

**МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ
ЗОЛОТОРУДНЫХ ЖИЛ КИРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(ВЕРХНЕЕ ПРИАМУРЬЕ)**

В.И. Гвоздев¹, Н.А. Горячев², А.С. Вах¹, Д.Г. Федосеев¹, Б.И. Семеняк¹

¹ФГБУН Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, пр. 100 лет Владивостоку 159,
г. Владивосток, 690022; e-mail: gvozdev@fegi.ru

²ФГБУН Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН,
ул. Портовая 16, г. Магадан, 685000

Поступила в редакцию 7 декабря 2012 г.

По отвалам старой шахты рудника им. С.М. Кирова и новым разведочным магистральным канавам Кировского месторождения собрана и изучена коллекция образцов из кварцевых прожилков с рудной минерализацией. Выделены минеральные ассоциации, продуктивные на золотое оруденение; изучен состав основных рудных минералов и показаны их типоморфные особенности; обсуждаются вопросы генезиса ассоциаций и месторождения.

Ключевые слова: месторождения золота, минеральные ассоциации, минералогия, генезис, Верх-

ВВЕДЕНИЕ

Кировское (Джалиндинское) золоторудное месторождение Верхнего Приамурья расположено в верховьях междуречья р. Джалинда и р. Янкан. Это один из старейших золоторудных объектов Дальнего Востока России, открытый в 1866 г. горным инженером Н.П. Аносовым. Месторождение отрабатывалось с небольшими перерывами до 1961 г., а затем было законсервировано. Общее количество добытого золота за весь срок эксплуатации месторождения не известно. Однако за период с 1934 по 1961 гг. на месторождении добыто порядка 9.5 т золота, при его среднем содержании в рудах 8.5 г/т [2].

Месторождение Кировское относится к умеренно-сульфидной золото-кварцевой формации; руды характеризуются широким развитием висмутовой минерализации и присутствием крупного высокопробного золота. Рудные тела представлены кварцевыми жилами, прожилками и зонами прожилкового окварцевания (всего более 500). Их минералогия на качественном (оптическом) уровне наиболее полно была изучена в 70-х годах Л.П. Гуровым [9]. В последние годы детальной диагностики рудных минералов, изучения типоморфных особенностей их химического состава с использованием современных

методов исследований не проводилось. Это послужило обес-нованием для выполнения дополнительного минералогического изучения золотоносных руд Кировского месторождения.

**КРАТКАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РАЙОНА И МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Разные аспекты геологического строения района и месторождения Кировского с разной степенью детальности охарактеризованы в работах многих авторов [5, 6, 12–14, 17]. Район Кировского месторождения (рис. 1) находится в Тукурингра-Джагинском террейне, который расположен в западной части Монголо-Охотского юрского-раннемелового орогенного пояса [5, 6, 13]. С севера этот террейн по Северо-Тукурингрскому разлому граничит с Селенгино-Становым каледонским орогенным поясом, сформировавшимся по краевым фрагментам Северо-Азиатского кратона; с юга, по Южно-Тукурингрскому разлому, он граничит с террейнами Аргунского каледонского орогенного пояса. Такое положение района месторождения обусловило его блоковую структуру, которая характеризуется сетью сопряженных разрывов северо-восточного и восток-юго-восточного (до субширотного) простирания.

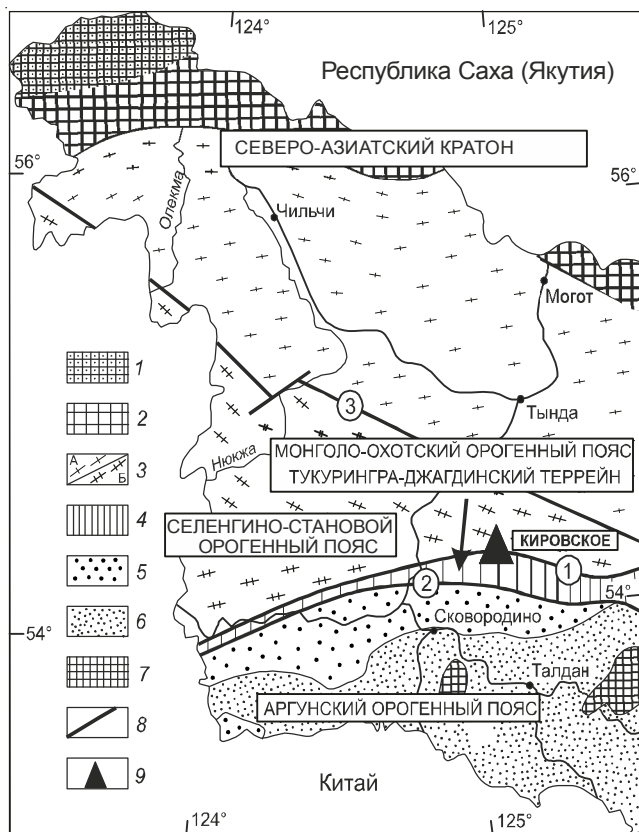


Рис. 1. Схема геолого-структурного районирования региона (по Н.Н. Петрук, 2001 г.; [5, 6]).

1–3 – Северо-Азиатский кратон. Фрагменты Алдано-Станового щита: 1 – Олекминский, 2 – Алданский, 3А – Становой, 3Б – Селенгино-Становой каледонский орогенный пояс; 4 – Монголо-Охотский юрско-раннемеловой орогенный пояс (Тукурингра-Джагдинский террейн); 5–6 – Аргунский каледонский орогенный пояс: 5 – Ольдойский террейн, 6 – Гонжинский террейн; 7 – фрагменты Буреинского супертеррейна; 8 – разломы (1 – Северо-Тукурингрский, 2 – Южно-Тукурингрский, 3 – Желтулакский); 9 – площадь золоторудного месторождения Кировского, изученная авторами.

Тукурингра-Джагдинский террейн в районе Кировского месторождения (рис. 2) сложен метаморфизованными габброамфиболитами раннеархейского возраста, а также терригенными породами юрского (алевролиты, песчаники, конгломераты долохитской свиты) и мелового (песчаники, алевролиты, гравелиты стрелкинской свиты) комплексов. Породы архейского комплекса прорываются протерозойскими интрузивами субщелочных гранитов, которые в свою очередь прорваны телами диоритов, габбродиоритов, гранодиоритов, гранитов, аплитов мелового комплекса. Главным структурным элементом района и рудного поля Кировского месторождения является интрузивное тело Джалиндинского массива, с которым пространственно и генетически связано золотое оруденение.

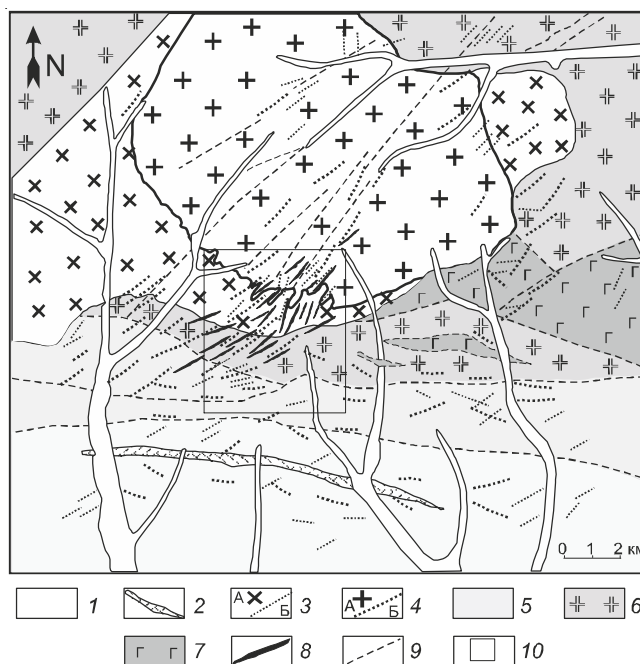


Рис. 2. Схематическая геологическая карта района Кировского месторождения (составил Ю.П. Потоцкий по материалам А.С. Давыдова, 1988 г., А.В. Зуева, 1999 г.).

