

УДК 553.411 (470.22)

ЗОЛОТОРУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ КОЙКАРСКОЙ СТРУКТУРЫ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАРЕЛИЯ

О. Б. Лавров, Л. В. Кулешевич

Институт геологии Карельского научного центра РАН

В Койкарской структуре Центральной Карелии известны архейские колчеданные руды и протерозойские золотосодержащие кварцевые конгломераты. В архейской части структуры был выявлен новый тип Au-Sb-As-S-минерализации в кварцевых жилах, приуроченный к субмеридиональной сдвиговой зоне (проявление Северо-Гирвасское). Оруденение представлено пиритом, арсенопиритом, Fe-Ni-Co-стибио-сульфоарсенидами, галенитом, Ag-Bi-галенитом, халькопиритом, сфалеритом, пентландитом, висмутом, электрумом, кюстелитом, гаухекорнитом, матильдитом, образовавшимися в мезотермальных условиях ($T = 350\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$), источник вещества которых был комплексный. Некоторые минералы установлены в Карелии впервые. Металлогенические перспективы структуры на золото могут быть связаны со сдвиговыми зонами, насыщенными сульфидно-кварцевыми жилами.

К л ю ч е в ы е с л о в а : стибิโอ-сульфоарсенидно-кварцевые карбонатные жилы, шир-зона, мезотермальные условия, архейские и протерозойские комплексы, Карелия.

O. B. Lavrov, L. V. Kuleshevich. GOLD MINERALIZATION OF THE KOIKARY STRUCTURE, CENTRAL KARELIA

Archaean pyrite ores and Proterozoic auriferous quartz conglomerates are known to occur in the Koikary structure, Central Karelia. A new type of Au-Sb-As-S mineralization in quartz veins, confined to a near-N-S-trending shear zone, was revealed in the Archaean part of the structure. The mineralization is represented by pyrite, arsenopyrite, Fe-Ni-Co-stibio-sulphoarsenides, galena, Ag-Bi-galena, chalcopyrite, sphalerite, pentlandite, bismuth, electrum, küstelite, hauchecornite and matildite which formed under mesothermal conditions ($T = 350\text{--}200\text{ }^{\circ}\text{C}$). The source of their matter was complex. Some of the minerals were found in Karelia for the first time. The metallogenic (gold) potential of the structure could be associated with shear zones saturated with sulphide-quartz veins.

Key words: stibio-sulphoarsenide-quartz carbonate veins, shear zone, mesothermal conditions, Archaean and Proterozoic complexes, Karelia.

Геологическое строение Койкарской структуры

Койкарская структура представляет собой небольшую сжатую антиклинальную складку архейских зеленокаменных пород, имеющих крутое падение. Она перекрыта палеопротерозой-

скими отложениями, обрамляющими ее со всех сторон (рис. 1). Структура хорошо изучена [Светова, Мельянцева, 1985; Опорные разрезы..., 1992; Светов и др., 2003, 2005]. Отложения архейского возраста представлены породами питкилампинской (коматииты и толеитовые базальты) и кивилампинской свит (кислыми и средни-

ми вулканитами, слоистыми и агломератовыми туфами, хемогенными осадками). Кислая пачка тяготеет к северной части структуры, где в туфах наиболее широко распространен кислый обломочный материал. В восточной части структуры больше развиты серицитовые сланцы по туфам. Обе свиты перекрыты терригенными осадками (граувакками, песчаниками, полимиктовыми конгломератами), в которых устанавливается и гранитный материал. Цемент этих пород, по мнению А. И. и С. А. Световых, зависит от состава подстилающих толщ. В восточной и северо-восточной части зеленокаменной структуры кислая пачка перекрывается терригенными осадками, включающими конгломераты (с обломками разного состава), граувакками, аркозовыми песчаниками. В восточной части структуры наиболее распространены хлорит-серицитовые и углеродсодержащие тонкослоистые сланцы, силициты, маломощный горизонт карбонатных пород.

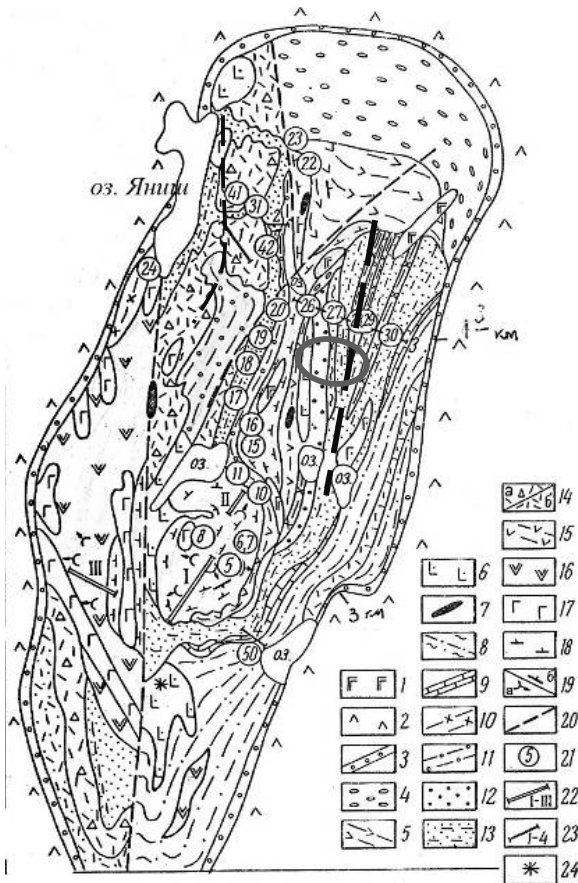


Рис. 1. Схема геологического строения Койкарской структуры [по: Опорные разрезы..., 1992]

Условные обозначения см. по ссылке: 1–4 – протерозойские отложения; 5–18 – лопийские толщи; 19 – элементы залегания; 20 – предполагаемые разломы, более жирным выделена Северо-Гирвасская шир-зона. Обведенная область – площадь расположения карьеров

Архейские толщи прорываются дайками габбро-диабазов, дацитов-риодацитов (AR возраста), силлом габбро-долеритов (PR возраста). В северной части они перекрываются сариолийскими и сумийскими отложениями (полимиктовыми конгломератами и андезибазальтами), а в обрамлении – ятулийскими кварцевыми конгломератами, кварцито-песчаниками, базальтами и карбонатными породами, входящими в разрез нижнего и верхнего ятулия западного борта Онежской структуры.

Лопийские толщи изучались в обнажениях и на карьере ООО «Карелминера» вблизи поворота грунтовой дороги от пос. Гирвас к д. Койкары. Здесь карьером были вскрыты силициты и разнообразные сланцы (рис. 2). Добываемые на карьере «кровельные» хлорит-серицитовые сланцы относятся к малоуглеродистым, они содержат С ~ 1,4–2,5 %, по данным С. И. Рыбакова [Опорные разрезы..., 1992]. В западной стенке карьера вскрыты силициты, затем залегают карбонатсодержащие ржаво-бурые породы и желтоватые серицитовые сланцы. Кварц-серицитовые сланцы содержат мелкие обломки-включения (лапилли) размером от нескольких мм до 10 см и имеют риодацитовый состав. Восточнее за ними в разрезе следуют хлорит-серицитовые углеродсодержащие сланцы серого цвета, которые в зоне деформации смяты в небольшие складки и содержат рассеянную вкрапленность и линзовидно-гнездовые обособления пирита (колчеданная минерализация), карбонат и кварц.

Верхнеятулийские базальты, вскрытые в расположенных восточнее карьерах этого же предприятия, представляют собой миндалекаменные красновато-серые гематит-эпидотсодержащие базальты. Они и нижежащие толщи прорываются Койкарским силлом габбро-долеритов. Верхнеятулийские базальты отличаются высоким содержанием железа и высокой степенью его окисления. Залегание протерозойских пород пологое.

