12 – риолитовая жерловина; 13 – дайки и штоки заключительных комплексов; 14 – элементы залегания; 15 – разломы; 16 – границы вулканоструктур; 17 – золото-серебряное оруденение; 18 – рудная минерализация

Fig. 2. Geologic structures and metallogenic characters of volcanic structures in Karamken Area: а – Arman'skaya (according to Еремин, 1974), б – Kolkhidskaya, в – Ugryuminskaya (according to Шило и др., 1988). 1, 2 – terrigenous sediments: 1 – sandstone, siltstone, 2 – conglomerates; 3 – basaltic andesite; 4 – rhyolite and rhyodacite; 5, 6 – Kholchanskaya Suite: tuff lava (5) and tuff (6); 7 – granite (а) and granodiorite (б); 8 – rhyolite (plateau ignimbrite); 9 – volcanic nappes; 10, 11 – subvolcanic rocks: massive crystallized (10) and vitric fluidal (11); 12 – rhyolite neck; 13 – dikes and stocks of terminating assemblages; 14 – occurrence pattern; 15 – faults; 16 – volcano structures; 17 – gold-silver mineralization; 18 – ore mineralization

правобережье руч. Живописный и сопровождаются широким развитием турмалинизации. Северо-восточный фланг сложен песчаниками и конгломератами арманской свиты. На указанной площади преобладают нарушения северо-восточного простирания. Для всех пород характерны интенсивные гидротермально-метасоматические, иногда контактовые изменения, такие как ороговикование, окварцевание, пропилитизация, турмалинизация и сульфидизация (существенно халькопиритовая).

В бассейне руч. Живописный мы изучили точки с оловянной минерализацией и отобрали шли-

ховые пробы в его приустьевой части. В пробах подтверждены установленные предшественниками знаковые содержания тонкоигльчатого касситерита, а на правобережье этого же ручья в экзоконтакте штока кварцевых диоритов мы выявили зону турмалинизации риолитов и турмалинизированных эксплозивных брекчий со штокверком кварц-арсенопиритовых прожилков и игльчатым касситеритом, содержащих золото-теллуридно-висмутовую минерализацию. Интрузивные породы имеют трахитоидную структуру, а риолиты в их экзоконтакте окварцованы и турмалинизи-

Таблица 1. Концентрации основных рудогенных компонентов в пробах из рудопроявлений Прикарамкенья, г/г  
Table 1. Basic ore-forming component contents sampled from Karakmen Area, g/g

Рудопроявление	Sb	Pb	As	Bi	Sn	Cu	Ag	Zn	Co
Колхида	16,7–238,48	6,47–18,34	327,7–2811,6	8,7–20,96	7,9–44,0	27,3–282,8	14,7–1274,0*	15,29–130,4	6,7–10,1
Ущельное	0–1,7	16,8–484,4	0–5,4	7,9–20,0	3,5–11,3	46,5–854,2	1,9–1146,0*	34,3–135,5	3,7–12,53
Валун	0–1,7	21,0–129,3	0–5,4	9,3–16,3	10,6–59,7	16,5–71–2	0,6–3,6	157,1–460,5	28,3–36,5
Живописный	1,7–34,8	7,9–80,8	5,4–254,6	1,2–11,4	5,3–236,0	7,9–59,3	0,4–1,2	46,0–145,5	9,7–32,3
Угрюмый	Не опр.	57,5–61,0	35,0–65,0	Не опр.	19,8–40,2	Не опр.	0,1–2580,0**	32,0–75,5	2,5–3,6

Примечание. Спектральный анализ ЭЖСА, СВКНИИ ДВО РАН, аналитик Т. А. Козырева.

\* Атомно-абсорбционное определение, аналитик В. П. Колесова.

\*\* Пробирный анализ, ЦГТЭ пос. Хасын, аналитик С. А. Шевченко.

рованы. При этом замечено, что турмалинизация иногда составляет до 90% объема измененных пород и развивается позже ороговикования, хлоритизации и окварцевания, образуя вкрапленность и розетки в измененных брекчиях риолитов и турмалиновые прожилки. Турмалин также является цементом для крупных и мелких обломков окварцованных риолитов (рис. 3, д) и друзовидного кварца, метасоматически измененных пород. В обломках брекчий содержится вкрапленность мелких кристаллов арсенопирита. Встречаются лучистые агрегаты турмалина, заключенные в агрегат арсенопирита.

По данным спектрального анализа, в метасоматитах Живописного постоянно присутствуют As, Sn, Bi, Ag (см. табл. 1), отношение Co/Ni всегда больше единицы.

Удлиненно-призматические кристаллы арсенопирита срстаются со свинцово-висмутовыми сульфосолями и содержат тонкие включения висмутина, самородных висмута и золота. В срстании с арсенопиритом отмечаются сноповидные агрегаты висмутина (рис. 4Б, а, б) и теллурида висмута – ингодита (см. рис. 4В, а, б; табл. 2).

Au-Bi рудопроявление Валун расположено в 5 км южнее Карамкена, ранее описано В. И. Найбородным, А. А. Сидоровым (1973). На его площади развиты ранне-позднемиловые терригенные комплексы – конгломераты, гравелиты, песчаники и алевролиты с прослоями туфов кислого состава, прорванные порфиоровыми габбро и плагиогранитами. Нами изучены парагенезисы золото-висмутовой минерализации в экзоконтакте интрузива габбродиоритов со штоком диоритов. Это кварц-карбонат-полисульфидные прожилки с арсенопиритом, в которых халькопирит преобладает над пиритом, сфалеритом и галенитом и содержатся многочисленные выделения висмутина (см. рис. 4Б, з), иногда викингита и самородного висмута (см. табл. 2). В гранодиоритах отмечается интенсивная эпидотизация. Концентрация Au в отдельных прожилках достигает 74 г/г, Bi – до 1%. В шлиховых пробах из косовых отложений наряду с самородным золотом нами встречены единичные знаки молибденита и шеелита.

Sn-Bi-Ag-Au рудопроявление Угрюмый находится на северном фланге территории Прикарамкенья, характеризуется широким развитием оловянной, висмутовой и серебряной минерализации и изучалось в 80-х гг. прошлого столетия Н. Е. Саввой (1979 г.), Н. А. Шиловым с соавторами (1988), а в полевой сезон 2006 г. собрана коллекция, позволившая пополнить списочный состав минералов теллура и висмута.