1 – четвертичные отложения; 2 – меловые отложения стрелкинской свиты (песчаники, алевролиты, конгломераты, гравелиты с прослоями песчаников с углистыми алевролитами); 3–4 – меловой комплекс: 3 – диориты, габбродиориты, диоритовые порфириты (А – интрузивы, Б – дайки); 4 – гранодиориты, граниты, аплиты (А – интрузивные тела, Б – дайки); 5 – юрские отложения, долохитская свита (алевролиты, песчаники, туфопесчаники, конгломераты, гравелиты и др.); 6 – раннепротерозойский позднестановой комплекс (субщелочные гнейсовидные граниты); 7 – раннеархейский комплекс (габброамфиболиты); 8 – рудные тела; 9 – разломы; 10 – рудное поле месторождения.

Согласно с литературными данными и наблюдениями авторов на месторождении отчетливо можно выделить четыре этапа магматизма: I – древние гранитоиды, амфиболиты, серпентиниты и гранитоиды докембрия (по данным авторов, возраст гнейсовидных гранитов, развитых в районе месторождения, по результатам U-Pb анализа цирконов методом LA-ICP-MS – 382 ± 1.2 млн лет); II – дайки диоритовых порфиритов и габброидов палеозоя (?); III – гранитоиды верхнеамурского комплекса раннемелового возраста; IV – дайки долеритов, диоритовых порфиритов и др. олекмо-станового комплекса позднемелового возраста.

В первом и втором магматических этапах гидротермальная деятельность на месторождении проявлена слабо. Это редкие безрудные жилы и линзы (ксенолиты?) метаморфогенного кварца, локализованные среди гнейсов и амфиболитов. В амфибо-

литах жилы кварца имеют пегматоидный облик по сравнению с кварцем из жил в гнейсах.

В третий этап магматизма происходило формирование многофазового Джалиндинского массива:

1 фаза – габбродииориты, диориты и сопутствующие им дайки диоритовых порфиритов;

2 фаза – гранодиориты с ксенолитами диоритов, диоритовых порфиритов и гнейсов (главная фаза);

3 фаза – мелкозернистые аплитовидные граниты – дайки.

Породы первой фазы наблюдались авторами в виде ксенолитов (мощность до 1 м), образующих зоны шириной до 25–30 м среди гранитоидов второй фазы в верхней части Джалиндинского интрузива. Интересно отметить, что в габбродииоритах и диоритах встречаются турмалин-кварцевые прожилки с магнетитовой минерализацией.

Биотит-роговообманковые гранодиориты второй фазы наиболее распространены. Именно с ними большинство исследователей связывают золото-кварцевую минерализацию [9, 12, 17]. По данным Л.П. Гурова, возраст гранодиоритов – 110–140 млн лет (К-Аг метод; по породе), а средний изотопный возраст околожильных метасоматических пород (Rb-Sr метод по серициту и кальциту) – 128.3 млн лет [14]. По полученным авторами результатам U-Pb геохронологических исследований цирконов методом LA-ICP-MS возраст гранодиоритов Джалиндинского массива оценивается в 125.44 ± 0.68 млн лет.

По данным авторов золоторудная минерализация представлена как единичными кварцевыми жилами (мощностью 10–20 см; с зонами метасоматитов шириной от 1 до 5 м), так и линейными субпараллельными (аз. пад. 325° , угол $60\text{--}70^\circ$) или сетчатыми в двух направлениях (аз. пад. 320° , угол 60° и аз. пад. 190° , угол 80°) штокверковыми зонами мощностью до 10 м. Штокверковые зоны сложены метасоматическими породами (преимущественно березиты с пиритом и арсенопиритом до 5 %) с большим количеством разноориентированных кварцевых жил и прожилков (мощность менее 10 см) разного состава. Кварц в этих рудных образованиях имеет светло-серый цвет, массивную текстуру и часто содержит реликты измененных гранитоидов, вкрапленность сульфидных минералов (пирит, арсенопирит, висмутин и др.) и агрегатов самородного золота.

С дайками гранит-аплитов третьей фазы, мощность которых обычно не превышает 5 м, пространственно ассоциирует золото-редкометаллическая минерализация. Для даек характерны кварцевые жильные сердцевинки, либо прожилки (мощность 2–3 см) массивного сливного кварца, включающего множество мелких

чешуек молибденита, часто пространственно тяготеющего к зальбандам. Иногда в прожилках отмечаются более поздние просечки пирита и зеленого хлорита.

Четвертый этап магматизма представлен дайками долеритов, которые рвут гранодиориты второй фазы и локализованные в них кварцевые жилы. Гидротермальная деятельность этого этапа проявлена менее интенсивно по сравнению с предыдущим. Все вышеперечисленные образования пересекаются поздними карбонат-кварцевыми и карбонат-сульфидными микропрожилками. В кварцевых прожилках с пиритом и пирротинном, которые наблюдались авторами в долеритах, установлена медно-никелевая минерализация, представленная халькопиритом, пентландитом и виоларитом (?).

Последовательность формирования гидротермальных жил Кировского месторождения выглядит следующим образом:

I – ранние (догранитоидные) жилы метаморфогенного кварца и пегматитовые тела в амфиболитах;

II – постгранитоидные жилы и метасоматиты, ассоциирующие с магматическими породами Джалиндинского массива:

1 – турмалин-магнетит-кварцевые (в диоритах первой фазы);

2 – молибденит-кварцевые и молибденит-шеелит-кварцевые, часто с халькопиритом, пирротинном (в гранитах второй и дайках аплитовидных гранитов третьей фазы);

3 – пирит-арсенопирит-кварцевые (в гранитах второй фазы);

4 – халькопирит-карбонат-кварцевые (в гранитах второй фазы);

5 – золото-висмутин-кварцевые (в гранитах второй фазы);

III – постдайковые (после даек долеритов) жилы:

6 – пентландит-халькопирит-пирит-кварцевые;

7 – арсенопирит-глаукокодот-кварцевые;

8 – поздние прожилки с антимонитом, брекчии с карбонатом, халцедоновидным кварцем.

Все рудные прожилки сопровождаются околожильными метасоматическими породами, состав которых часто в значительной мере обусловлен составом вмещающих пород. Так, турмалин-магнетит-кварцевые и молибденит-шеелит-кварцевые прожилки, локализованные среди габбродииоритов, биотитовых гнейсов и амфиболитов, сопровождаются актинолитизацией и хлоритизацией; пирит-арсенопирит-кварцевые, халькопирит-карбонатно-кварцевые жилы в аплитах и гранитах – березитизацией (?); золото-висмутин-кварцевые в гранитах – серицитизацией и окварцеванием; молибденит-кварцевые в аплитах – калишпатизацией.