С лопийским вулканогенно-осадочным комплексом связаны серно-колчеданные руды Койкарского проявления [Робонен, Рыбаков, 1978; Рыбаков, 1987]. Оно приурочено к горизонту туфов восточного борта структуры северо-восточнее д. Койкары. Содержание серы в рудах достигает 46 % S. Для колчеданов оценивались ресурсы серы категорий (P₁ + P₂) – 2,75 млн т, при ср. S 31,05 % (Минерально-сырьевая база..., 2005). В верхнеятулийских базальтах встречаются кварц-гематитовые жилы. К силлам габбро-долеритов, прорывающих все толщи, приурочено титаномагнетитовое оруденение.

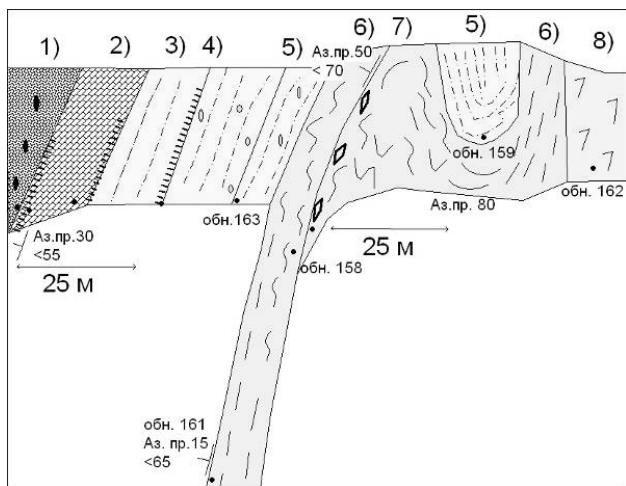


Рис. 2. Схематический разрез западного карьера ООО «Карелминера», севернее пос. Гирвас (а) и выход серицит-хлоритовых сланцев в деформационной зоне (б):

1 – силициты с конкрециями; 2 – ожезненные карбонатсодержащие сланцы; 3 – полевошпат-серицитовые сланцы по туфам дацитов-риодацитов, в том числе 5 – лапиллиевые; 4 – кварцевые жилы с сульфидами; 6 – малоуглеродистые серицит-хлоритовые («кровельные») сланцы и 7 – эти же сланцы с линзовидными обособлениями сульфидов; 8 – карбонат-слюдисто-хлоритовые сланцы

Деформации пород. Обследование западного карьера, проведенное летом 2010 г., позволило выявить субмеридиональную зону деформаций, рассланцевания, линзовидного и жильного окварцевания с сульфидами (пиритом), названную Северо-Гирвасской шир-зоной (shear zone*), а участок – Северо-Гирвасским. Изучение рудной минерализации и окколорудных изменений, проведенное впоследствии, показало, что эту сдвиговую зону с линейным жильным штокверком можно рассматривать как перспективную на золото.

В южной части карьера (рис. 2, а) наименее деформированные тонкоплитчатые сланцы имеют субмеридиональное простирание (аз. пр. 10°, угол пад. 65–70° СЗ), в северной части простирание меняется на СВ 50–55°. В западной стенке карьера в силицитах и ожезненных карбонатсодержащих породах – аз. пр. 30° (угол пад. 55–60° СЗ). В них встречаются кварцевые жилы мощностью от 5 до 50 см. К восто-

ку от них залегают серицитовые сланцы, в том числе содержащие небольшие лапилли кислого материала. Вблизи пачки серых хлорит-серицитовых низкоуглеродистых сланцев они пронизаны крупными кварцевыми жилами, мощностью до 0,2–1 м, содержащими видимые сульфиды и сульфоарсениды (пирит, арсенопирит, халькопирит, сфалерит).

При общем крутом залегании и СВВ простирании рассланцованных пород в северном борту карьера наблюдаются складчато-разрывные деформации. В серых хлорит-серицитовых «кровельных» сланцах они проявлены наиболее отчетливо (рис. 2, б). В синклинальной складке наблюдается смена доминирующего СВВ простирания на широтное (в замке) и формирование узких более мелких изоклиналиных складок. Складка (с размахом крыльев около 40 м) имеет простирание пород в крыльях: СВ 10–15°, 30–50°, 330–350°, угол падения меняется от 40 до 70° (рис. 2, а). В малоуглеродистых серицит-хлоритовых сланцах фиксируется максимальное количество линз с пиритом мощностью от 0,5 до 10 см и зон послышной пиритизации. Восточнее они вновь сменяются серицитовыми сланцами по туфам, в которых встречаются редкие сульфиды и затем залегают зеленовато-серые серицит-хлорит-карбонатсодержащие породы по коматиитам.

Таким образом, очевидно, что жильная штокверковая зона больше тяготеет к кислой части разреза, а послышная и линзовидно-прожилковая с пиритом – к пачке серых кровельных сланцев. Форма линз напоминает вытянутые и слегка изогнутые «ромбы» (аз. сторон 10 и 50°).

* Shear zones (сдвиговые или сколовые зоны, зоны среза) – узкие, обычно круто падающие, сильно деформированные зоны, по которым смещены блоки относительно слабо деформированных пород в нижней части земной коры и мантии, это зоны смятия, характеризующиеся интенсивными деформациями без видимого нарушения сплошности пород и при отсутствии единой плоскости разлома. Точный эквивалент термину shear zone в российской тектонической терминологии отсутствует. Shear zones являются примерами неоднородной природы тектонических деформаций и состава пород (разломы, складки, дробление, метаморфогенно-метасоматические преобразования, насыщенность дайками и гидротермальными жилами). Они могут рассматриваться как потенциальные проводники для перемещения минерализованных флюидов, магм, теплопереноса в литосфере.

Оба типа минерализации приурочены к наиболее деформированной части разреза, ширина около 100 м, которая и выделена как шир-зона.

Севернее карьера в обнажениях можно наблюдать рассланцованные туфы дацитов-риодацитов с двумя доминирующими системами жил, формирующих штокверк. Аз. пр. сланцев по туфам 50°. Они пронизаны субсогласными кварцевыми жилами 1-й генерации. По направлению, близкому к субмеридиональному, наблюдается наложенное рассланцевание пород и микродеформации (аз. пр. 330–350°). К этому направлению тяготеют кварцевые жилы 2-й генерации, которые смещают более ранние жилы.

Рудопроявления и минерализация в зонах сдвиговых деформаций в архейских толщах

Золоторудное проявление Северо-Гирвасское приурочено к субмеридиональной (ССВ) шир-зоне в СВ части структуры. В перекрывающих их сумийско-сариолийских толщах подобных деформаций, изменений пород и минерализации установлено не было. В зоне рассланцевания развиты низкотемпературные ассоциации зеленых сланцев (хлорит, сери-

цит, маложелезистый доломит, кварц, альбит, рутил). Нерудные минералы жил и гнезд представлены кварцем и кальцитом (в количестве до 5–10 %). Околорудные и околожилные метасоматические изменения проявлены на расстоянии в несколько сантиметров от жил – это преимущественно хлорит, серицит и кальцит. Хлорит в зеленых сланцах, в зальбандах пирит-кварц-карбонатных гнезд и отчасти более крупных жил имеет Mg-Fe-состав и железистость 51–60 %. В сланцах с вкрапленной и гнездово-вкрапленной пиритовой минерализацией его средняя $T_{обр.} = 280–290$ °C (табл. 1/9–10). Температура образования жильной ассоциации попадает в интервал 300–360 °C ($T_{cp.} = 340$ °C; для карбонат-кварцевых прожилков – 335 °C; для крупных кварцевых жил – 350 °C). В сростании с сульфидами в кварцевых жилах хлорит бывает более железистый (табл. 1/7–9). То есть образование жил с сульфоарсенидами (наиболее ранними рудными минералами) шло с повышением температуры, относительно метаморфического парагенезиса сланцев. Серицит содержит Na до 1,56 % (т. е. имеет большой процент парагонитовой составляющей), K 7,05 %, Si 22,87 %, Al 18,57 %, примеси Mg, Fe.