Геолого-структурные особенности рудного поля определяются их приуроченностью к купольной структуре, осложняющей Тальничную вулкано-тектоническую депрессию в ее западной части (см. рис. 2, б). Формирование купола связывается с внедрением субвулканических тел кислого и среднего состава, а также нескрытого гранитоидного массива (В. М. Александров, П. П. Шурпанов, 1980 г.). Видимая мощность вулканитов составляет не менее 600 м. Вмещающие породы интенсивно изменены. Так, на первично ороговикованные породы последовательно вверх по разрезу накладываются серицит-полевошпат-кварцевые метасоматиты → хлорит-гидрослюдистые → алунит-каолинит-гидрослюдистые → гидрослюдисто-кварцевые метасоматиты. В пределах вулканоструктуры выделяются два участка – «Угрюмый» и «Угрюмый-2». На первом преобладает золото-серебряная минерализация, а на втором – касситерит-силикатная. В центре участка «Угрюмый» вскрыта мощная зона взрывных брекчий, в обломках которых присутствует материал передробленной кварцевой жилы. Обломки угловатые, размером от долей миллиметра до 20 см. Цемент – дацитовый.

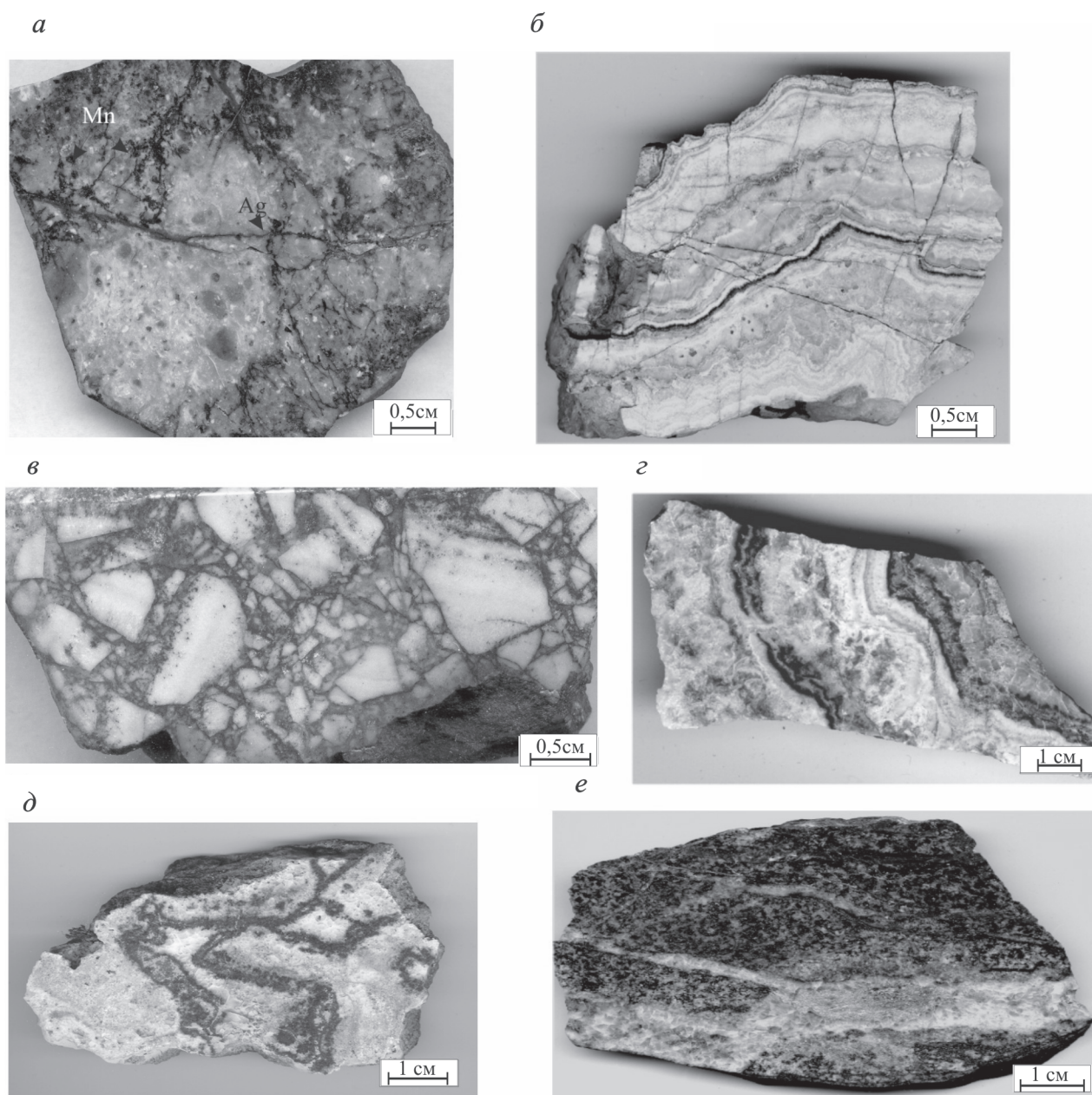


Рис. 3. Текстуры руд месторождений и рудопроявлений Прикарамкенья: *a* – рудопроявление Угрюмый, прожилково-вкрапленная, прожилки пирролизита с вкрапленниками самородного серебра; *б* – месторождение Карамкен, колломорфно-полосчатая, кварц-адуляровые полосы с тонкими прослоями (черное) электрума и сульфосолей Ag; *в* – рудопроявление Угрюмый, эруптивная брекчия, состоящая из обломков халцедоновидного кварца в риодаците; *г* – месторождение Колхида, колломорфно-полосчатая, кварц-карбонат-полевошпатовые полосы с тонкими прослоями рудной минерализации (черное); *д* – рудопроявление Живописный, прожилково-вкрапленная, кварц-турмалиновые прожилки в риолите с вкрапленниками висмутина и арсенопирита; *е* – рудопроявление Валун, прожилково-вкрапленная, кварц-эпидотовые прожилки в диорите с вкрапленниками сульфосолей Bi