ей. Следует обратить внимание, что даже маломощные (до 10 см) кварцевые жилы часто сопровождаются мощными (от 1 до 5 м) зонами березитов, содержащих вкрапленность сульфидных минералов до 5 %.

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ЖИЛ И ТИПОМОРФНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ

Авторами изучены типоморфные особенности минералов золотоносных жил и прожилков месторождения, которые по минеральному составу подразделены на следующие основные разновидности: молибденит-шеелит-кварцевые, пирит-арсенопирит-кварцевые, халькопирит-карбонат-кварцевые, золото-висмутин-кварцевые, пентландит-халькопирит-пирит-кварцевые и арсенопирит-глаукокодот-кварцевые.

Молибденит-шеелит-кварцевые жилы имеют подчиненное распространение. Их минеральный состав варьирует в широком диапазоне. В жилах, локализованных среди гранитоидов, преобладает кварц (до 95 %), присутствуют мусковит, калишпат, серицит, хлорит, сфен. Количество сульфидов (пирит, пирротин, халькопирит, молибденит и др.) не превышает 3–5 %. Они образуют включения величиной до 3–4 мм, неравномерно распределенные по массе прожилков. Шеелит образует идиоморфные зерна (до 0.8 мм) или их агрегаты (до 2–3 мм), тяготеющие к зальбандам прожилков. В жилах постоянно присутствуют идиоморфные зерна (до 0.06 мм) апатита.

Прожилки, локализованные в габбродиоритах и гнейсах, обогащены сульфидами (до 10–15 %). Преобладают халькопирит (9–12 %), пирротин (2–4 %) и пирит (до 1–2 %). Реже встречается самородный висмут в виде вкрапленников изометричной формы размером до 1 мм с полисинтетическими двойниками, количество которого иногда достигает 1 %. Кроме висмута в прожилках присутствуют висмутин (ан. 6–8, табл. 1), селенсодержащий тетрадимит-лайтакарит (ан. 1–4 табл. 2). Здесь наиболее часто встречается золото (центральные части вкрапленников) с содержанием серебра 14–15 мас. % (ан. 1, табл. 4). Характерные взаимоотношения перечисленных минералов показаны на рисунке 3 (А–Б).

Пирит-арсенопирит-кварцевые жилы и прожилки встречаются чаще, чем шеелит-кварцевые. Их состав изменяется в широком диапазоне. Они сложены преимущественно серым сливным кварцем и сульфидами. Преобладают прожилки с содержанием сульфидов 3–5 %, редко – 15–25 %. Из сульфидных минералов наиболее распространены идиоморфные зерна арсенопирита и пирита, среди которых иногда встречаются изометричные вкрапленники (до 2–3 мм) халькопирита, блеклой руды (теннантит; в от-

дельных жилах до 5 %), единичные зерна кобеллита, висмутин, самородного золота. Иногда перечисленные минералы выполняют интерстиции зерен в кварце. Арсенопирит более идиоморфен (до 2–3 мм) в сравнении с пиритом, образующим с ним тесные сростания. В обоих минералах наблюдается много трещин. Вкрапленники халькопирита и блеклых руд имеют ксеноморфный облик и часто выполняют микротрещины (менее 0.3 мм) в пирите и арсенопирите.

Халькопирит-карбонат-кварцевые жилы и прожилки распространены в рудах Кировского месторождения достаточно широко. Их мощность обычно не превышает 1–2 (редко 5–7) см, а состав прожилков варьирует в широком диапазоне: преобладают преимущественно кварц и карбонат (от 2–3 до 15–20 %; по данным термического анализа – кальцит); в небольшом количестве встречаются хлорит, мусковит, серицит и полевые шпаты. Сульфидные минералы распространены по массе прожилков крайне неравномерно (гнезда диаметром 3–4 см). Их количество изменяется от 5–10 до 30–40 %. В прожилках преобладает халькопирит (до 25 % в гнездах размером до 2 см), менее распространены пирит (до 2–3 %), арсенопирит (10–15 %), блеклые руды (до 2–3 %) и сфалерит; редкие – кобеллит, самородное золото, висмутин. Последовательность образования рудных минералов следующая. Первыми в жилах в околожилльных метасоматитах кристаллизовались крупные (до 2–3 мм) идиоморфные кристаллы и метакристаллы арсенопирита и пирита, в которых наблюдается множество трещин, иногда выполненных халькопиритом, сфалеритом и блеклыми рудами. В халькопиритах часто наблюдаются звездчатые включения высокожелезистого (9.6–9.8 мас. % Fe) сфалерита, а в сфалеритах – эмульсионная вкрапленность халькопирита (структуры распада твердого раствора). В арсенопиритах этой генерации иногда встречаются изометричные микровключения (1–2 микрона) низкопробного самородного золота (20–21 мас. % Ag).

Блеклые руды теннантитового и теннантит-тетраэдритового состава кристаллизовались позднее халькопирита. Они часто выполняют микропрожилки, рассекающие халькопирит, а в свою очередь сами рассекаются игольчатыми зернами кобеллита и висмутин (рис. 3 В; рис. 4 Д). Из висмутовых минералов здесь обнаружены свинцово-висмутовые сульфосоли группы галеновисмутита. Они совместно с карбонатом, хлоритом и кварцем слагают гнезда (до 1–3 мм в поперечнике) в идиоморфных крупных вкрапленниках арсенопирита. Свинцово-висмутовые сульфосоли сложного состава обычно распадаются на самородный висмут, галенит, икунолит и висмутин.

Таблица 1. Состав свинцово-сурьянно-висмутовых сульфоселей и сульфидов висмута месторождения Кировское (мас. %).

№ п.п. Элем.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pb	32.85	33.69	33.66	33.49	34.88	-	-	-	-	2.49	2.00	2.00	-	-	-	-	-
Ag	-	0.83	-	0.66	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	30.67	31.68	28.87	28.28	28.38	79.56	79.81	80.82	80.97	63.83	65.59	69.42	78.22	76.91	75.64	83.51	86.16
Sb	12.37	12.67	15.69	16.05	16.08	0.65	-	-	1.41	12.70	11.38	9.90	2.03	1.76	3.58	-	-
Fe	1.30	0.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	4.24	3.58	2.32	2.86	2.10	-	0.53	-	-	-	-	-	-	-	0.44	-	0.77
Te	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.99	1.21
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.49	0.79	0.59	5.97	-
S	17.07	17.27	16.75	17.00	16.94	17.59	17.27	17.37	17.33	18.12	18.93	17.53	18.03	18.17	17.29	6.76	10.72
Сумма	99.44	100.20	97.29	98.34	98.88	97.80	97.61	98.19	99.71	97.13	97.90	98.86	98.76	97.63	97.55	97.22	98.88

Формульные коэффициенты и характерные отношения элементов.