Таблица 1. Состав хлорита из сланцев и зальбандов кварцевых жил

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mg	12,13	12,69	11,49	11,79	11,02	5,36	7,55	9,19	13,47	12,62	12,98	12,53
Al	15,10	13,96	14,2	15,64	14,41	12,75	13,62	13,47	14,59	13,78	13,22	13,26
Si	14,51	14,36	14,97	14,16	14,47	14,99	13,67	14,04	14,97	15,40	15,99	14,84
Fe	15,79	17,00	17,18	16,03	18,31	27,17	25,26	22,75	14,05	15,60	15,0	17,42
O	42,47	41,99	42,17	42,39	41,79	39,73	39,89	40,55	42,92	42,59	42,81	41,94
Сумма	100	100	100,01	100,01	100	100	100	100	100	100	100	100
f (%)	57	57	60	58	62	84	77	71	51	55	54	58
Al ^{IV}	1,22	1,25	1,13	1,29	1,23	1,13	1,38	1,31	1,13	1,05	0,94	1,16
Al ^{VI}	1,79	1,54	1,70	1,83	1,65	1,42	1,34	1,38	1,78	1,70	1,70	1,49
$T_{обр.}$	330	340	300	350	330	300	380	360	300	276	240	310
Образец	Кой	Кой	Кой1а	Кой1а	Кой12	Кой13	Кой8а	Кой8в	Кой8-4	Кой8-4	Кой8-3а	Кой8-5
Уч.	26-1	27-3	20-3	20-4	2-2	1-4	4-1	13-1	4-2	23-5	8-1	18-1

Примечание. 1–5, 9–12 – Fe-Mg-прохлорит (f = 57–62 %) и 6–8 – железистый хлорит (f = 71–84 %) в зальбандах жил. 9–11 – серицит-хлоритовые сланцы с пиритовой вкрапленно-гнездовой минерализацией; 12 – хлорит-карбонатные сланцы с сульфидами. Состав приведен к 100 % (без учета воды). Температура образования хлорита рассчитана по геотермометру Катхелинио ($T_{cp.} = 325$ °C), f – железистость хлорита. Здесь и в табл. 2–11: в последней строке таблицы дается сокращенное обозначение участка спектра.

Рудная минерализация Северо-Гирвасского проявления представлена: 1) вкрапленной пиритовой минерализацией в тонкоплитчатых сланцах и обособленных карбонат-кварцевых гнездах и линзах (1-я генерация сульфидов, сопряженная с ранними складчатыми пластическими деформациями); 2) золото-стибио-арсенидно-сульфидной вкрапленной минерализацией (2-я генерация минералов в кальцит-кварцевых и кварцевых жилах и прожилках, сопряженных с более поздними жесткими деформациями). Гнездовая и жильная минерализация характеризуется следующим набором

элементов: S, As, Fe, Co, Ni, Cu, Pb, Zn, Sb, Bi, Ag, которые связаны с разными ассоциациями рудных минералов, зависящими от состава пород. Например, к карбонат-хлоритовым сланцам, вероятно образовавшимся по коматиитам, тяготеют Fe-Co-Ni-Sb-S-фазы и необычный парагенезис – кюстелит с пентландитом. В непосредственном сростании с сульфидами в жильной ассоциации и гнездах отмечаются повышенные концентрации аксессуарных минералов – монацита, ксенотима, встречаются апатит, циркон, режерит.

Вкрапленный, гнездово-вкрапленный линзовидный или послойный 1-й тип рудной минерализации в хлорит-серицитовых сланцах представлен преимущественно пиритом, в небольшом количестве с ним встречаются халькопирит, иногда герсдорфит. В пирите установлены удлиненно-призматические и иголь-

чатые кристаллы сульфосолей Pb и Cu размером 1–2 × 4–10 мкм: фалькманит $Pb_3Sb_2S_6$, фаматинит Cu_3SbS_4 , менегинит $Pb_{13}(Fe,Cu)Sb_7S_{24}$, $T_{обр.} < 300$ °С. С ними установлены единичные мельчайшие зерна гессита, $(Pb,Bi)Te$ (1–3 мкм), золота (Au 100 %, 3 мкм) и молибденит (табл. 2).

Таблица 2. Сульфиды и сульфосоли вкрапленной пиритовой минерализации 1-го типа

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	55,17	37,17	27,33	27,69	30,04	22,16	21,87	23,14	22,42	25,72	17,51	37,19
Fe	44,83	28,33	2,28	2,16	1,94	5,26	4,89				2,76	
Cu		34,51	38,45	39,01	36,67		1,60					
Sb			31,94	31,13	31,35	20,52	20,77	21,56	20,93	21,78	18,96	
Pb						52,06	50,88	55,30	56,65	52,50	60,76	
Mo												62,81
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Образец	кКой-8/4		кКой-8/3а					кКой-8/4				кКой-8/3а
Уч.	21-1	21-1	21-2	21-3	21-4	30-1	31-1	36-1	34-2	29-1	34-1	18-1

Примечание. 1 – пирит; 2 – халькопирит; 3–5 – фаматинит $(Cu,Fe)_3SbS_4$; 6–10 – фалькманит $Pb_3Sb_2S_6$; 11 – менегинит $Pb_{13}(Fe,Cu)Sb_7S_{24}$ (примесь Fe в сульфосолях, по-видимому, может появляться за счет захвата матрицы); 12 – молибденит. Здесь и в табл. 4–11: пустые ячейки – элемент не обнаружен.

Второй кварцево-жильный тип руд содержит пирит, сульфоарсениды ряда глаукодаталлоклазит-кобальтин $(Co,Fe,Ni)AsS$, герсдорфит $(Fe,Ni)AsS$, ульманнит $NiSbS$, пирротин, пентландит, халькопирит, сфалерит, галенит, Ag-Pb-Bi-S-фазы (Ag-Bi-галенит – $(Pb,Bi,Ag)S$,

кобеллит $Pb_6(Fe,Cu)Bi_4Sb_2S_{16}$), висмут, матильдит $AgBiS_2$, Ag-тетраэдрит, реже единичные зерна акантита, серебра, гессита и очень редко киновари (табл. 3–8). С сульфидами встречаются тонкодисперсные электрум и кюстелит (табл. 9).

Таблица 3. Арсенопирит рудопроявления Северо-Гирвасского

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8
S, %	24,4	24,02	23,71	23,30	23,63	23,29	22,58	22,98
Fe	32,72	32,56	33,27	32,77	32,49	34	33,64	32,69
As	42,88	43,42	43,02	43,94	43,88	42,71	43,78	44,32
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	99,99
As ат., %	29,82	30,32	30,07	30,87	30,75	29,92	30,90	31,24
$T_{обр.}, ^\circ C$	300	315	305	355	350	300	355	355
Образец	лКой13	лКой13	лКой13	лКой13	лКой13	кКой8в	кКой8в	кКой8а
Уч.	1-2	1-5	20-3	24-1	25-1	2-4	15-1	5-4

Примечание. $T_{cp.} = 330$ °С.

