

Л. В. Кулешевич, О. Б. Лавров

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПЕДРОЛАМПИ И ЗОЛОТОРУДНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭЛЬМУССКОЙ ПЛОЩАДИ

Месторождение Педролампи расположено в центральной части Эльмусской структуры на западном берегу небольшого озера Педролампи в 3,5 км юго-западнее оз. Орехозеро и приурочено к субмеридиональной сдвиговой зоне милонитизации, рассланцевания и метасоматического преобразования пород семчереченской и бергаульской свит лопийского комплекса. Рудная зона локализуется вблизи контакта с вулканогенно-осадочными толщами небольшой ятулийской Педролампинской структуры. Месторождение было обнаружено КГЭ (Сиваев, Горошко, 1982), разведывалось и оценивалось ГПП «Невскгеология» (Петров, 1995; Новиков, 1997) и последующими работами АО «Педролампи» под руководством А. Ф. Горошко. Рудная минералогия изучалась Ю. С. Полеховским (Шариков и др., 2002), которым были выделены несколько генераций золота и установлены редкие минералы МПГ и соединения золота и серебра, и Л. В. Кулешевич. Подсчетом запасов и ресурсов месторождения занималось ГПП «Невскгеология» (Новиков, 1997). Для этого небольшого месторождения были установлены запасы категории С₂, равные 0,93 т, и определены прогнозные ресурсы категорий Р₁ (центральная часть) и Р₂ (на флангах), составляющие 2,56 т и 7 т.

Авторами данной работы изучались геологическое строение, кислый магматизм и характер деформаций Эльмусской площади и непосредственно строение участка Педролампи. Были проанализированы данные магнито- и электроразведки в пределах участка. Детально изучалась локализация кварцевых жил и оруденения, околорудные метасоматические изменения, рудная минералогия с целью установления последовательности и условий рудообразования. Непосредственному выполнению этой работы содействовал А. Ф. Горошко, предоставивший материалы по магнитному и электрическому полям участка Педролампи и участвовавший в обсуждении вопросов, касающихся локализации оруденения. По данной территории были проанализированы и использованы фондовые материалы предыдущих исследований разных геологических организаций – КГЭ и «Невскгеология».

Геологическое строение Эльмусской площади и участка Педролампи

Изучение геологического строения Эльмусской зеленокаменной структуры, выделяемой чаще как Эльмусская площадь, и оценка ее металлогенических перспектив проводились Карельской ГЭ и ГПП «Невскгеология» (Сиваев, Горошко, 1982; Петров, 1995; Новиков, 1997). Эльмусская площадь входит в состав Сегозерско-Ведлозерского зеленокаменного пояса, слабо обнажена и отличается недостаточной изученностью магматизма. В этой структуре в лопийском комплексе пород известны серноколчеданные, полиметаллические, сульфидные никелевые (Педро-ручей), золоторудные проявления и месторождение золота Педролампи (рис. 1). На южном и западном продолжении зеленокаменных толщ в Койкарской и Семченской лопийских структурах расположены небольшие проявления золота и колчеданных руд. В юго-восточной части площади в ореоле Карташинского гранитного массива известны молибден-редкометалльные проявления.

В геологическом строении Эльмусской площади принимают участие архейские и протерозойские образования (рис. 1). Породы лопийского комплекса прослеживаются от Койкарской структуры до Семчеозера и имеют субмеридиональное простирание (аз. пр. 0–20°) и крутое падение к востоку или западу. Южнее пос. Эльмус толщи разворачиваются и в субширотном направлении прослеживаются в Семченской структуре. Протерозойские структуры имеют синклинальное строение, северо-западное и субмеридиональное простирание с крутым падением крыльев. Протерозойские образования представлены сумийско-сариолийскими и ятулийскими отложениями.

В региональном плане в пределах площади установлены субмеридиональные и субширотные сдвиги позднеархейского возраста. Эти региональные деформации в целом определили заложение позднеархейских бассейнов и совместно с северо-западной тектоникой – формирование протерозойских интракратонных синклинальных структур в пределах рассматриваемой площади. Постъятулий-

ские сдвиговые деформации в пределах площади имеют доминирующее северо-западное простирание, к этим зонам приурочены дайки габбро-диабазов.

Семчереченская свита лопийского комплекса представлена метабазами и их туфами. Широкие магнитные аномалии, выделяемые в северо-западной части площади, связаны с коматиитами и интрузивными ультрабазами. В средней части разреза залегают кислые и средние вулканогенно-осадочные образования бергаульской свиты – полосчатые и агломератовые туфы и вулканы, представленные

кварц-карбонат-слюдисто-хлоритовыми, кварц-карбонат-хлорит-серицитовыми и углеродсодержащими сланцами с прослоями вкрапленных и массивных колчеданных руд. В верхней части разреза Эльмусской структуры развиты метапесчаники, граувакки, полимиктовые конгломераты с обломками различных пород, подобные выделяемым в Койкарской структуре. Слабоокатанные гальки в составе конгломератов участка Педролампи имеют разный размер от 1 до 10 см, глыбы до 1,5 м, и представлены кислыми породами, туфами, риодацит-порфирами, кварцем, цемент в них карбонат-хлорит-серицитовый.