№ п.п. Элем.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Pb	1.45	1.51	1.56	1.52	1.59	-	-	-	-	0.06	0.05	0.05	-	-	-	-	-
Ag	-	0.07	-	0.06	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi	1.39	1.41	1.23	1.28	1.29	2.04	2.06	2.08	2.06	1.54	1.52	1.60	1.85	1.90	1.92	4.01	3.78
Sb	0.98	0.97	1.23	1.24	1.25	0.02	-	-	0.06	0.53	0.47	0.43	0.09	0.08	0.16	-	-
Fe	0.22	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cu	0.54	0.52	0.35	0.42	0.31	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.11
Te	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.09
Se	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.06	0.04	0.78	-
S	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.94	2.90	2.92	2.88	2.87	2.96	2.92	3.02	2.96	2.85	2.13	3.02
Pb+Ag/Bi+Sb	0.68	0.66	0.64	0.62	0.65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sb/Sb+Bi	0.41	0.41	0.50	0.51	0.51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bi/Sb	1.42	1.45	1.00	1.03	1.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Me/X	0.91	0.91	0.88	0.91	0.90	0.70	0.72	0.71	0.74	0.74	0.69	0.71	0.63	0.66	0.74	1.34	1.32

Примечание. 1–5 – кобеллит (формульные коэффициенты рассчитаны по S = 5 на 9 атомов); 6–15 – висмутин (5 атомов); 16–17 – икунолит (7 атомов). В сумму анализа 1 входит 0.94 масс. % цинка. Me – сумма металлов: Pb, Ag, Bi, Sb, Fe, Cu; X – сумма S, Se, Te. Здесь и далее анализы выполнены в лаборатории рентгеновских методов Аналитического центра ДВГИ ДВО РАН на рентгеноспектральном микроанализаторе GEOL JXA-8100 с энергодисперсионным спектрометром INKA-sight производства Oxford Instruments (Великобритания); аналитик Г.Б. Молчанова.

Таблица 2. Состав сульфотеллуридов висмута месторождения Кировского (мас. %).

Элем.	№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bi		79.61	78.26	79.75	79.71	79.75	76.43	58.36	58.67	60.99	61.31	57.23	56.31	60.14
Pb		3.64	3.80	2.31	3.75	3.49	5.89	-	-	-	-	-	-	-
Te		6.99	7.44	8.04	6.70	2.77	2.94	34.96	34.65	35.04	35.08	34.72	36.19	34.24
Se		6.09	6.20	4.93	5.74	8.43	10.42	-	-	1.24	-	1.10	-	0.62
S		4.36	4.35	4.66	4.25	5.65	4.71	4.08	4.06	3.95	4.10	4.04	4.07	4.34
Сумма		100.69	100.05	99.69	100.15	100.10	100.39	97.40	97.38	101.23	100.49	97.08	98.57	99.33

Формульные коэффициенты и характерные отношения элементов.

Элем.	№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Bi		3.92	3.86	4.02	3.98	3.75	3.68	2.05	2.07	2.07	2.10	1.97	1.98	-2.06
Pb		0.33	0.34	0.12	0.33	0.26	0.29	-	-	-	-	-	-	-
Te		0.56	0.59	0.67	0.55	0.21	0.23	2.01	2.00	1.95	1.98	1.96	2.05	1.92
Se		0.79	0.81	0.66	0.76	1.05	1.33	-	-	0.11	-	0.10	-	0.05
S		1.40	1.40	1.53	1.38	1.73	1.47	0.94	0.93	0.87	0.92	0.97	0.97	0.97
A/X		1.55	1.50	1.45	1.60	1.34	1.31	0.70	0.71	0.71	0.72	0.65	0.66	0.70
Te/S+Se		0.26	0.27	0.31	0.26	0.08	0.08	2.14	2.15	1.99	2.15	1.83	2.11	1.88

Примечание. Анализы 1–6 – тетрадимит-лайтакариит из висмут-пирротин-халькопирит-кварцевых прожилков (формульные коэффициенты рассчитаны на 7 атомов); 7–13 – тетрадимит из висмутин-халькопирит-кварцевых прожилков (5 атомов). A=Bi, Pb, Ag, Sb, Cu, Fe; X=Te, Se, S.

Золото-висмутин-кварцевые жилы и прожилки наиболее распространены на месторождении. Их состав варьирует в широком диапазоне. Здесь количество сульфидных минералов изменяется от менее 1 до 3–5 %; редко 10 %. В составе всех прожилков преобладает висмутин; менее распространены халькопирит, пирит, арсенопирит, самородное золото, сульфотеллуриды висмута (тетрадимит), свинцово-сурьмяно-висмутовые сульфосоли (кобеллит). Количество халькопирита, пирита, арсенопирита, блеклой руды (теннантит-тетраэдритового состава), сфалерита в сумме обычно не превышает 1 %. Причем, в мало-сульфидных прожилках эти минералы неравномерно распределены по массе прожилка, а в высокосульфидных (прожилки мощностью 2–3 см наблюдались в гранодиоритах) – они обычно сконцентрированы в околожилльных метасоматитах (березитах). Вкрапленники высокопробного (менее 10 мас. % Ag) самородного золота пространственно тяготеют к скоплениям висмутовых минералов, образуя с ними тесные сростания (рис. 3 Г, Д, Е). Сфалериты в золото-висмутин-кварцевых жилах менее железистые (7.02 мас. % Fe) по сравнению со сфалеритами из жил халькопирит-карбонат-кварцевого состава и, иногда, содержат примесь кадмия (до 0.47 мас. % Cd).

Пентландит-халькопирит-пирит-кварцевые прожилки наблюдались в дайках долеритов. Их мощность не превышает 0.5 см. В составе прожилков преобладает кварц, а количество сульфидов иногда достигает 10–15 %. Здесь из сульфидных минералов преобладает пирит (идiomорфные зерна до 1 мм в кварце и зерна изометричной формы до 0.2 мм в околожилльных метасоматитах); менее распространены пирротин, халькопирит (сростания изометричной формы до 1–1.5 мм) и пентландит (удлиненные зерна до 0.08 мм по контакту пирротина с халькопиритом); редко – самородное золото в халькопирите (низкопробное, зерна менее 0.002 мм, качественно определено рентгеноспектральным микроанализом).

Арсенопирит-глаукоdot-кварцевые микропрожилки наблюдались в молибденит-шеелит-кварцевых и халькопирит-карбонат-кварцевых жилах.

В **молибденит-шеелит-кварцевых** жилах микропрожилки карбонат-кварцевого состава с глаукоdotом, ульманитом, висмутином, икунолитом и окислами висмута (рис. 3 А) присутствуют в небольшом количестве. Перечисленные минералы обычно слагают каемки вокруг крупных (более 0.5 мм) вкрапленников самородного висмута. Самородное золото в таких участках прожилков более низкопробное (ан. 2–3, табл. 4).

В **халькопирит-карбонат-кварцевых** жилах минеральный состав микропрожилков более разнообра-

Таблица 3. Состав сложных висмута-, медь- и серебродержащих сульфоселен месторождения Кировского (мас.%).

Элем.	№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bi	53.43	52.66	41.40	41.14	53.95	53.47	63.86	65.84	-	-	-	-
Sb	7.04	7.45	-	-	-	-	-	-	-	26.60	25.30	27.82
Cu	18.89	19.39	36.16	36.77	-	1.58	2.90	3.44	26.96	28.54	33.65	33.65
Fe	-	-	-	-	0.97	0.72	-	-	4.31	2.30	4.14	4.14
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	2.46	4.72	3.20	3.20
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.88	-	-
Ag	-	-	0.86	0.89	27.59	27.13	13.11	12.37	16.16	13.17	6.15	6.15
Se	-	0.49	-	-	-	-	0.45	-	-	-	-	-
S	18.56	18.75	18.61	18.67	15.58	15.50	16.49	16.61	22.64	23.33	24.23	24.23
Сумма	97.91	98.73	97.03	97.48	98.08	98.41	97.81	98.25	99.14	99.24	99.19	99.19

Формульные коэффициенты и характерные отношения элементов.