Таблица 4. Со-Ni-сульфоарсениды (ряд аллоклазит-глаукодат-кобальтин-герсдорфит)

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
S	23,34	22,50	21,13	26,11	22,41	22,75	23,58	23,49	24,56	22,98	22,98
Fe	3,87	5,13	3,86	5,33	3,44	2,08	5,68	3,05			
Co	27,80	28,96	31,50	26,08	28,68	31,70	24,41	27,25	31,85	31,23	31,23
Ni								1,76			
As	45,19	43,41	43,49	42,49	45,47	43,46	46,33	44,46	43,59	45,79	45,79
Сумма	100	100	100	100,01	100	99,99	100	100	100	99,99	100
Образец	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Койк	ЛКойк	ЛКойк	Койк	Койк	Койк
Уч.	9-1	11-4	11-9	19-1	35-4	4-1	31-4	31-3	14-1	27-1	5-1

Окончание табл. 4

Элемент	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
S	21,94	23,21	22,50	23,21	21,85	21,26	21,47	20,48	21,81	49,62	48,62	56,76
Fe	1,76		0,79	4,08	4,14	3,86	1,67	9,40	7,30	37,21	34,01	42,05
Co	25,50	25,11	25,55	27,66	26,38	27,87	8,12	7,20	6,16		3,93	1,19
Ni	6,48	8,38	7,29	4,39	4,08	2,78	17,06	19,86	19,19	3,76	3,08	
As	42,87	43,40	40,62	40,65	43,54	43,87	45,68	43,06	45,54	9,40	10,35	
Sb	1,46		3,24									
Сумма	100	100,1	99,99	100	100	100	100	100	100	100	99,99	100
Образец	Койк	Койк	Койк	Койк	ЛКойк	лКойк4	ЛКойк	кКой-1	лКойк14	кКой-1	лКойк	лКойк
Уч.	15-2	5-1	20-2	15-1	31-2	6-1	31-5	16-1		16-4	31-3	31-4

Примечание. 1–8 – глаукодат $(Co,Fe)AsS$; 9–11 – аллоклазит $CoAsS$; 12–17 – кобальтин $(Co,Ni,Fe)AsS$; 18–20 – герсдорфит $(Ni,Co,Fe)AsS$. Зональные кристаллы пирита в сростании с герсдорфитом: 21–23 – Ni, Co, As-пирит.

Таблица 5. Со-Ni-сульфоантимониды

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S	16,90	16,0	14,93	16,31	15,03	16,06	16,54	16,26	17,90	25,93	27,14	28,14	24,91
Fe	1,74	2,38	–							2,70	2,10	2,72	2,30
Ni	24,30	25,80	27,06	25,22	25,25	25,56	26,11	25,56	24,41	47,91	47,81	41,39	43,79
As	4,05	5,82											
Sb	53,01	50,19	58,01	58,48	59,72	58,39	57,35	58,18	57,68	23,47	22,95	8,64	11,36
Bi												19,12	17,44
Сумма	100	100	100	100	100	100,01	100	100	99,99	100,01	100	100,01	99,80
Образец	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-1	кКой-8/5	кКой-8/5	лКойк	лКойк	лКойк	лКойк	лКойк	лКойк
Уч.	16-2	16-3	17-1	18-1	18-2	20-1	22-1	38-1	29-1	24-1	25-1	25-2	25-3

Примечание. 1–9 – ульманнит NiSbS; 10–11 – тучекит; 12–13 – гаухекорнит.

Таблица 6. Сульфиды никеля, кобальта, меди

Элемент	1	2	3	4	5	7	6	8	9	10	11	12	13	14	15
S	36,95	45,29	36,69	37,25	40,78	36,07	30,98	43,77	36,92	36,81	43,84	45,46	54,22	38,68	28,71
Fe	25,75	30,10	30,63	29,28	27,91	28,67	29,77	24,26	26,63	30,81	25,04	13,51	38,63	30,33	1,83
Ni	37,3	24,61	32,68	33,47	31,30	35,26	40,26	27,10	31,89	32,39	31,11	31,03			
Co								4,87	2,02			10,0	7,16		
Cu									2,54					30,99	69,46
Сумма	100	99,99	100	100	99,99	100	100,01	100	100	100	100	99,99	100,01	100	100
Образец	Кой-1	Кой-1	Койк	кКойк	кКойк	Кой-8/5	Кой-8/5	Лкойк	кКойк	Лав Койк	Лав Койк2	кКойк	кКойк	кКой1а	кКой1а
Уч.	16-6	16-7	14-3	15-3	12-3	20-4	20-6	3-1	15-8	6-1	2-3	12-5	19-1	13-1	18-2

Примечание. 1–9 – пентландит; 10–11 – виоларит; 12 – Со-пентландит; 13 – Со-пирит; 14 – халькопирит; 15 – ярровит (ковеллин).

Таблица 7. Сульфиды железа и полиметаллов

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
S	42,97	59,53	35,90	34,54	36,05	16,60	16,03	34,96	37,02	57,99	58,77	30,05	28,30	31,13
Fe	57,03	40,47	2,80	2,22	1,13			8,02	4,67	38,52	41,23	16,22	17,43	16,67
Zn			61,30	61,54	62,82			57,02	58,31					
Pb						83,40	83,97							
Cu												27,80	23,13	30,24
Ag												25,93	31,14	21,96
As										3,49				
Сумма	100	100	100,1	98,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Образец	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-1	Кой-а	Кой-1	Койк	Койк	Койк	кКой1	кКой1	Лкойк	Лкойк	Лкойк
Уч.	11-1	19-2	11-6	8-1	32-1	10-1	12-1	12-1	13-1	19-2	19-3	12-1	12-3	12-5

Примечание. 1 – пирротин; 2 – пирит; 3–5, 8–9 – сфалерит (4 анализ – 1,70 % Cd); 6–7 – галенит; 10–11 – зональный кристалл пирита; 12–14 – (Ag,Fe,Cu)S-фаза (подобна ковеллину).

Таблица 8. Состав Ag-Bi-Pb-Sb-S-соединений и Ag-Cu-сульфосолей

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
S	14,93	15,17	14,75	13,94	17,23	17,49	20,76	19,06	21,91	27,96	22,62	19,27	17,54	16,54
Fe									5,99	6,70	6,12			
Cu									13,56	12,05	13,60			
Ag	5,28	2,41		4,31	2,83	2,08	1,88	1,80	32,51	29,14	31,38	80,73	28,12	26,74
Pb	73,01	77,44	76,8	75,95	42,71	42,74	74,49	76,57						8,07
Bi	6,78	4,98	8,47	5,80	26,98	27,97							54,35	48,65
Sb					9,10	8,84			26,02	23,62	26,29			
Se							2,87	2,57						
Сумма	100	100	100	100	98,85	99,12	100	100	100	100	100	100	100	100
Образец	Койк	Койк	Койк	Койк	Койк	Койк	кКой	кКой	кКой8а	кКой8а	кКой8а	кКой	Койк	Койк
Уч.	1-1	1-2	13-1	2-1	2-2	1-3	15-5	15-6	17-1	17-4	17-7	15-9	2-1	3-1

Примечание. 1–4 – Bi-Ag-содержащий галенит (Pb,Bi,Ag)S; 5–6 – кобеллит Pb₆(Fe,Cu)Bi₆Sb₂S₁₆ (в ан. 6 – Cu 1,15 %); 7–8 – Ag-Se-содержащий галенит (в ассоциации с кюстелитом); 9–11 – аргентотетраэдрит; 12 – акантит Ag₂S; 13–14 – матильдит AgBiS₂.