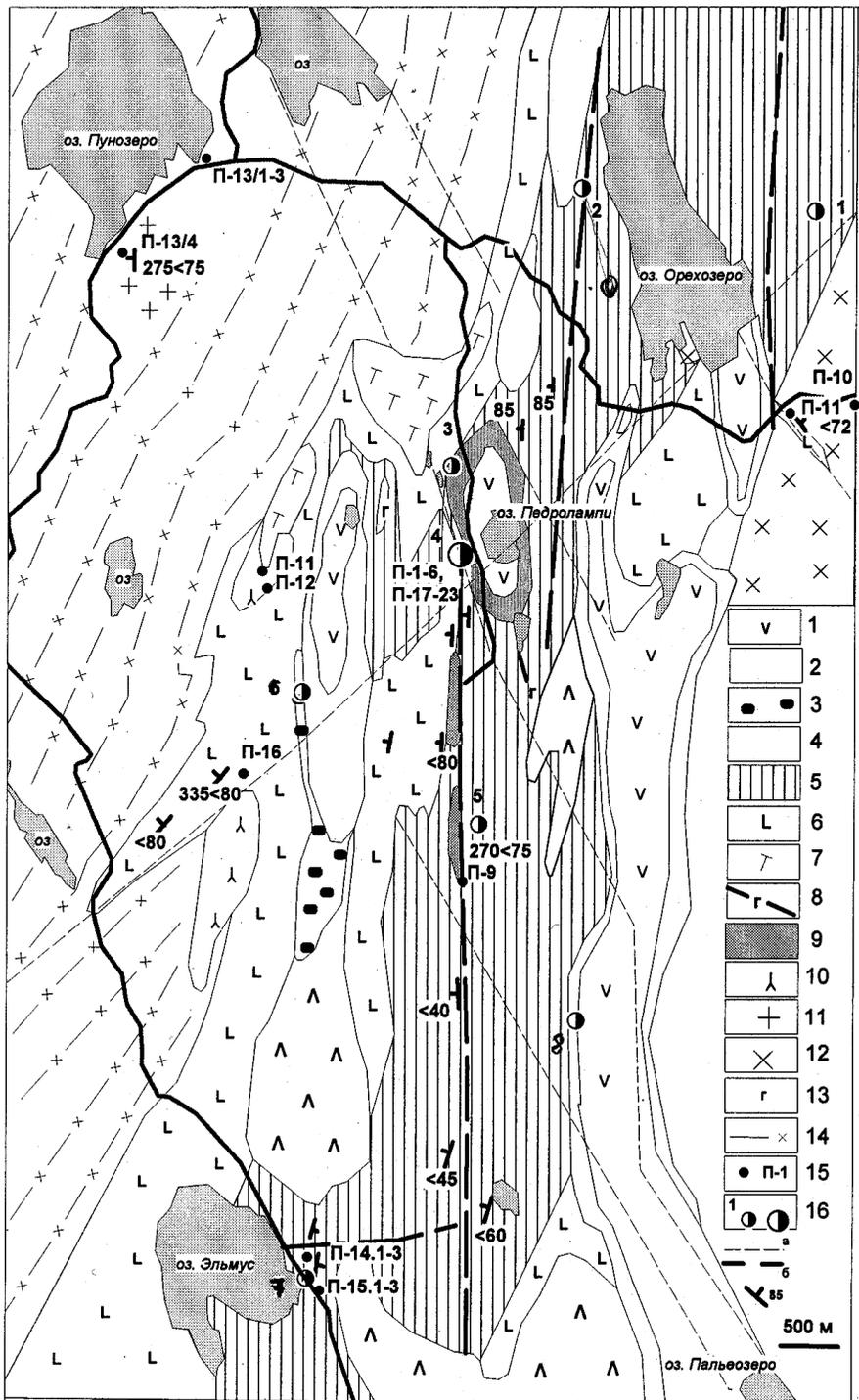


Рис. 1. Схема геологического строения Эльмусской площади (составлена на основе карт из отчетов: Сиваев, Горошко, 1982; Новиков, 1997)