Элем.	№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bi	0.86	0.83	1.02	1.01	1.02	0.98	2.78	2.83	-	-	-	-
Sb	0.19	0.20	-	-	-	-	-	-	-	3.92	3.66	3.91
Cu	1.00	1.01	2.96	2.96	-	0.10	0.41	0.49	7.62	7.92	9.06	9.06
Fe	-	-	-	-	0.06	0.05	-	-	1.39	0.73	1.27	1.27
Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	0.68	1.27	0.84	0.84
As	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	-	-
Ag	-	-	0.04	0.04	1.01	0.98	1.10	1.03	2.69	2.15	0.98	0.98
Se	-	0.02	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-
S	1.95	1.94	2.98	2.99	1.91	1.89	4.66	4.65	12.70	12.83	12.94	12.94

Примечание. 1-2 – Sb-эмплектит (4 атома); 3-4 – виттихенит (6 атомов); 5-6 – матильдит (4 атома); 7-8 – павонит (9 атомов); 9-11 – Ag-тетраэдрит (29 атомов).

Таблица 4. Состав самородного золота месторождения Кировского (мас.%).

Элем.	№ п.п.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Au	84.49	76.11	77.51	81.02	80.34	91.25	92.38	90.30	76.09	72.77	80.56	80.33	68.71	72.66	86.66	85.48	80.09	80.09
Ag	15.59	22.43	21.49	17.92	17.19	8.74	9.22	6.97	20.26	21.13	17.50	18.67	25.30	25.52	13.43	14.70	18.62	18.62
Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.17	2.18	-	-	-	0.67
Fe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.90	-	-	-	-
Сумма	1000.08	98.54	99.00	98.95	97.53	99.99	101.60	97.27	100.62	98.26	99.73	100.76	98.38	100.33	100.10	100.18	99.39	99.39
Прим.	центр	край	край	край	центр	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр	край	центр

Примечание. 1-3 – в сростках с самородным висмутом и висмутином; 4-5 – в сростках с кобеллитом; 6-7 – в сростках с висмутином и тетрадимитом; 8 – микровключения и сростки с висмутином и тетрадимитом в метазернистом вкрапленном глаукоде; 9-10 – по трещинам и границам зерен в халькопирите; 11-12 – микрозерна в халькопирите; 13-14 – по микротрещинам в глаукоде; 15-17 – сростки с блеклой рудой теннантит-тетраэдритового состава.

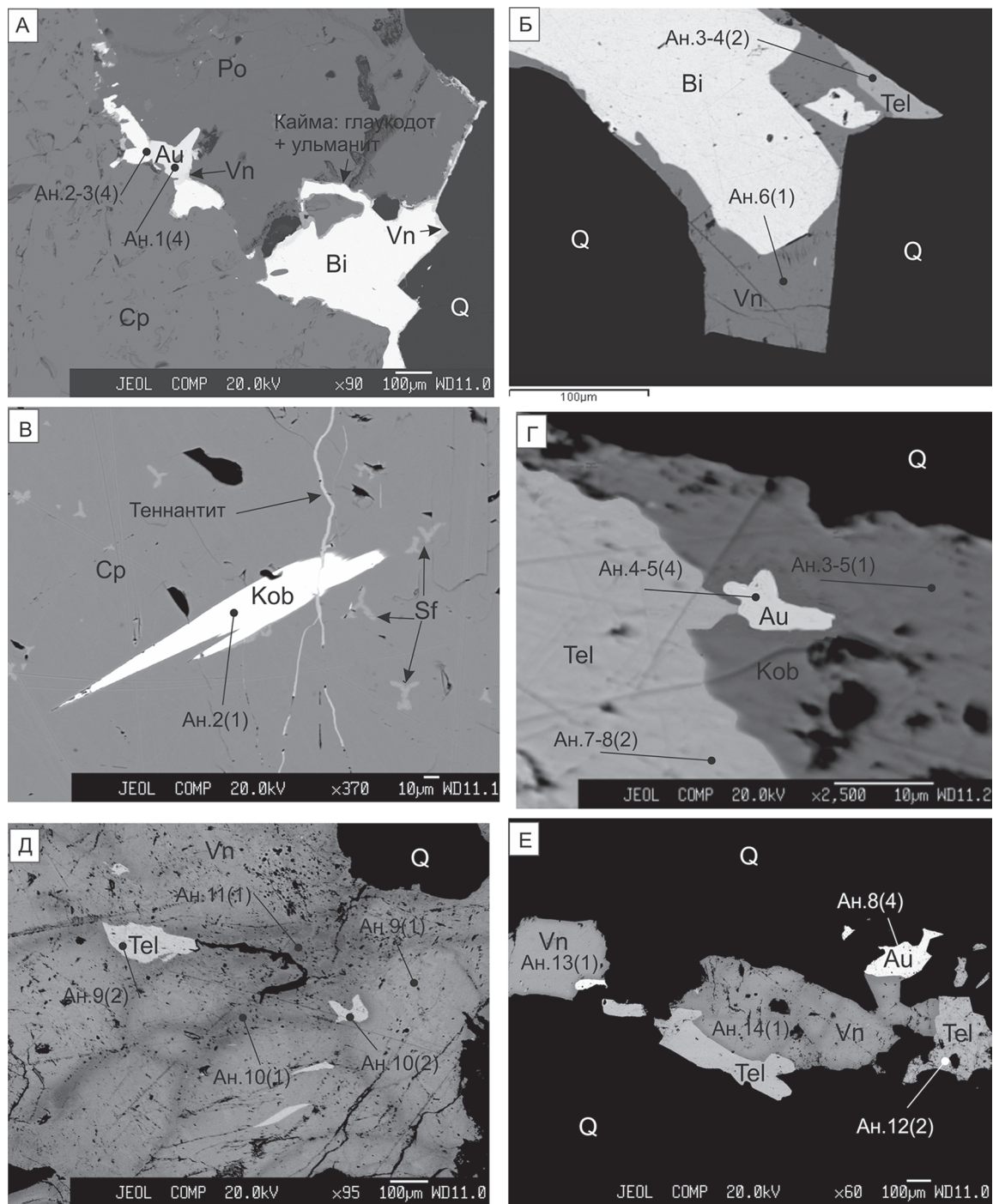


Рис. 3. Характерные взаимоотношения минералов в рудах Кировского месторождения. Снимки в отраженных электронах.