Таблица 9. Состав самородных элементов (электрум, кюстелит)

Эле-мент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ag	37,63	39,86	43,51	36,45	37,34	37	38,94	30,97	22,23	26,49	17,93	69,53	84,92
Au	62,37	60,14	56,49	63,55	62,66	63,0	60,13	69,03	77,77	73,51	82,07	30,47	15,08
Te							0,93						
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Обра-зец	кКой-1	кКой-1	кКой-1	кКой-1	лКойк	лКойк	лКойк	LKoik	LKoik	лКойк-2	лКойк-2	кКой	кКой
Уч.	24-3	24-2	23	24	13	14-1	14-2	14-1	30-1	31-1	3-1	15-4	14-2

Примечание. 1–11 – электрум; 12–13 – кюстелит.

Первыми среди рудных минералов выделяются пирит, арсенопирит и другие сульфоарсениды (табл. 3–6, рис. 3), в зависимости от их соотношения можно выделять минеральные подтипы. При содержании в арсенопирите $As = 29,8–30,85$ ат. % (ассоциация арсенопирит + пирит ± пирротин) его средняя температура образования была около $330\text{ }^{\circ}\text{C}$ (табл. 3), что близко к температуре образования хлорита из зальбандов жил. Пирит образует хорошо ограненные кристаллы, имеет некоторый дефицит железа, иногда содержит примеси Co, Ni, As (табл. 4, 6, 7). Встречаются зональные зерна с аномальным содержанием As $9,4–10,3$ %, Ni $3,08–3,76$ %, часто с включениями других Ni-арсенидов (рис. 3/5, табл. 4/19–23).

Сульфоарсениды выделяются в форме мелких хорошо ограненных ромбических и призматических, иногда зональных зерен (рис. 3). Они образуют изоморфный ряд аллоклазит-глаукодот-кобальтин с замещением Co Fe, Ni; из анионов содержат As, S, редко примесь Sb (рис. 4). Герсдорфит, как показывают результаты микросондового исследования, выделяется самостоятельно. Появление Ni-Co-сульфоарсенидов и сульфоантимонидов в архейских зеленокаменных поясах, в разрезах которых развиты коматииты, происходит на стадии метаморфогенно-метасоматических преобразований этих пород и привносе As и Sb. Подобные ассоциации известны на участках Золотые Пороги, Рыбозеро в Восточной Карелии, месторождении Монарх на севере ЮАР, на рудном поле Калгурли в Австралии.

В сростании с зональными сульфоарсенидами, сульфидами полиметаллов, пиритом, пирротинном, пентландитом образуются сульфоантимониды (ульманнит) и более редкие Ni-Bi-Sb-Bi-фазы (тучекит $Ni_9Sb_2S_8$ и гаухекорнит Ni_9BiSbS_8) (табл. 5, рис. 3–4). Тучекит (размер зерен 13×22 мкм) был обнаружен в сростании с гаухекорнитом и галенитом (рис. 3/6). Эти Ni-Bi-Sb-S-минералы и подобный парагенезис с галенитом и висмутом были впервые установлены для Карелии. Пирротин в жилах распространен в небольшом количестве, он выделяется после арсенидов и пирита и в сростании с ними в мелких порах и

трещинках. Пентландит – широко распространенный минерал в этих рудах, встречается в ассоциации с глаукодотом, халькопиритом, герсдорфитом, галенитом, кюстелитом (рис. 3, табл. 6). По нему при окислении иногда развивается виоларит.

Сульфиды полиметаллов выделяются после пирротина. Халькопирит и сфалерит – достаточно широко распространенные минералы жил. Сфалерит в ассоциации с арсенидами содержит Fe до $1,2–2,8$ %, в сростании с пиритом – до $4,67–8,3$ % (табл. 7), чем и отличается от темных Fe-сфалеритов колчеданных руд в архейских зеленокаменных поясах [Робонен и др., 1978]. В отдельных зернах сфалерита установлено до $\sim 1,7$ % Cd. Галенит выделяется в дефектах и трещинках крупных кристаллов пирита, арсенопирита и самостоятельно в породе, иногда в сростании с монацитом (рис. 3/7). Он встречается в двух генерациях. Галенит-1 образует зерна разного размера, выделяется после сфалерита, сечет сульфоарсениды, содержит многочисленные вросстки самородного висмута (рис. 3/4). Галенит-2 образует более мелкие зерна (размером $1–6$ мкм) в сростании с Pb-Bi-Sb-S-фазой (кобеллит) и Sb-содержащим висмутом. Галенит-2 содержит примеси Ag (до $2,4–5,3$ %) и Bi (до $8,5$ %). Иногда в крупных зернах галенита в центральной части бывают включены ветвистые сростания, представляющие распад твердого раствора на несколько минеральных фаз – Ag-тетраэдрит, Ag-Cu-Bi-Pb-Sb-S-фазу и Ag-Sb-висмут (рис. 3/10, табл. 8/9–11). Более высокой смесимости с Bi и появления самостоятельной фазы (хейровскийит с Bi до $21–23$ %, устойчивой выше 200°) установлено не было. Реже встречается Se-содержащий галенит (табл. 8/7–8).

В сростании с Pb-Bi-Sb-S-фазами выделяется более редкий матильдит $AgBiS_2$, он устойчив ниже $T = 195\text{ }^{\circ}\text{C}$. С матильдитом галенит может образовывать твердые растворы при $T > 210\text{ }^{\circ}\text{C}$, но ниже этой температуры оба минерала существуют самостоятельно. То есть можно считать, что Ag-Bi-галенит и матильдит $AgBiS_2$ в данном парагенезисе образовались при T около $200–195\text{ }^{\circ}\text{C}$. Акантит Ag_2S , более редкий и низкотемпературный мине-

рал ($T < 145-105\text{ }^{\circ}\text{C}$), был обнаружен в сростании с кюстелитом (рис. 3/3). В краевых частях зерен халькопирита, при обогащении его Ag, образуются пламенивидные вроски фазы (Ag,Fe,Cu)S (рис. 3/11, табл. 7/12–14). По составу минерал подобен штрмейериту, но по соотношению катионов и анионов 1 : 1 соответствует Ag-ярровиту (ковеллину, $T < 157\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Au и Ag образуют самостоятельные соединения – преимущественно электрум (Ag ~ 20–43,5 %) и кюстелит (Ag 69,53 % и более) (рис. 3/1–3, табл. 9). Электрум выделяется в микротрещинках в пирите, кюстелит – в сростании с пентландитом, халькопиритом, галенитом, акантитом. Форма зерен золота неправильная, пленочная, размер от 1×3 до 3×40 мкм. В образце с пленочным золотом обнаружено единичное зерно киновари (размером 3 мкм, рис. 3/1).

Необычная ассоциация рудных минералов установлена в жилах, содержащих повышенную концентрацию висмута. Привнос Bi, Ag и Sb на заключительной стадии рудообразования сопровождался образованием Bi-содержащего галенита, кобеллита, матильдита (табл. 8/13–14), самородного висмута ($T_{\text{пл.}} < 271\text{ }^{\circ}\text{C}$), висмута с примесью Sb (2,86–10 %) и содержанием Sb до 20 % (табл. 10/12–13, обр. Койк12а). Этот редкий антимонид висмута Bi_7Sb_3 образует игольчатые кристаллы (рис. 3/15).

В сростании с кальцитом и хлоритом в обр. Койк14 было встречено округлое зерно самородного кадмия размером 180×300 мкм ($T_{\text{пл.}} < 300\text{ }^{\circ}\text{C}$). Столь редкие находки кадмия известны и были сделаны в 70–80-х гг. прошлого века в полиметаллических рудах Верхоянья (Восточная Сибирь). Новый минерал был изучен и утвержден М. И. Новгородовой [Новгородова и др., 1982]. На поверхности зерна кадмия в отдельных участках фиксируется окисная пленка монтепонита (CdO).