Fig. 3. Ore texture patterns reported from mineral deposits and occurrences in Karamken Area: *a* – Ugrymy Lode, veinlet-disseminated, pyrolusite stringers with native silver disseminations; *b* – Karamken Deposit, colloform-banded, quartz-adularia with thin electrum and Ag sulfosalt interbeds (black); *c* – Ugrymy Lode, an eruptive breccia composed of chalcedony quartz fragments hosted in rhyodacite; *d* – Kolkhida Deposit, colloform-banded, banded quartz-carbonate-feldspar with thin ore mineral interbeds (black); *e* – Zhivopisny Lode, veinlet-disseminated, quartz-tourmaline veinlets in rhyolite with disseminated bismuthite and arsenopyrite; *e* – Valun Lode, veinlet-disseminated, quartz-epidote veinlets in diorite with disseminated Bi sulfosalts

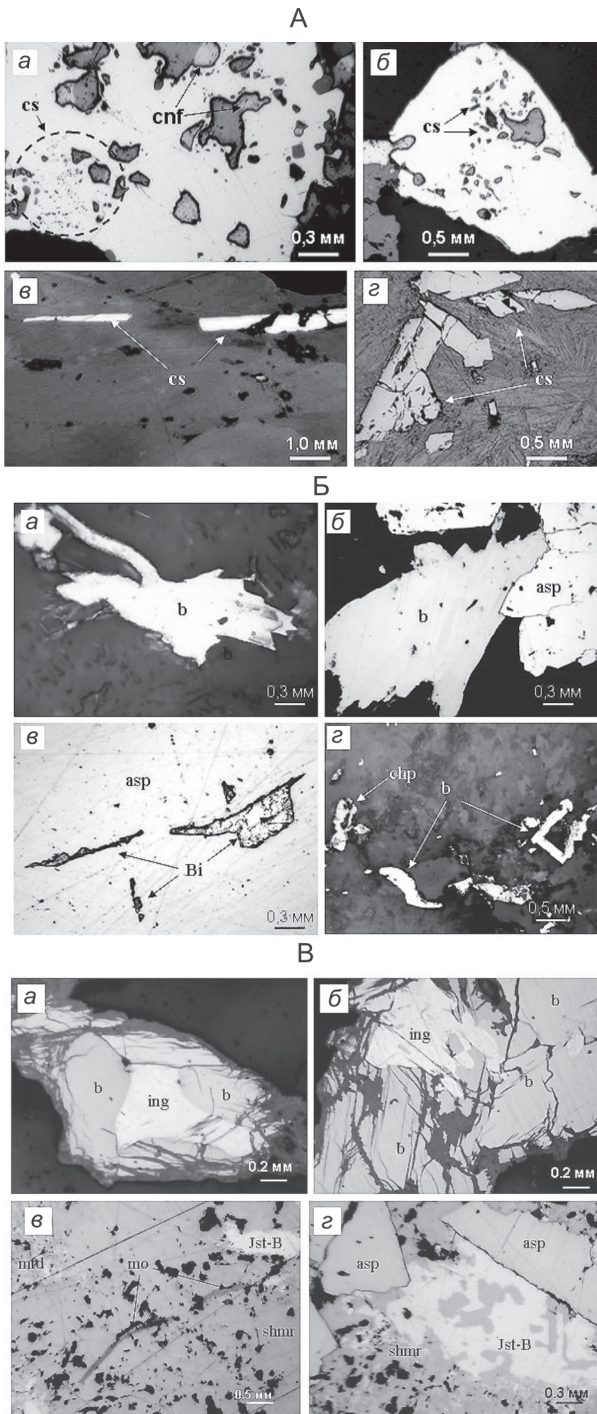


Рис. 4. Минеральные сростания, характерные для олово-порфировой формации Прикарамкеня: А – минералы олова (cs – касситерит, cnf – канфильдит) в рудах месторождений, рудопроявлений: а, б – Карамкен; в – Живописный; г – Угрюмый. Б – минералы висмута (b – висмутин, Bi – висмут самородный) в рудах месторождений, рудопроявлений: а–в – Живописный, г – Валун. В – минералы теллура и висмута (ing – ингодит, Jst-B – жозеит В, shmr – ширмерит, mtd – матильдит) в рудах месторождений, рудопроявлений: а, б – Живописный, в, г – Угрюмый

Fig. 4. Mineral intergrowths typical of porphyry tin assemblage in Karamken Area: A – tin minerals (cs – cassiterite, cnf – canfieldite) in ore from mineral deposits and lodes: а, б – Karamken; в – Zhivopisny; г – Ugryumu. Б – bismuth minerals (b – bismuthite, Bi – native bismuth) in ore from mineral deposits and lodes: а–в – Zhivopisny, г – Valun. В – tellurium and bismuth minerals (ing – ingodite, Jst-B – joseite B, shmr – schirmerite, mtd – matildite) in ore from mineral deposits and lodes: а, б – Zhivopisny, в, г – Ugryumu

Текстура жильного материала в обломках колломорфно-полосчатая, обусловленная чередованием полос тонкозернистого и халцедоновидного кварца. Отдельные полосы (до 2 мм) сложены адуляром. В брекчии отмечается содержание серебра до 40 г/т. Вкрапленность самородного серебра (0,4 мм) в сростании с акантитом и полибазитом (см. табл. 2) установлена на высоких горизонтах вулканической постройки в гидротермально измененных породах, пропитанных оксидами марганца.

На более низком гипсометрическом уровне (на 150 м ниже) имеются линзовидные жилы грейзеноподобных (с турмалином) образований, содер-

жащих теллур-висмутовую с серебром минерализацию. Ассоциация серебро-теллур-висмутовых минералов на рудопроявлении локализована в жильной зоне (канавка 102), сложенной крупнокристаллическим кварцем кокардового строения и встречного роста с друзовидными пустотами, выполненными пластинчатым карбонатом и чешуйчатыми агрегатами мусковита. Крупнокристаллический кварц обрастает «теневые» фрагменты вмещающих пород, замещенные мелкозернистым кварцем. Предполагаемая мощность отдельных жил по фрагментам до 15–20 см. Вкрапленность рудных минералов, локализованная в мелкозернистом кварце, характеризуется