А – шеелит-кварцевые жилы. Вкрапленники висмутовых минералов и самородного золота по границе зерен пирротина и халькопирита. Вокруг висмутовых минералов каймки с глаукодотом и ульманитом. Б – шеелит-кварцевые жилы. Срастания самородного висмута с висмутином и Se-содержащим сульфотеллуридом – выполняют интерстиции зерен кварца. В – халькопирит-кварц-карбонатные жилы. Халькопирит со звездчатой вкрапленностью сфалерита (структура распада твердого раствора) с микропрожилком теннантитового состава, который пересекается игольчатой пластинкой кобеллита. Г – халькопирит-кварц-карбонатные жилы. Срастания кобеллита с сульфотеллуридом висмута (тетрадимитом) и самородным золотом. Д – золото-висмутин-кварцевые жилы. Реликты Sb-висмутин по границам зерен висмутин и тетрадимита. Е – золото-висмутин-кварцевые жилы. Висмутин с тетрадимитом и самородным золотом выполняют интерстиции зерен кварца. Принятые сокращения минералов на рисунках 3 и 4: Py – пирит, Ars – арсенопирит, Po – пирротин, Sf – сфалерит, Ten – теннантит, Tetr – тетраэдрит, Kob – кобеллит, Tel – сульфотеллурид, Bi – самородный висмут, Vn – висмутин, Au – самородное золото, Pav – павонит, Vit – виттихенит, Amp – эмплектит. Ан. 2(3) – цифры соответствуют точкам анализов в таблицах 1–4 (цифры в скобках).

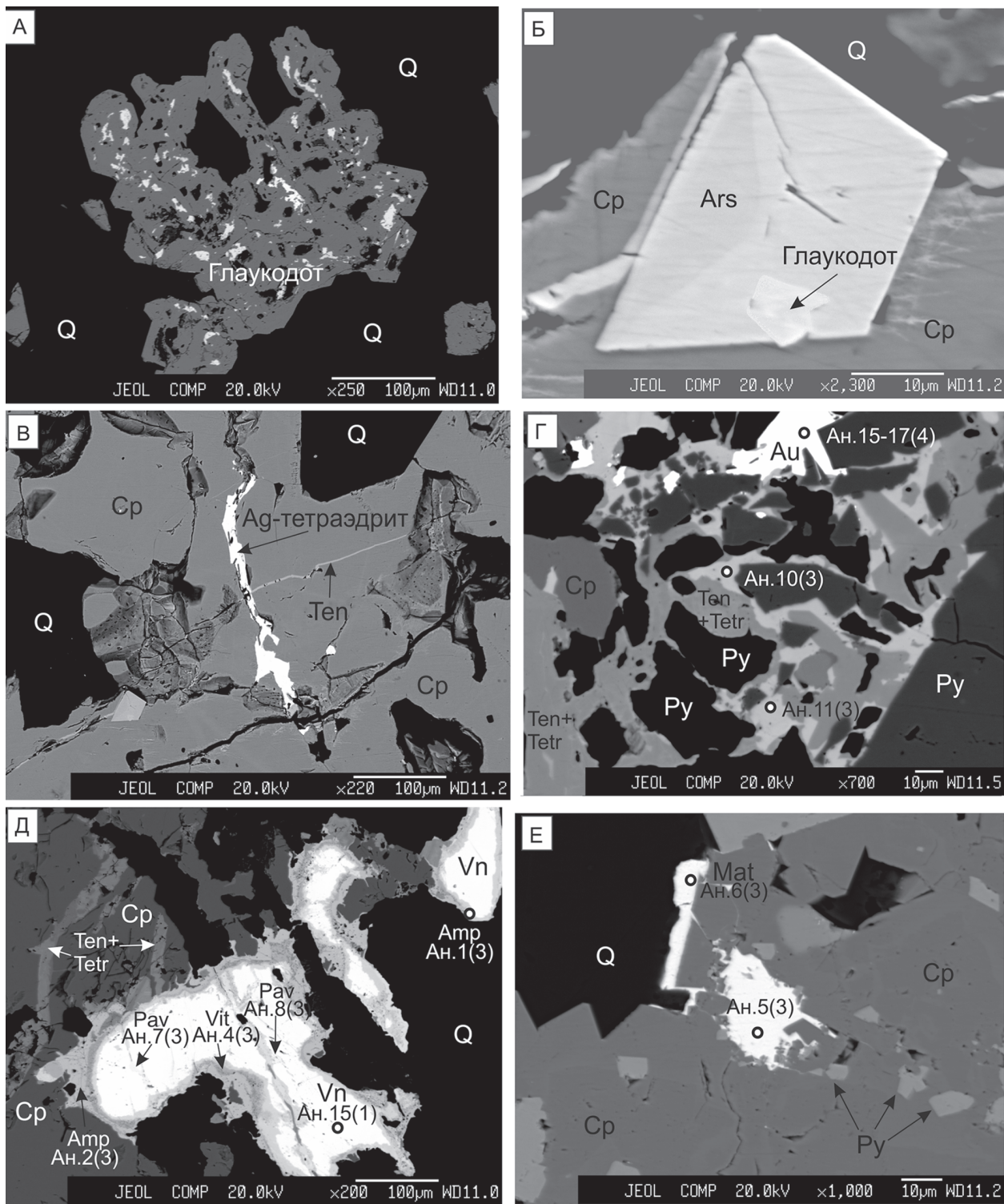


Рис. 4. Характерные взаимоотношения минералов в золотоносных жилах Кировского месторождения с наложенной пирит-глаукоdot-кварцевой ассоциацией. Снимки в отраженных электронах.

А – метавкрапленник глаукоdotа с микровключениями самородного золота, висмутина и тетрадимита золото-висмутин-кварцевой ассоциации. Б – в халькопирите идиоморфный кристалл арсенопирита поздней генерации с идиоморфным зерном глаукоdotа. В – в халькопирите прожилок Ag-тетраэдрита пересекает микропрожилок теннантита. Г – вкрапленники блеклой руды теннантит-тетраэдритового состава замещаются по границам зерен пирита (поздняя генерация) Ag-тетраэдритом. Д – каемки эмплектита с виттихенитом и павонитом развиваются по границе зерен висмутина с халькопиритом. Е – пирит (поздняя генерация) совместно с матильдитом развиваются по границам зерен халькопирита и кварца.

зен: преобладают арсенопирит, глаукодот, халькопирит (без эмульсионной вкрапленности сфалерита, рис. 4 В); менее распространены сфалерит, блеклые руды (тетраэдрит) и пирит (рис. 4 Е); редкие – матильдит, эмплектит, виттехенит, павонит, ульманит и др.

Арсенопирит и пирит (поздние генерации) наблюдались в виде мелких (до 20–30 микрон) идиоморфных зерен среди халькопирита (рис. 4 Б). В составе арсенопирита и пирита установлены примеси никеля до 2.4 и до 0.7 мас. %, соответственно. В халькопирите часто наблюдаются мелкие, изометричной формы вкрапленники (до 0.1 мм) блеклой руды (тетраэдрита). В то же время, в некоторых крупных (1–2 мм) зернах тетраэдрита часто содержится эмульсионная вкрапленность халькопирита (структуры распада твердого раствора) и самородного золота (по границам зерен; содержит 17.5–18.7 мас. % Ag; ан. 11–12, табл. 4). Блеклые руды имеют тетраэдритовый и Ag-тетраэдритовый состав. Они наблюдались в халькопирите в виде прожилков, секущих микропрожилки теннантита (рис. 4 В; ан. 9, табл. 3). Иногда блеклые руды теннантит-тетраэдритового состава замещаются по границам вкрапленников Ag-тетраэдритом (рис. 4 Г; ан. 10–11, табл. 3).