В поверхностной зоне окисления с первичными рудными минералами появляются ковеллин, куприт, гематит, гидроокислы железа, единичные зерна церрусита.

Последовательность минералообразования. Первым в жилах выделялся пирит, ему близок по времени формирования арсенопирит и арсениды Co-Ni (аллоклазит-глаукот-кобальтин, герсдорфит), затем идут пирротин, пентландит, ульманнит, халькопирит, сфалерит, галенит. Начало рудообразования оценивается по средней температуре образования арсенопирита и хлорита в околожильном парагенезисе: она была около 325–330 °C. Присутствие Ag-золота, висмута (~270 °C), а также более редких сростаний Ag-Pb-Bi-S-фаз, матильдита с Ag-Bi-галенитом, иногда серебра позволяют предполагать, что температура снижалась до ~200 °C. Таким образом, Au-Sb-As-S-кварцевые жилы можно рассматривать как среднетемпературные, а рудопроявление относить к мезотермальному типу ($T = 330-200\text{ }^{\circ}\text{C}$), образовавшемуся в сдвиговой зоне в условиях зеленосланцевой фации на небольших глубинах в условиях снижения температуры в приоткрывающихся трещинах (т. е. в шир-зонах, формировавшихся при растяжении). Судя по высокому содержанию Ag, золото образовалось при наиболее низких температурах указанного интервала. Последние более редкие Ag-содержащие минералы (серебро, акантит, Ag-ярровит) кристаллизовались при снижении температуры (до 157–105 °C).

Источник вещества был комплексный: он включает элементы, высвобождаемые при метаморфизме колчеданных руд (S, Fe), кислых туфов и измененных коматиитов (Ni, Co). Дополнительный привнос вещества (Pb, Zn, Bi, Ag, Au, As, Sb), как предполагается, происходил за счет корового источника (под влиянием гранитов). Как выше было показано, жилы и оруденение не выходят в протерозойские толщи. Однако некоторое поступление вещества, вероятно, было возможно и за счет более поздних процессов, о чем свидетельствует появление в колчеданных рудах незначительного количества барита и примеси селена.

Таблица 10. Состав самородного висмута и Sb-Bi фаз

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Bi	100	100	100	91,82	96,09	93,79	87,49	97,14	79,58	80,62
Ag				2,83			3,04			
Sb				5,35	3,91	6,21	9,46	2,86	20,42	19,38
Сумма	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Образец	кКой8в	кКой8а	ЛКойк12а	кКой8а	лКойк13	лКойк12а	лКойк12а	лКойк12а	лКойк12а	лКойк12а
Уч.	5-2	14-1	13-3	17-6	27-1	11	9-1	3-1	7-1	7-2

Примечание. 1–3 – самородный висмут; 4–8 – Sb-Ag-содержащий висмут; 9–10 – Bi_7Sb_3 .

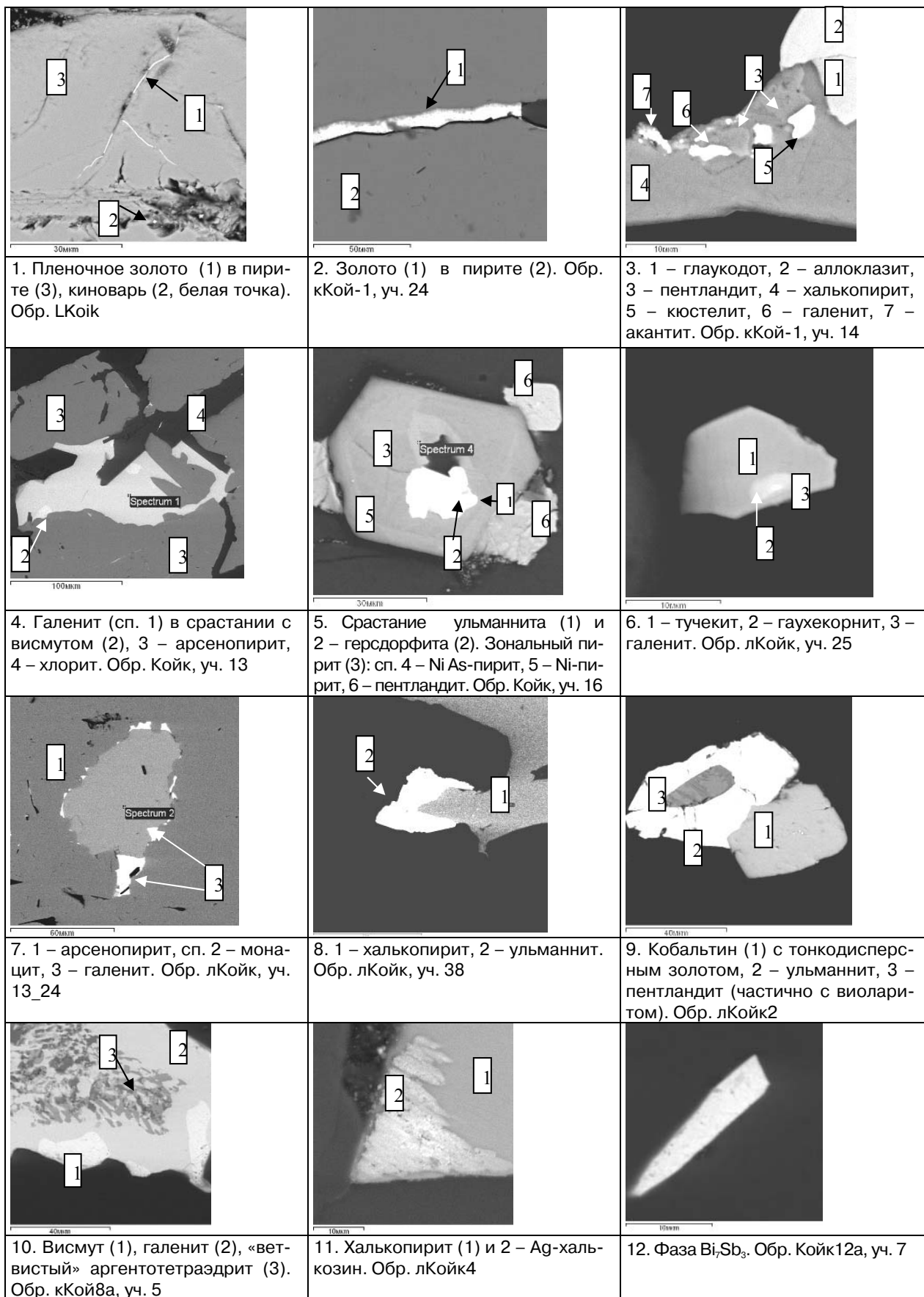


Рис. 3. Минеральные ассоциации рудопроявления Северо-Гирвасского

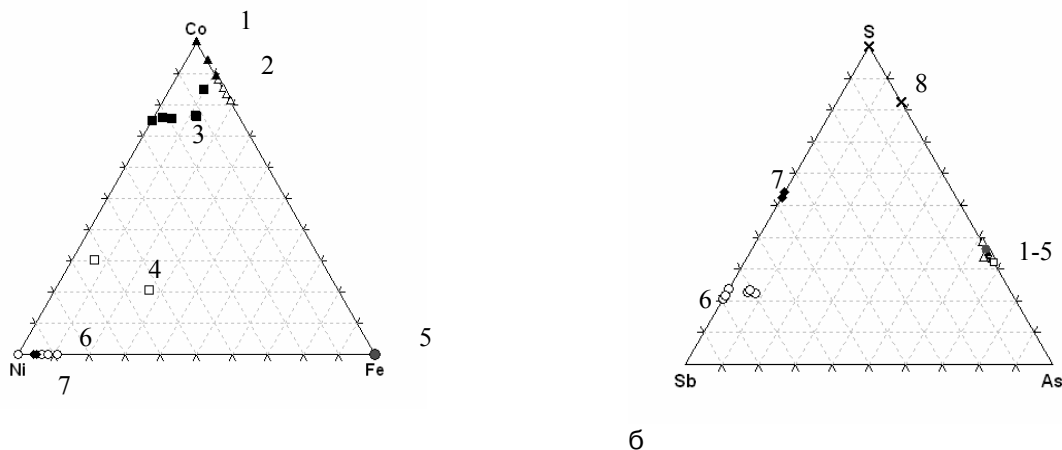


Рис. 4. Диаграммы сульфо-стибиоарсенидов Co-Ni-Fe (а) и S-Sb-As (б):