Таблица 2. Состав минералов группы Ag-Pb-Bi-Te-S

Table 2. The Ag-Pb-Bi-Te-S mineral compositions

Рудопроявление	Мас. %							Сумма	Формульные коэффициенты					Минерал и теоретическая формула
	Se	S	Ag	Sb	Te	Pb	Bi		S	Ag	Te	Pb	Bi	
Угрюмый, 2/Т-2006, 1-й аншлиф	0,0	0,0	56,0	0,2	42,8	0,1	0,0	98,9		4,845	3,128			Штюцит $Ag_{5-x}Te_3$
То же	0,1	0,0	55,9	0,2	42,6	0,1	0,2	98,6		4,812	3,101			То же
«	0,1	13,9	2,3	0,0	0,4	79,7	4,5	100,9	0,982	0,049	0,007	0,874	0,049	Галенит + матильдит
«	0,1	16,3	12,2	0,0	0,4	25,5	47,1	101,6	28,931	6,428	0,189	7,023	12,837	Викингит $Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
«	0,1	13,7	3,6	0,0	0,7	75,9	6,4	100,4	0,973	0,077	0,012	0,837	0,070	Галенит + матильдит
«	0,1	15,5	12,4	0,0	0,7	27,1	44,1	99,9	28,365	6,736	0,331	7,674	12,394	Викингит $Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
«	0,0	0,0	57,9	0,3	41,3	0,1	0,0	99,6		4,968	2,992			Штюцит $Ag_{5-x}Te_3$
«	0,0	0,1	56,7	0,2	42,0	0,4	0,1	99,5		4,816	3,016			То же
2/Т-2006, 2-й аншлиф	0,1	13,5	4,6	0,0	0,3	72,9	8,8	100,2	0,974	0,098	0,006	0,812	0,097	Галенит + матильдит
То же	0,0	0,0	58,1	0,2	42,2	0,1	0,0	100,6		4,890	3,008			Штюцит $Ag_{5-x}Te_3$
«	0,1	15,6	11,7	0,2	0,4	25,8	45,6	99,4	28,464	6,335	0,172	7,281	12,756	Викингит $Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
2/Т-2006, 3-й аншлиф	0,1	15,7	12,2	0,6	0,5	26,9	45,8	101,8	28,370	6,528	0,223	7,500	12,694	То же
То же	0,0	15,5	11,0	0,0	0,7	25,2	46,3	98,7	28,795	6,107	0,314	7,255	13,223	«
«	0,1	2,9	0,1	0,1	22,1	0,1	76,4	101,8	1,007	0,011	1,906		4,020	Жозеит-В $Bi_4Te_2S$
«	0,1	14,8	8,5	0,0	2,3	25,6	50,1	101,4	27,962	4,766	1,094	7,468	14,512	Викингит $Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
«	0,1	15,9	10,4	0,0	0,5	19,1	55,1	101,1	5,710	1,110	0,047	1,059	3,033	Густавит $AgPbBi_3S_6$
«	0,2	3,1	0,1	0,0	20,2	0,3	77,7	101,6	1,054	0,007	1,749		4,103	Жозеит-В $Bi_4Te_2S$
«	0,0	15,7	8,2	0,0	0,5	37,1	38,2	99,7	6,304	0,976		2,298	2,350	Ширмерит (?) $AgPb_2Bi_3S_7$
Угрюмый, 1979 г.		7,1	0,3		26,5	12,7	54	100,6	2,062	0,026	1,934	0,571	2,407	Алексит $PbBi_2Te_2S_2$
То же		6,5	0,6		25,9	11,3	55,1	99,4	1,945	0,053	1,947	0,523	2,531	То же
«		6,7			11,9	3,4	78,3	100,3	2,110	0,000	0,941	0,166	3,783	Жозеит-А $Bi_4TeS_2$
«		6			12,3	1,2	80,3	99,8	1,944	0,000	1,002	0,060	3,994	То же
«		0,2	1,2		36,3	62,1	0,7	100,5	0,021	0,037	0,941	0,991	0,011	Алгаит $PbTe$
«		4,3			36,3	0,7	58,9	100,2	0,953	0,000	2,021	0,024	2,003	Тетрадимит $Bi_2Te_2S$
«		16,9	1,5			33,6	48,8	100,8	3,939	0,104	0,000	1,212	1,746	Галеновисмутит $PbBi_2S_4$
«		17	0,7			28	53,1	98,8	4,008	0,049	0,000	1,021	1,921	То же
Живописный	0,5	15,8	5,5	0,03	0,4	27,4	49,5	99,1	2,830	3,090	0,020	0,756	1,356	Викингит $Ag_5Pb_8Bi_{13}S_{30}$
То же	0,4	15,9	5,7	0,00	0,3	26,9	50,6	99,8	2,834	3,152	0,014	0,741	1,380	То же
«	0,3	18,0	0,1	0,06	0,0	0,2	81,3	100,0	2,937	0,031	0,000	0,006	2,033	Висмутин $Bi_2S_3$
«	0,3	18,0	0,2	0,04	0,0	0,8	81,2	100,5	2,927	0,089	0,000	0,019	2,030	То же
«	0,4	17,9	0,0	0,00	0,0	0,6	80,7	99,6	2,935	0,000	0,000	0,015	2,027	«
«		17,2		0,7		2,2	78,1	98,2	2,894			0,057	2,018	«
«		6,1			19,4	5,6	70,2	101,3	1,072		0,864	0,155	1,910	Ингодит $Bi_2TeS$
«		6,2			20,8	3,1	69,6	99,7	1,094		0,927	0,086	1,894	То же
«		6,0			21,6	6,2	67,1	100,8	1,054		0,957	0,168	1,820	«

Примечание. Анализы выполнены на микрозонде SX-50 «Самбах», аналитик И. А. Брызгалов (МГУ), и на микрозонде «Самбах», аналитик В. И. Гвоздев (ДВГИ ДВО РАН).  
 Прочерк – элемент не определялся.



линейным (зональным вокруг бывших обломков) распределением, размер ее не превышает 2–3 мм и иногда она образует «ажурные» скопления до 1 см. Крупные обособления рудных минералов (до 1,5 см) локализуются в друзовидном кварце.