Глаукодот (до 18 мас. % Со) обычно образует метавкрапленники (до 0.2–0.3 мм) среди кварца, которые иногда на 5–10 % наполнены микровключениями висмутовых (висмутин, самородный висмут, сульфотеллуриды висмута) минералов и мелкого (до 1–2 мк) золота (рис. 4 А). Реже глаукодот образует идиоморфные зерна в арсенопирите поздней генерации (рис. 4 Б). В таких участках прожилков часто встречаются матильдит (см. рис. 4 Е) и сфалерит (клейофан) с низкими концентрациями железа (2 мас. % Fe). Эмплектит, виттехенит и павонит обычно слагают каемки вокруг висмутина (рис. 4 Д). В полированных образцах таких руд часто наблюдаются ульманит и самородное золото с содержанием серебра 13–18.6 мас. % (ан. 15–17, табл. 4).

Сопоставляя полученные аналитические данные по химическому составу минералов Кировского месторождения, нетрудно заметить, что типоморфными примесями висмутинов являются Sb, Pb, Se. Причем в висмутинах ранних генераций количество сурьмы варьирует от 8–9 до 12 мас. %, при устойчивых содержаниях свинца – 2–3 мас. % (рис. 3 Д – темные участки висмутина; ан. 10–11, табл. 1). В висмутинах поздних генераций (рис. 3 Д – светлые участки висмутина и рис. 3 Е; ан. 9, 13, 14, табл. 1) содержания сурьмы обычно не превышают 2.5 мас. %, свинец отсутствует, а количество селена иногда достигает 0.77 мас. %. Вероятно, такой состав

висмутинов обусловлен последовательностью кристаллизации висмутовых минералов: свинцово-сурьмяно-висмутовые сульфосоли (кобеллиты; ан. 1–5 табл. 1), которые близки по составу к Vi-тинтингаиту Устарасайского месторождения [10]; затем Sb-висмутин – висмутин – тетрадимит – золото. Повышенные концентрации селена (до 0.58–0.78 мас. %) более характерны для сульфотеллуридов поздних генераций.

Самородное золото в золото-висмутин-кварцевых прожилках имеет разный состав. Так, в сростках со свинцово-сурьмяно-висмутовыми сульфосолями золото содержит 17–18 мас. % Ag; в сростках с высокосурьмянистым висмутином преобладает золото, содержащее 8–9 мас. % Ag; в сростках с селенсодержащим висмутином – 5–6 мас. % Ag.

Наблюдаются вариации и в составе блеклых руд: от теннантита до тетраэдрита (Sb – 8–16 мас. %). В единичных случаях в блеклых рудах промежуточного (As–Sb) состава установлена примесь висмута (до 4.37 мас. %), а в тетраэдритах – серебра (до 0.7–0.9 мас. %).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Обобщая результаты изучения взаимоотношений постгранитоидных кварцевых жил и прожилков, содержащих золотую минерализацию, состава минералов и их типоморфных особенностей, можно предложить трехстадийную модель последовательности формирования золотосодержащих минеральных ассоциаций в рудах Кировского месторождения.

В первую стадию отлагались шеелит-сульфидно-кварцевые руды, среди которых можно выделить (в гранитах и аплитах) молибденит-шеелит-кварцевую и шеелит-халькопирит-кварцевую ассоциации, различающиеся только по количественному соотношению минеральных фаз.

Во вторую стадию формировались сульфидно-кварцевые руды, представленные пирит-арсенопирит-кварцевой, халькопирит-карбонатно-кварцевой и золото-висмутин-кварцевой ассоциациями.

В третью стадию формировались жилы и микропрожилки с Cu-Ni и Sb-Co минерализацией, преимущественно ассоциирующие с дайками долеритов. Они представлены пентландит-халькопирит-кварцевой и арсенопирит-глаукодот-кварцевой ассоциациями.

Перечисленные выше ассоциации во многом отражают минеральный состав наблюдаемых на месторождении жил и прожилков. Похожие ассоциации ранее предлагали выделять Л.П. Гуров [9] и В.Г. Моисеенко с соавторами [14]. Исключением является только арсенопирит-глаукодот-кварцевая ассоциация, которая наложена на ассоциации более ранних стадий минерализации.

Предлагаемая авторами трехстадийная модель формирования золотого оруденения на Кировском месторождении может быть обусловлена разным элементным составом эволюционирующих во времени гидротермальных растворов и разными условиями минералообразования стадий.

Так, отличительной чертой *первой стадии* является присутствие в гидротермальных растворах молибдена (молибденит), вольфрама (шеелит), фосфора (фторапатит; до 4.66 мас. % фтора), железа (пирротин), меди (халькопирит), висмута (самородный висмут, висмутин) и др. По элементному составу и условиям формирования минеральные ассоциации первой стадии Кировского месторождения имеют много общего с такими же ассоциациями вольфрамовых месторождений [4]. Они образовались из высокотемпературных (более 350°C; распад твердого раствора халькопирита в сфалерите и сфалерита в халькопирите; [21]), малосернистых, с повышенной фосфорноносностью (присутствие акцессорного фторапатита) гидротермальных растворов в восстановительных условиях (присутствие в рудах пирротина и самородного висмута – температура кристаллизации 271°C; [11]) при вариациях pH от 6.3 до 7.7 (присутствие шеелита; [1]). Примечательно, что сульфотеллуриды висмута первой стадии минерализации значительно обогащены селеном по сравнению с сульфотеллуридами второй стадии. Здесь его концентрации иногда достигают 8–10 мас. % Se при средних значениях 4–6 мас. % Se.

Спектр рудных элементов в составе гидротермальных растворов *второй стадии*, судя по составу руд, отличается от спектра первой. Здесь, кроме железа (пирит) и меди, присутствуют мышьяк (арсенопирит), сурьма (Sb-висмутин, тетраэдрит, Sb-висмутин), висмут (висмутин, сульфотеллуриды висмута) и самородное золото. Минеральные ассоциации этой стадии также начинали кристаллизоваться при высоких (500°C) температурах (распад твердого раствора тетраэдрита в халькопирите; [19]), но из более высокосернистых (присутствие пирита вместо пирротина) гидротермальных растворов при pH менее 6.5. Обращает на себя внимание тот факт, что во всех ассоциациях этой стадии наблюдается одинаковая последовательность кристаллизации минералов при их разных соотношениях в жилах. Так, первыми кристаллизуются арсенопирит и пирит, затем халькопирит, сфалерит и блеклые руды теннантит-тетраэдритового состава, далее – свинцово-сурьмяно-висмутовые сульфосоли – Sb-висмутин – висмутин – сульфотеллуриды висмута – самородное золото. Следует отметить, что в ранних ассоциациях (пирит-арсенопирит-кварцевой) этой стадии преобладают блеклые руды теннантитово-

го, а в поздних (халькопирит-карбонат-кварцевой и золото-висмутин-кварцевой) – тетраэдритового состава.

Определяющими элементами *третьей стадии* являются кобальт (глаукоdot), медь (халькопирит, эмплектит, виттихенит), висмут, серебро (матильдит, павонит), сурьма (Ag-тетраэдрит), никель (ульманит, пентландит) и др. Примечательно, что в ассоциациях этой стадии минерализации установлено самое низкотемпературное самородное золото (21–22 мас. % Ag; ан. 2–3, табл. 4; краевые части более ранних зерен), которое по составу иногда приближается к электруму (более 25 мас. % Ag; микротрещины в глаукоdotе, ан. 13–14, табл. 4). В этих же ассоциациях встречается и Ag-тетраэдрит с содержаниями серебра до 16.2 мас. %. В целом, ассоциации этой стадии более низкотемпературные (менее 200°C) относительно ассоциаций предыдущих стадий, на что указывает присутствие в них павонита и матильдита [22].