изоморфные фазы: 1 – аллоклазит, 2 – глаукодот, 3 – кобальтин; 4 – герсдорфит; 5 – арсенопирит; 6 – ульманнит; 7 – тучекит; 8 – пирит, As-пирит

Оруденение Северо-Гирвасского проявления представлено Au-Sb-As-S-типом. Первые определения Au показали пока низкие значения. Прогнозные ресурсы не оценивались. Золото встречается с гнездово-вкрапленной глаукодот-кобальтин-арсенопирит-пиритовой минерализацией самостоятельно и в ассоциации с более низкотемпературными минералами в карбонат-кварцевых жилах, приуроченных к зоне сдвиговой деформации ССВ простирания, которая прослеживается по простиранию на расстояние около 200 м.

Колчеданные рудопрооявления. Колчеданные руды в лопийских толщах Койкарской структуры приурочены к переслаиванию сланцев по туфам кислого состава и низкоуглеродистых сланцев [Робонен и др., 1978; Рыбаков, 1987]. Они представлены несколькими субсогласными пластообразными телами. Протяженность залежи около 60–130 м, мощность около 6 м, зоны с минерализацией до 15 м. Падение крутое субсогласное с вмещающими зелеными сланцами по туффитам или кремни-

стыми осадками, простирание субмеридиональное. Руды мелкозернистые, послойно-вкрапленные, сложены пиритом. Реже вблизи вмещающих толщ в них незначительно увеличивается содержание пирротина (2–5 %), встречаются единичные зерна халькопирита. Приконтактных околорудных изменений во вмещающих породах не наблюдается. Руды, как и вмещающие толщи, слабо метаморфизованы в зеленосланцевой фации. Для Койкарского месторождения С. И. Рыбаковым среди силицитов и колчеданных руд отмечались конкреционные формы кварц-халцедоновые и пирита [Рыбаков, 1967].

Микрозондовое минералогическое изучение колчеданных руд месторождения Койкарского показало присутствие в них кроме пирита мелких редких включений пирротина (<1 %), незначительного количества магнетита, единичных зерен галенита, Mn-Fe-сфалерита, монацита, реже ксенотима, а также более редких поздних наложенных минералов, таких как единичные зерна клаусталита и барита (табл. 11).

Таблица 11. Минералы колчеданных руд Койкарского месторождения

Элемент	1	2	3	4	5	6	7	8
S	55,65	56,33	40,4	36,33	15,88	13,35	15,89	26,87
Fe	44,35	43,67	59,56	9,97				
Zn				49,89				
Mn				3,81				
Pb					84,12	86,65	84,11	
Se								73,12
Образец	Koi2	Koi3	Koi2	Koi3	Koi2	Koi2	Koi2	Koi2
Уч.	4-4	1-2	4-3	1-1	4-1	6-1	2-1	3-1

Примечание. 1–2 – пирит; 3 – пирротин; 4 – сфалерит; 5–7 – галенит; 8 – клаусталит.

Обследование и переопробование этих вкрапленных колчеданных существенно пиритовых руд на золото проводилось по за-

лежам, выходящим на поверхность в районе небольшого озера в восточной части структуры. Руды содержат низкие концентрации

полиметаллов и их редкие минералы. Золото во вкрапленных и более богатых рудах обнаружено не было. Тем не менее данный тип рассматривается нами как возможный источник концентрирования рудогенных элементов, учитывая и то, что толща с сульфидной вкрапленной минерализацией прослеживается к северу до Северо-Гирвасского участка. Колчеданные руды могли «поставлять» серу при метаморфогенно-метасоматических преобразованиях. Однако невысокое содержание пирротина в колчеданах, что характерно для зеленосланцевой фации, свидетельствует о незначительном обогащении растворов метаморфогенной серой и, соответственно, малосульфидном типе поздних карбонат-кварцевых жил.

Закономерности локализации Au-U-Th рудопроявлений в протерозойских кварцевых конгломератах

Наиболее благоприятными для накопления золота совместно с ураном в осадочном процессе являются нижние горизонты ятулийских разрезов, представленные кварцевыми конгломератами, гравелитами и кварцито-песчаниками. Кварцевые конгломераты ятулийского надгоризонта в нижней части пластов («струи, линзы») бывают обогащены Au, Th, U и некоторыми другими элементами. Они опробовались геологами КГЭ при проведении здесь поисковых работ в 60–70-х гг. прошлого столетия, и по результатам этих работ в Койкарской структуре были выделены несколько Au-U-Th-рудопроявлений [Леонтьев, 1997].

Кварцевые конгломераты (или сцементированные галечники) – это высокозрелые терригенные существенно кварцевые породы, образованные в результате разрушения, перемыва и переотложения выветрелых пород доятулийского фундамента. По мнению А. П. Светова, область накопления ятулийских осадков имела площадное распространение и охватывала большую часть Карельского кратона и часть Мурманского блока. В. З. Негруца считал, что денудации подвергался неглубокий слой суши центральной части Карельского кратона [Негруца, 1990]. В условиях гумидного и семиаридного климата происходило разрушение и химическое выветривание выведенных на поверхность более древних пород, в частности гранитов и вулканогенно-садочных толщ архейского возраста, содержащих кварцевые жилы. Легкие компоненты выносились,

кварцевожильный материал водными потоками перемещался плохо и накапливался. При этом отложение галечников (кварцевых конгломератов) происходило в условиях сильно расчлененного рельефа во внутриконтинентальных депрессиях – в межгорных впадинах, руслах рек, дельтах, эстуариях. Относительно генезиса кварцевых конгломератов существуют две доминирующие точки зрения о том, что это: 1 – элювиально-пролювиальные отложения рек, озер, потоковые или приустьевые образования или 2 – дельтовые и прибрежно-шельфовые отложения. Отложения кварцевых конгломератов чередуются со зрелыми кварцевыми либо аркозовыми песчаниками (если ближе к поверхности находится гранитное основание). В зависимости от обстановки накопления и удаленности от источника сноса формировались фации с разной крупностью и окатанностью обломков. Онежская депрессия в протерозое представляла собой водоем, окруженный расчлененным горным рельефом, куда с Карельского кратона осуществлялся снос.