Теллур-висмутовая ассоциация представлена викингитом, жозеитом-В, твердым раствором галенита и матильдита, густавитом, штюцитом, ширмеритом (?) и ранее диагностированными жозеитом-А, алтаитом, алекситом и тетрадимитом (см. табл. 2). Здесь же в виде чешуйчатых включений присутствуют: молибденит (см. рис. 4В, в), идиоморфные кристаллы арсенопирита и сфалерита, а также включения халькопирита. Все эти минералы по отношению к теллур-висмутовым фазам являются более ранними. Собственно теллур-висмутовые минеральные фазы образуют между собой тесные срастания ксеноморфных агрегатов и структур распада (см. рис. 4В, з). Викингит отличается от других минералов этого парагенезиса характерными агрегатами и отдельными пластинками с призматическим сечением. По характеру срастаний можно предположить, что первым образовался твердый раствор галенит + матильдит, далее – викингит и затем структуры распада штюцит + гессит (?), которые образуются из твердого раствора  $Ag_{17}Te_9$  при температуре ниже 120°C (возможно, это эмпрессит) (Справочник-определитель..., 1988). В целом в нижних частях разреза и на флангах рудопроявления преобладает пирит-сфалерит-галенитовая ассоциация с микровключениями станнина (в сфалерите) и канфильдита (в галените) и, по данным спектрального анализа, содержит примесь олова. Спектральный анализ метасоматитов показал также изменчивые и единично повышенные содержания олова и висмута (Sn – до 0,003%, Bi – до 0,04%), постоянные, более высокие, чем на Живописном, содержания серебра (0,2–60 г/т, среднее – 4,2 г/т).

Рудопроявление Угрюмый-2 приурочено к центру кольцевой вулканоструктуры и, вероятно, может рассматриваться в качестве ядра олово-порфировой системы. Здесь доминируют турмалин-касситерит-кварцевая и кварц-хлорит-касситеритовая ассоциации с мелкими (до 0,8 мм) зернами темного касситерита (см. рис. 4А, з). В турмалин-кварцевых образованиях встречаются гнезда арсенопирита (до 2 см) с удлинёнными включениями леллингита (до 0,7 мм). По трещинам катаклаза в арсенопирите локализуются пирротин и халькопирит. Пирит и сфалерит отчетливо корродируют арсенопиритовые агрегаты.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ пространственного размещения оловянной, теллуридно-висмутовой и золото-серебряной минерализации на площади Прикарамкенья пока-

зал, что здесь имеются геолого-структурные и минералогические признаки развития олово-порфировой формации, наиболее отчетливо выраженные в пределах Угрюминской вулканоструктуры. Именно в ней на разных гипсометрических уровнях локализованы проявления (снизу вверх): кварц-молибденитовой + кварц-хлорит- и кварц-турмалин-касситеритовой → золото-теллуридно-висмутовой → золото-серебряной минерализации (рис. 5, в). По составу слагающих ее вулканоплутонических образований и зональности оруденения подобная минерализация может рассматриваться как производная олово-серебро-порфировой рудно-магматической системы, ядром в которой служат экстрезивно-субвулканические породы К-На ряда, а рамой – эффузивная толща кластолав риолитов. Рудная минерализация локализуется в метасоматитах и жильных телах с брекчиевыми текстурами, а также в эксплозивных брекчиях.

Рассмотренные рудопроявления и точки минерализации в обрамлении Карамкенской вулканоструктуры позволяют говорить о том, что сонахождение в рудах Карамкена оловянной и золотой минерализации не случайно. По ряду признаков оловянное оруденение на этой площади предшествовало золото-серебряному, но не исключено также, что оловоносные интрузии гранитов и гранодиоритов являются корневыми частями вулканических построек. Представляется, что на фоне развития вулканоплутонических структур происходило взаимодействие поздней – золото-серебряной минерализации с ранней – оловоносной и золото-редкометалльной, связанных с плутоническими фациями магматизма. В пределах Карамкенской вулканоструктуры наблюдается пространственное совмещение разнотипной минерализации, и, как следствие этого совмещения, увеличивается доля привноса золота, а содержание золота в рудах месторождения Карамкен повышается по сравнению с содержанием в рудах других золото-серебряных объектов. Первичная оловянная минерализация претерпевает ряд преобразований.

Совмещение оловянной, золотой и серебряной минерализации на месторождении Карамкен в определенной мере сближает его с олово-серебро-порфировой формацией Боливии (Антонов, 1992; Очерки..., 1994), для которой характерны близповерхностные условия образования, смена серебро-оловянной минерализации на олово-сульфидную (пирит-станниновую) и касситеритовую с глубиной, широкое распространение серебро-оловянных сульфосолей в рудах (канфильдит, окартит). Это сходство выражено и в подобии геолого-структурной позиции (рис. 5). Кроме того, можно еще раз подчеркнуть повышенную золотоносность карамкенских руд, не характерную для других золото-серебряных рудопроявлений Прикарамкенья (Au:Ag для Карамкена – 1:10, Утесного, Финиша –