Анализ результатов показывает, что самородное золото на Кировском месторождении представлено не одной генерацией, как предполагалось ранее, а несколькими – тремя генерациями.

Первая генерация (пробность более 900) наиболее распространена в рудах месторождения. Она пространственно и генетически ассоциирует с ранней висмут-теллуридной минерализацией.

Вторая генерация золота (пробность от 750 до 850) ассоциирует с халькопирит-блеклорудной минерализацией. Такая закономерность характерна для большинства золоторудных месторождений Восточного Забайкалья, в пределах северного обрамления Монголо-Охотской сuture [16].

Третья генерация самородного золота (пробность менее 700, до электрума) представляет собой особый интерес. Она установлена только в рудах, где проявлена сложная Co-Ni-Cu-Ag-Sb минерализация, являясь специфической минералогической особенностью золоторудной минерализации Кировского месторождения.

Сопоставляя полученные результаты с данными по золото-висмутовым месторождениям Северо-Востока, можно сделать вывод, что в целом изученные руды Кировского месторождения являются комплексными и их следует относить к золото-висмутовому типу [3, 7], который в большинстве случаев характеризует рудно-магматические системы с минерализацией, генетически связанной с магматическими комплексами I-S типа, как это проявлено на Северо-Востоке России [8] и в структурах золоторудного пояса Тинтина восточной части Центральной Аляски [18, 20]. По стадийности минералообразования (от ранних ассоциаций с турмалином до поздних с минералами никеля, кобальта и сурьмы), минеральному составу продук-

тивных на золото минеральных ассоциаций и типоморфным признакам минералов Кировское месторождение имеет большое сходство с Дарасунским, менее со Средне-Голготайским месторождениями золото-сульфидного типа, расположенными на сопряженных территориях Восточного Забайкалья [15, 16]. Результаты выполненных исследований могут быть использованы при металлогеническом районировании региона, разработке технологических схем обогащения руд коренных источников, а также для прогнозной оценки малоизученных крупномасштабных по запасам золоторудных объектов.

Работа выполнена при поддержке грантов ДВО № 12-II-CO-08-030, № 12-III-A-08-146, № 12-III-A-08-145, № 12-III-B-08-165.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брызгалин Д.В. О генезисе шеелита в месторождениях скарнового типа // Геохимия. 1958. № 3. С. 195–204.
2. Васильев И.А., Капанин В.П., Ковтонюк Г.П. и др. Минерально-сырьевая база Амурской области на рубеже веков. Благовещенск, 2000. 168 с.
3. Гамянин Г.Н., Горячев Н.А. Золото-редкометалльное оруденение Северо-Востока России // Тихоокеан. геология. 1998. Т. 17, № 3. С. 88–94.
4. Гвоздев В.И. Рудно-магматические системы скарновых шеелит-сульфидных месторождений Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2010. 338 с.
5. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. 572 с.
6. Горощко М.В., Каплун В.Б., Малышев Ю.Ф. Джелтулакский разлом: глубинное строение, эволюция, металлогения // Литосфера. 2010. № 6. С. 38–54.
7. Горячев Н.А., Бердников Н.В. Типы рудоносных гранитоидов юго-восточной части мезозойда Северо-Востока России и их флюидная специализация // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 3. С. 40–52.
8. Горячев Н.А., Гамянин Г.Н. Золото-висмутовые (золото-редкометалльные) месторождения Северо-Востока России: типы и перспективы промышленного освоения // Золоторудные месторождения России. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2006. С. 50–62.
9. Гуров Л.П. Минеральные ассоциации Кировского золоторудного месторождения (Верхнее Приамурье) // Золотая минерализация Верхнего и Среднего Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. С. 11–86.
10. Дунин-Барковская Э.А. Геохимия и минералогия висмута (Чаткало-Курамнинские горы). Ташкент: Изд-во “ФАН” УзССР, 1978. 272 с.
11. Колонин Г.Р. О самородном висмуте как о геологическом термометре. V. Кристаллизация висмута в гидротермальных условиях // Материалы по генетической и экспериментальной минералогии. Новосибирск: Наука, СО АН СССР, 1971. Т. VI. С.15–25.
12. Константинов М.М. Золоторудные провинции мира. М.: Науч. мир, 2006. 338 с.
13. Кошеленко В.В., Мавринская С.А., Колесников А.А. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. 1:200 000. Изд. 2-ое. Сер. Становая. Лист N-51-XVII: Объясн. зап. СПб., 2009. 170 с.
14. Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Шергина Ю.П. Возраст формирования Кировского золоторудного месторождения Приамурья // ДАН. 1999. Т. 369, № 3. С. 354–356.
15. Прокофьев В.Ю., Бортников Н.С., Зорина Л.Д. и др. Генетические особенности золото-сульфидного месторождения Дарасун (Восточное Забайкалье, Россия) // Геология руд. месторождений. 2000. № 6. С. 526–548.
16. Спиридонов А.М., Зорина Л.Д., Китаев Н.А. Золотоносные рудно-магматические системы Забайкалья. Новосибирск: Академ. изд-во “ГЕО”, 2006. 291 с.
17. Степанов В.А. Геология золота, серебра и ртути. Ч. 2. Золото и ртуть Приамурской провинции. Владивосток: Дальнаука, 2000. 160 с.
18. Bakke A. A. The Fort Knox “porphyry” gold deposit – structurally controlled stockwork and shear quartz vein, sulphide-poor mineralization hosted by a Late Cretaceous pluton, east-central Alaska / Ed. T. G. Schroeter // Porphyry deposits of the Northwestern Cordillera of North America. CIM Spec. 1995. V. 46. P. 795–802.
19. Edwards A.B. Solid solutions of tetrahedrite in chalcopyrite and bornite // Proc. Australian Inst. Min. and Met.. 1946. No. 143. P. 141–155.
20. McCoy D.T., Newberry R.J., Leyer P. et al. Plutonic-related gold deposits of Interior Alaska // Econ. Geol. -Monogr. 1997. V. 9. P. 191–241.
21. Sugaki A., Yamae N. Thermal studies in the intergrowth of chalcopyrite and sphalerite // Sci. Rep. Tohoku Univ. Sendai, 1952. P. 103–110.
22. Van Hook H.J. The ternary system $Ag_2S - Bi_2S_3 - PbS$ // Econ. Geol. 1960. V. 55, N 4. P. 759–788.

Рекомендована к печати В.Г. Гоневчуком

V.I. Gvozdev, N.A. Goryachev, A.S. Vakh, D.G. Fedoseev, B.I. Semenyak

Mineral composition and typomorphic features of minerals from gold-ore veins of the Kirovskoe deposit (Upper Priamurye)

A collection of quartz veinlets with ore mineralization has been sampled from the dumps of the old pit of the S.M. Kirov mine and new exploring traverse trenches of the Kirovskoe deposit. Mineral associations productive for gold mineralization have been distinguished, the composition of main ore minerals has been studied, and their typomorphic features have been described. Problems of genesis of the associations and deposit are discussed.

Key words: gold deposits, mineral associations, mineralogy, genesis, Upper Priamurye.