В западном обрамлении Онежской структуры к базальным кварцевым конгломератам ятулийского надгоризонта приурочен ряд Au-U-Th-проявлений в кварцевых конгломератах (Черный Наволок, Койкары, Гирвас, Пальеозеро-1, 2, Святнаволок и некоторые другие). Все эти объекты были выявлены в ходе поисковых работ на золото и уран вблизи зон структурно-стратиграфических несогласий (КГЭ, ВСЕГЕИ и «Невскгеология»). Рудная минерализация этих проявлений (рассеянная вкрапленная) представлена гематитом, уранинитом, настураном, торитом, пиритом, пирротинном, халькопиритом, золотом, встречаются единичные выделения арсенопирита, галенита, сфалерита, молибденита. Форма зерен золота неправильная, комковатая, дендритовидная, размер составляет 0,01–0,4 мм (по материалам КГЭ). Среднее содержание Au невысокое, но максимальные значения иногда достигают значительных концентраций, например, на проявлении Пальеозеро-1 – 4,6 г/т, на Черном Наволоке – от 0,1–1 г/т до 26–111 г/т (С-7), Койкары и Кедрилампи (вблизи оз. Тедрлампи) – от 0,1 до 8–13 г/т, в районе пос. Гирвас – 0,2–1,23 г/т [Леонтьев и др., 1997].

По данным Ю. К. Гуменного (производственные геологические работы 1971–1975 гг.), на наиболее значительном из перечисленных рудопроявлений Черный Наволок, расположен

ном между озерами Викшозеро и Куоккилампи, в кварцевых конгломератах установлена бедная минерализация, представленная торитом, гематитом, пиритом, пирротином, золотом (размер золотин около 0,05 мм). При изучении конгломератов (проявления Койкары, Кедрилампи) авторами были обнаружены лишь акцессорные минералы – разбитый аутигенный циркон, новообразованный торит $\text{Th}(\text{SiO}_4)$ в сростании с брабантитом $\text{CaTh}(\text{PO}_4)_3$ (требует доизучения). Для золотосодержащего оруденения в кварцевых конгломератах Койкарской структуры следует также отметить повышенное содержание Ag, установленное при их литохимическом опробовании (10–123 г/т Ag [Леонтьев и др., 1997]).

Металлогеническая специализация Койкарской структуры. Как вытекает из изложенного материала, основные перспективы Койкарской структуры на обнаружение золота связаны со сдвиговыми зонами в архейских толщах и кварцевыми конгломератами ятулийского обрамления. Кроме изученной Северо-Гирвасской шир-зоны, ранее выделялись меридиональные разломы в СЗ части Койкарской структуры – Янишский и Каллиеволампинский (см. рис. 1), которые, как представляется авторам, также могут быть перспективными на обнаружение жильных или штокверковых типов оруденения.

Рудная минерализация Северо-Гирвасского проявления после детального изучения была отнесена к мезотермальной с необычной ассоциацией минералов, содержащих Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Bi, As, Sb, Ni, Co, Cd. Эти элементы указывают на то, что источники вещества были разные: привнос из глубинных источников и переотложение за счет метаморфогенно-метасоматического преобразования разных типов, в том числе ультраосновных. На этом рудопроявлении, отнесенном к Au-Sb-As-S-кварцевому типу, кроме пирита, установлены около 38 минералов, из них несколько новых для Карелии (тучекит, гаухекорнит, Ag-Bi-галенит, кобеллит). Очень необычна ассоциация золота, галенита, сфалерита, пентландита, Fe-Co-Ni-Sb-S-As-фаз (стибиосульфо-арсенидов), подобная встречается на месторождении Рыбозеро в Восточной Карелии, описывается для некоторых месторождений рудного поля Калгурли (Австралия), Монарх в ЮАР. Температура образования руд снижалась от 350–300 до ~200–105 °С.

Золото, образующееся в этой ассоциации, отличается повышенным содержанием серебра (электрум), вплоть до образования кюстелита. В рудной минерализации распространен

висмут, Sb-Bi, реже присутствуют акантит и серебро. Более продуктивными являются жильные ассоциации с полиметаллами. Жильная система на Койкарской площади, по-видимому, была развита достаточно широко. Колчеданные руды не золотоносны, они содержат очень низкие концентрации полиметаллов.

Ятулийские крупногалечниковые кварцевые конгломераты, перекрывающие лопийские толщи и распространенные практически на всей этой площади, как установлено предшествующими работами КГЭ, обогащены золотом. Это косвенно свидетельствует о перспективности подстилающих архейских толщ на жильный тип оруденения. Для рудной минерализации конгломератов отмечаются повышенные содержания Ag и разнообразные минералы-спутники, подобные ассоциациям коренных архейских пород.

Таким образом, завершая металлогенический анализ Койкарской структуры, следует отметить, что, несмотря на относительно невысокие концентрации золота, установленные пока для архейского проявления Северо-Гирвасского, перспективы обнаружения золота в ССВ сдвиговых зонах, сопровождающихся низкотемпературными преобразованиями и окварцеванием, достаточно высокие. В конце позднего архея, по мнению С. А. Светова, структура развивалась как пулл-апарт бассейн (структура растяжения), с накоплением фаций позднеархейских конгломератов [Светов и др., 2005]. Положителен и тот момент, что как региональный, так и дислокационный метаморфизм в Койкарской структуре не превышал зеленосланцевой фации [Володичев и др., 2002], а зоны субмеридионального рассланцевания с системой ССВ жил (шир-зоны) формировались как зоны трансенции, что является благоприятным фактором при металлогенической оценке структуры.

Литература

Володичев О. И., Кулешевич Л. В., Кузенко Т. И. Эндогенные режимы метаморфизма в различных геодинамических обстановках докембрия Карелии. Рук. научный отчет // Фонды ИГ КарНЦ РАН. 2002. 187 с.

Леонтьев А. Г. и др. Составление регистрационной карты золотоносности масштаба 1 : 500 000 с кадастрами месторождений, рудопроявлений и пунктов минерализации и площадей геохимических аномалий (участков), перспективных на золото // Фонды ТФГИ. Инв. № 469. Петрозаводск, 1997.

Минерально-сырьевая база Республики Карелия. Петрозаводск: Карелия, 2005. 280 с.

Опорные разрезы верхнеархейских отложений // Стратиграфия докембрия Карелии. Петрозаводск, 1992. 190 с.

Негруца В. З. Докембрийская формация кварцевых конгломератов Балтийского щита. Апатиты, 1990. 255 с.

Новгородова М. И., Живцов Д. А., Горшков А. И. и др. Самородный кадмий из Южного Верхоянья // Записки ВМО. 1982. Ч. 111, вып. 3. С. 304–315.

Робонен В. И., Рыбаков С. И. и др. Серноколчеданные месторождения Карелии. Л.: Наука, 1978. 192 с.

Рыбаков С. И. Об оолитовых пиритовых рудах некоторых серно-колчеданных месторождений Южной Карелии и их метаморфизма // Геология рудных месторождений. 1967. № 4. С. 87–92.

Рыбаков С. И. Колчеданное рудообразование в раннем докембрии Балтийского щита. Л.: Наука, 1987. 272 с.

Светов С. А., Светова А. И., Назарова Т. Н. Корреляционные реперные уровни в верхнеархейском Хаутавааро-Койкарском стратотипе // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 6. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2003. С. 3–12.

Светов С. А., Светова А. И., Назарова Т. Н., Антропова Е. А. Неоархейские пулл-апарт бассейны Центрально-Карельского террейна: породные последовательности и литогеохимическая характеристика // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2005. С. 5–17.

Светова А. И., Мельянцева Н. В. Строение сумийского комплекса и его соотношение с лопийскими и сариолийскими образованиями в Койкарской структуре // Операт.-информ. материалы. Петрозаводск, 1985. С. 36–41.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Лавров Олег Борисович

научный сотрудник
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
тел.: (8142) 783471

Кулешевич Людмила Владимировна

ведущий научный сотрудник, канд. геол.-минер. наук
Институт геологии Карельского научного центра РАН
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,
Россия, 185910
эл. почта: kuleshev@krc.karelia.ru

Lavrov, Oleg

Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
tel.: (8142) 783471

Kuleshevich, Lyudmila

Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian
Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: kuleshev@krc.karelia.ru