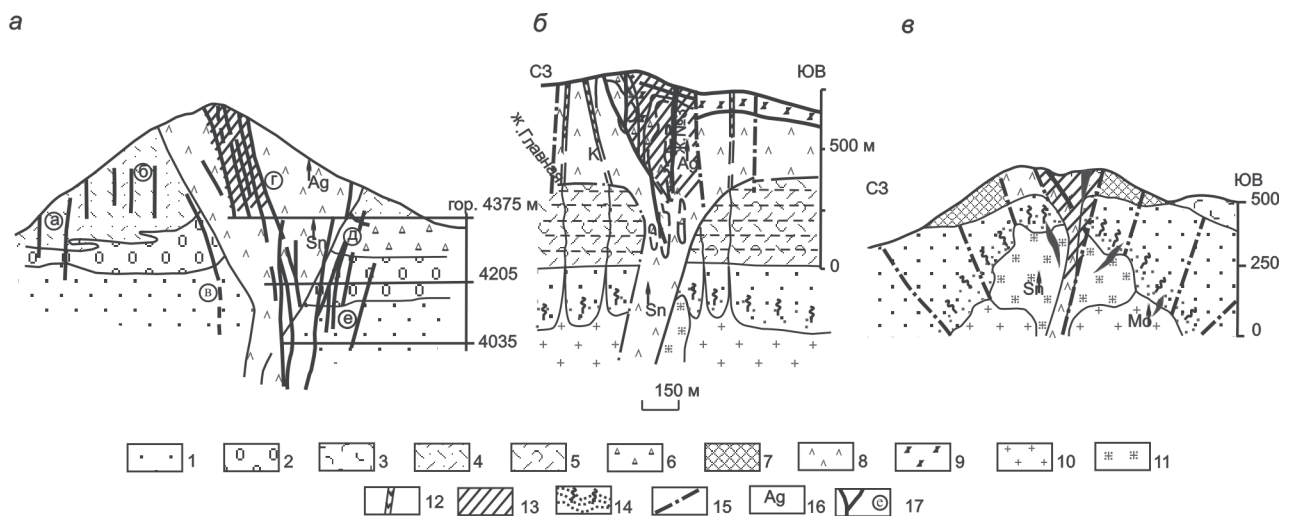


Рис. 5. Схематические разрезы порфировых месторождений: *а* – Потоси (по Turneare, 1971), *б* – Карамкен (по Еремину, 1974), *в* – Угрюмый; с дополнениями авторов. 1 – терригенные отложения; 2 – базальные конгломераты; 3–9 – вулканические породы: 3 – туфолавы, 4 – туфы, 5 – андезиты, 6 – туфобрекчии, 7 – покровы андезитов, 8 – субвулканические андезиты и игнимбриты, 9 – автоматические брекчии; 10, 11 – интрузивные породы: 10 – гранодиориты, 11 – граниты; 12 – дайки; 13 – минерализованные (Au-Ag) зоны; 14 – контактовые околоинтрузивные изменения; 15 – тектонические нарушения; 16 – привнос металлов; 17 – рудные жилы месторождения Потоси (буквы в кружках): *а* – Ахо-Баррено, *б* – Санто-Мигуэль, *в* – Боливар, *г* – Мендета, *д* – Тахо-Поле, *е* – Экзальтацион

Fig. 5. Schematized porphyry deposit sections: *a* – Potosi (by Turneare, 1971), *б* – Karamken (by Еремин, 1974), *в* – Ugrumy; the authors' data included. 1 – terrigenous rocks; 2 – basal conglomerate; 3–9 – volcanics: 3 – tuff lava, 4 – tuff, 5 – andesite, 6 – tuff breccia, 7 – andesite nappe, 8 – subvolcanic andesite and ignimbrite, 9 – autobreccia; 10, 11 – intrusive rocks: 10 – granodiorite, 11 – granite; 12 – dikes; 13 – areas of mineralization (Au-Ag); 14 – contact alterations within intrusion areas; 15 – tectonic disturbances; 16 – transported metals; 17 – the Potosi Lode's ore veins circled letters: *a* – Aho-Barreno, *б* – Santo-Miguel, *в* – Bolivar, *г* – Mendeta, *д* – Taho-Pole, *е* – Exaltasion

1:100) и олово-серебряных месторождений Боливии ( $\geq 1:1000$ ) (Антонов, 2009). Такую золотоносность в рудах Карамкена мы связываем с золото-теллуридно-висмутовой специализацией плутоногенных образований Прикарамкенья – привносом олова, золота и теллура гранитоидными интрузиями и последующей дифференциацией (перераспределением) этих металлов под действием пострудных (по отношению к олово-золото-теллуридной минерализации) вулканических процессов, с которыми связан также основной привнос золота и серебра (Савва, 2006).

Большую роль в повышенной золотоносности руд Карамкена также играет его пространственная близость к так называемому турмалиновому ядру олово-порфировой системы в бассейне руч. Живописный (1–1,5 км) по сравнению с рудопроявлениями Аган, Финиш, Утесное, удаленными на 3–5 км. Эта близость способствовала и появлению в рудах Карамкена теллура (гессит). По мере удаления от турмалинового ядра на север-северо-восток не только возрастает серебрисность руд, но и проявляются признаки метасоматической зональности. Особенно это выражено в увеличении мощности аргиллизитов, которые при приближении к Утесному достигают максимума

(Еремин, 1974). В направлении с юго-запада на северо-восток предполагается движение рудоносных растворов. При этом рудные тела от поверхности на глубину должны иметь юго-западное склонение. Такое склонение с углом около  $40^\circ$  к юго-западу на Карамкене имеют не только оконтурированные рудные тела, но и шток эксплозивных брекчий.

Рудопроявления, расположенные в обрамлении Карамкенской структуры, можно считать неполно проявленными представителями олово-серебро-порфирового ряда рудных формаций (табл. 3) (Серебро..., 1989). Так, доминирующий этап минерализации на Колхиде – золото-серебряный (вулканогенный), на Живописном и Валуне – золото-редкометалльный (плутоногенный). На Угрюмом проявлены и плутоногенный, и вулканогенный этапы минерализации (рис. 6), но система, в отличие от Карамкенской, более дифференцирована, что способствует формированию четкой зональности оруденения (снизу вверх): Sn (Mo)  $\rightarrow$  Au, Te, Bi, Pb  $\rightarrow$  Ag (Au). В то же время характер теллуридно-висмутовой минерализации рудопроявления Угрюмый отличается от характера Живописного и Валуна. Наряду с самородным висмутом, висмутином и тетрадимитом, типичными для гранитогенных

Таблица 3. Важнейшие минеральные ассоциации олово-(серебро)-порфировой формации в Прикарамкень

Table 3. The most important porphyry-tin-(silver) mineral assemblages from Karamken Area

Ряд рудных формаций <span style="float: right;">→</span>				
Базовая (полнопроявленная)		Сопутствующие		
Олово-(серебро)-порфировая		Золото-серебро-висмутовая	Золото-серебро-оловянная	
		Золото-серебряная		
Минеральные ассоциации (от ранних к поздним)	Кварц-хлорит-касситеритовая и кварц-турмалин-касситеритовая	Кварц-турмалин-касситеритовая	Нет	
	Сульфидно-полиметаллическая (со стanniном)	Халькопирит-арсенопиритовая	Пиритовая, сульфидно-полиметаллическая	
	Теллуридно-висмут-висмутиновая с золотом	Серебро-свинцово-висмут-висмутиновая, золото-теллуридно-висмутовая	Золото-гесситовая	Нет
	Серебро-сульфосольная	Нет	Селено-канфилдитовая, миаргирит-полибазитовая	Прустит-пираргирит-полибазитовая
	Серебро-акантитовая	Нет	Золото-электрум-кюстелит-акантитовая	Электрум-кюстелитовая
Примеры месторождений, рудопроявлений				
Угрюмый, Кандычан, Хета		Валун, Живописный, Пугливый	Карамкен, Ущельное, Колхида	Утесное, Финиш, Аган, Мшистое

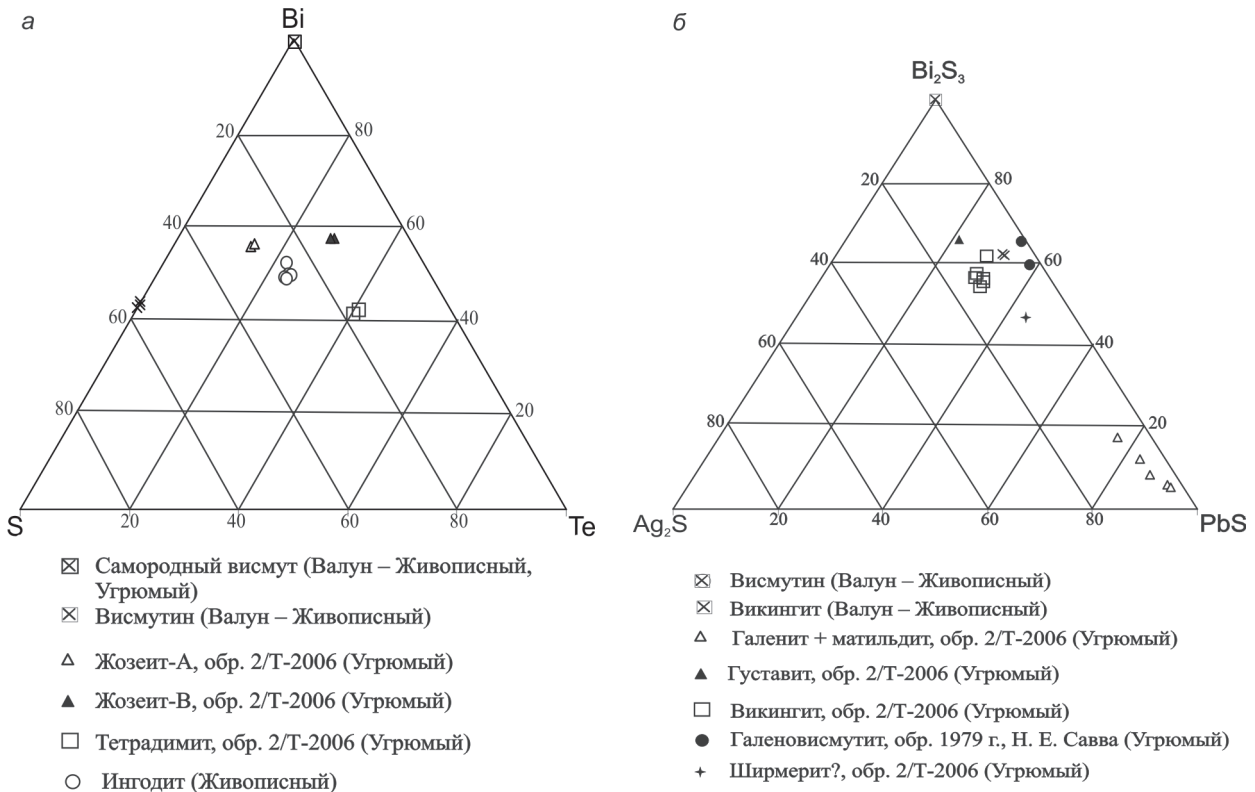


Рис. 6. Состав Ag-Te-Pb-Bi минеральных фаз в рудопроявлениях, связанных с вулканоплутоническими комплексами Прикарамкень. Фазы, характерные для плутоногенных (а) и вулканогенных (б) руд

Fig. 6. The Ag-Te-Pb-Bi mineral phase compositions in mineral occurrences related to volcanoplutonic complexes in Karamken Area. Phases typical of pluton-related ore (a) and volcanic-related ore (b)

гидротермальных образований, на Угрюмом установлен сравнительно широкий спектр сульфотеллуридов висмута и серебра (см. табл. 2, рис. 6). При этом значительный спектр минералов Bi-Pb-Ag-Te-S тесно совмещен в пространстве (часто имеет место в пределах одного образца). Кроме того, наблюдается широкое изменение соотношений между  $\text{Bi}_2\text{S}_3$ -PbS при небольшом колебании содержания  $\text{Ag}_2\text{S}$  от 0 до 15% и резкое увеличение содержания Ag в штюците. Типично присутствие структур распада твердых растворов. Всем минералам этой группы свойственна нестехиометричность состава (см. табл. 1), характерная для неравновесных условий кристаллизации. Значительный спектр минеральных фаз на рудопроявлении Угрюмый свидетельствует о широком диапазоне условий кристаллизации как по температуре, так и по химическому составу растворов. Для всех объектов характерно очевидное преобладание серасодержащих соединений Te, Bi, Ag. Редко и в незначительных количествах встречаются бессернистые соединения (алтаит, штюцит и самородный висмут).

На всей рассматриваемой территории Прикарамкенья наблюдается очевидная доминанта вулканогенного эпитептермального Au-Ag оруденения, а олово и золото-редкометаллическая – плутоногенная развиты как сопутствующие, что характерно также и для Боливийской провинции (Антонов, 1992). Тогда как в пределах мезозой (Пионерский и Бутугычагский рудные узлы), где в основном развит интрузивная фация магматизма позднемелового возраста, преобладает олово(золото)-редкометаллическая минерализация и исключительно редко отмечается эпитептермальная Au-Ag (Савва, 2006). Важно отметить также, что высокая степень дифференциации олово-серебро-порфирических руд характерна для месторождений с большим вертикальным размахом оруденения, что приводит к высокой серебристости руд верхних горизонтов, вплоть до появления самородного серебра (Угрюмый). В этих случаях золото оказывается на одном горизонте с теллур-висмутовой минерализацией. При незначительном размахе оруденения золото-висмутовая минерализация предположительно совмещается с золото-серебряной, обогащая вулканогенные руды. Рассматривая Угрюмый в качестве примера полнопроявленной (базовой) олово-порфирической рудной формации, можно выстроить рудно-формационный ряд этой формации для территории Прикарамкенья (см. табл. 3), который согласуется с представлениями А. А. Сидорова (Серебро..., 1989).

Металлогенической особенностью территории Прикарамкенья можно считать также и частичное влияние на оруденение медно-порфирического пояса, проходящего по ее северной окраине. Это влияние выражено в широком развитии вкраплен-

ной халькопиритовой минерализации в интрузивных образованиях и в появлении наряду с касситеритом небольших количеств молибденита в ассоциации с теллуридами висмута (см. рис. 4В, в).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявленные минералого-геохимические особенности оруденения Прикарамкенья открывают перспективу комплексного рассмотрения разрозненных рудопроявлений как составных частей более крупных рудно-магматических систем олово-серебро-порфирического типа.

Повышенную золотоносность системы мы связываем не только с привнесением золота и серебра вулканическими аппаратами, но и с гранитогенным золото-висмутовым оруденением.

Все описанные факты позволяют по-новому подойти к геолого-структурному и рудно-формационному анализу территории Прикарамкенья для повышения его геолого-промышленной перспективы.

Представляется целесообразным пересмотр подхода к Карамкенской вулканоструктуре как к элементу зонального развития крупной олово-порфирической системы, ядро которой находится в бассейне руч. Живописный, а наиболее удаленное ее рудное проявление – Утесное, с сохранившейся надрудной аргиллизитовой шляпой (г. Алунитовая) (Савва, 2006). При проведении здесь поисковых работ следует учитывать южное – юго-западное склонение оруденелых зон Утесного в сторону ядра олово-порфирической системы, по нашим представлениям такое смещение на юго-запад может достигать 1 км от участка максимальной аргиллизации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты 08-05-00135-а, 09-05-98593-р\_восток\_а, 09-П-СУ-08-002).

## ЛИТЕРАТУРА

- Антонов А. Е. Зарубежные месторождения серебра : 2-е изд., доп. – М. : ГЕОС, 2009. – 312 с.
- Брызгалов И. А. Золото-серебряное месторождение Карамкен (Магаданская область, Россия); минералого-геохимические черты и особенности размещения руд в жиле Главной // Геол. рудн. месторожд. – 2001. – Т. 43, № 4. – С. 346–366.
- Еремин Р. А. Гидротермальный метаморфизм и оруденение Арманской вулканоструктуры. – Новосибирск : Наука, СО, 1974. – 134 с. – (Тр. СВКНИИ ДВО АН СССР; вып. 43).
- Кабак И. Б. Объемная модель глубинной структуры и размещение рудопроявлений зоны сочленения Арманского и Ольского вулканических полей // Объемные модели структуры земной коры и верхней мантии. – Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1988. – С. 38–53.
- Кабак И. Б. Трехмерная плотностная и геологическая модель верхов земной коры второго приближения (на примере Прикарамкенья) // Структура и геодинамика Северо-Востока России. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1993. – 176 с.
- Найбородин В. И., Сидоров А. А. Рудно-формационный ряд золотых месторождений в Охотско-Чукот-

ском вулканогенном поясе // Закономерности размещения полезных ископаемых. – М. : Наука, 1973. – Т. 10. – С. 240–249.

*Очерки металлогении и геологии рудных месторождений Северо-Востока России / А. А. Сидоров, Н. А. Горячев, В. И. Шпикерман, Н. Е. Савва, Р. А. Еремин, В. А. Приставко, М. Е. Городинский, С. Г. Бялобжеский. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1994. – 106 с.*

*Родионов С. М. Олово-порфировые месторождения Центрального Сихотэ-Алиня // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 275, № 3. – С. 707–709.*

*Савва Н. Е. К вопросу об оловоносности руд эпitherмального Au-Ag месторождения Карамкен // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России : Материалы Дальневост. регион. конф., посвящ. памяти А. П. Васьяковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28–30 нояб. 2006 г.). – Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2006. – С. 171–174.*

*Серебро (геология, минералогия, генезис, закономерности размещения месторождений). – М. : Наука, 1989. – 240 с.*

*Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете / Т. Н. Чвилева, М. С. Безмертная, Э. М. Спиридонов и др. – М. : Недра, 1988. – 504 с.*

*Тюкова Е. Э. Минералого-генетические особенности месторождений Пионерского рудного узла (Северо-Восток СССР) : в 2-х ч. : препринт. – Магадан : СВКНИИ ДВО АН СССР, 1980. – 120 с.*

*Шило Н. А., Ващилов Ю. Я. Глубинное строение Северо-Востока СССР по гравиметрическим данным // Геофизические исследования структуры и геодинамики земной коры и верхней мантии Северо-Востока СССР. – Магадан : Кн. изд-во, 1979. – С. 3–29.*

*Шило Н. А., Гончаров В. И., Альшевский А. В., Ворцетнев В. В. Условия формирования золотого оруденения в структурах Северо-Востока СССР. – М. : Наука, 1988. – 181 с.*

*Mitchell F. N. G., Garson M. S. Relationship of porphyry copper Circum-Pacific in deposits to Paleo Benioff zones // Trans. Inst. Min. and Metall. – 1972. – Sect B. – Vol. 81. – P. 10–25.*

*Oyarzun J. M., Frutos J. J. Porphyry copper and tin-bearing porphyries: a discussion of genetic models Phisces of the Earth and Planetary Interiors. – 1975. – Vol. 9, No. 3. – P. 259–263.*

*Silitoe R. N., Halls C., Grant J. N. Porphyry tin deposits in Bolivia // Econ. Geol. – 1975. – Vol. 70. – P. 913–927.*

*Turneare F. S. The Bolivian silver-province // Ibid. – 1971. – Vol. 66, No. 2. – P. 215–226.*

*Поступила в редакцию 25.05.2009 г.*

## PORPHYRY-TIN MINERALIZATION IN KARAMKEN AREA (Its Structural Geology and Mineralogy)

*N. E. Savva, I. A. Bryzgalov, E. E. Tyukova*

Tin and gold-telluride-bismuth mineralization types in Karamken Area are shown to be spatially and genetically related to granodiorite intrusions, the counterparts of which, by geophysical prospecting data, lie at the bottom of Karamken Volcano Structure and are assumed to be its roots. They, together with Au-Ag-hosting volcanics, form volcanoplutonic complexes. The latter ones are assumed to favor a spatial co-occurrence of these mineralization types and generally cause porphyry tin mineralization that pre-determines a peculiar mineral and geochemical character of gold-silver ores of Karamken Lode. New data on tin and telluride-bismuth mineralization are given for this area.

**Key words:** ore assemblage, mineral assemblage, gold-silver deposits.