Ятулийский комплекс: 1 – кварциты и метабазаы ($PR_1 jt_2$), 2 – кварцевые конгломераты и метабазаы ($PR_1 jt_1$). Сариолийский комплекс: 3 – полимиктовые конгломераты, 4 – метаандезито-базальты. Лопийский комплекс: 5 – сланцы по туфам и вулканитам андезитового и дацитового состава, углеродсодержащие сланцы, метаморфизованные песчаники и конгломераты бергаульской свиты, 6 – метабазаы, 7 – метакоматииты, отчасти сланцы по интрузивным ультрабазам. Интрузивные тела: 8 – дайки габбро-диабазов (PR_1); 9 – альбитизированные граниты (Талпус), 10 – субщелочные граниты, сиениты, 11 – К-граниты, 12 – диориты, гранодиориты, 13 – габбро (AR_2), 14 – гранито-гнейсы нерасчлененные. 15 – места отбора образцов и их номера. 16 – проявления и месторождения (более крупные) золота: 1 – В. Орехозеро, 2 – 3. Орехозеро, 3 – Кяншоельга, 4 – Педролампи, 5 – Талпус, 6 – С-107, 7 – Эльмус, 8 – Пальеозерское. 17 – тектонические зоны: а – протерозойские, б – позднерехейские, 18 – элементы залегания

Породы лопийского комплекса перекрываются метаандезибазальтами и туфами сариолийского надгоризонта кумсинской свиты, полимиктовыми конгломератами и туфопесчаниками палеозерской свиты, образующими синклинальные структуры. Выше залегают ятулийские отложения – кварцевые конгломераты и кварцито-песчаники янгозерской и медвежьегогорской свит, чередующиеся с основными вулканитами и терригенно-карбонатными отложениями туломозерской свиты. Ятулийские отложения с несогласием перекрываются как сумийско-сариолийские, так и лопийские толщи. Протерозойские структуры наиболее хорошо выделяются в строении магнитного поля.

Магматизм

Лопийские образования прорываются интрузивными телами габбро-пироксенитов, диоритами, синорогенными Na-Ca дайками и массивами, позднеророгенными Na-K-гранитами, мигматит-гранитами, а также гранитами Карташинского массива. Синорогенные граниты имеют гнейсовидность ССВ или СЗ простираения, совпадающую со слан-

цеватостью во вмещающих толщах, и являются синскладчатными. Комплекс карташинских средне- и крупнозернистых гранитов сечет смятые и метаморфизованные в условиях эпидот-амфиболитовой фации вмещающие толщи. Протерозойские дайки габброидов прорывают лопийские и ятулийские толщи и имеют СЗ простираение.

Вулканогенный и дайковый комплексы. Метабазальты и туфы семчереченской свиты имеют альбит-хлорит-эпидот-амфиболовый состав. По своему химическому составу метабазальты участка Педролампы – это толеиты с содержанием SiO₂ 47,85%, MgO 7,41%, Na₂O+K₂O – 2,02% (табл. 1/11–13, рис. 2). Метаандезибазальты и их туфы имеют светлый серо-зеленоватый цвет, полосчатые или линзовидно-полосчатые текстуры и кварц-хлорит-эпидот-плаггиоклазовый состав. Метавулканиты представлены плаггиоклазовыми порфиридами с содержанием SiO₂ 53,56%, MgO 4,03%, Na₂O+K₂O – 2,31% и повышенной глиноземистостью. Сланцы по туфам и милонитизированным породам основного состава имеют кварц-серицит-карбонат-хлоритовый состав.

Таблица 1

Химический состав лопийских пород Эльмусской площади

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SiO ₂	67,6	71,1	64,85	70,25	75,2	76,15	68,67	74,7	74,5	77,7	53,56	47,85	72,10
TiO ₂	0,25	0,24	0,48	0,23	0,13	0,18	0,5	0,07	0,13	0,18	0,72	0,79	0,10
Al ₂ O ₃	15,45	15,2	15,7	15,07	12,8	12,63	15,64	14,13	13,56	13,27	17,12	14,81	11,0
Fe ₂ O ₃	0,48	0,66	1,41	0,88	1,13	0,48	1,3	0,58	0,55	0,51	3,54	2,55	1,07
FeO	1,11	1,11	2,76	0,8	0,52	0,89	1,9	0,37	1,18	0,57	2,86	7,64	0,82
MnO	0,04	0,024	0,004	0,029	0,025	0,025	0,039	0,03	0,025	0,001	0,128	0,167	0,062
MgO	0,87	1,03	2,3	1,06	0,62	0,26	1,52	0,31	0,50	0,41	4,03	7,41	1,34
CaO	3,4	1,29	2,5	1,64	1,72	1,36	2,38	1,14	0,90	0,1	11,05	9,48	4,43
Na ₂ O	7,62	7,54	4,71	5,71	4,38	5,44	4,92	4,83	4,41	3,53	2,25	1,96	0,16
K ₂ O	0,2	0,27	3,33	3,16	1,61	0,89	1,84	2,84	3,55	2,2	0,06	0,06	3,28
H ₂ O	0,09	0,1	0,12	0,11	0,09	0,11	0,13	0,1	0,15	0,14	0,14	0,14	0,11
ппп	2,6	1,06	1,28	0,8	1,58	1,37	0,94	0,7	0,50	1,14	4,17	6,77	5,22
P ₂ O ₅	0,11	0,1	0,29	0,11	0,03	0,04	0,18	0,02	0,06	0,01	0,06	0,06	0,04
Сумма	99,82	99,72	99,73	99,85	99,84	99,83	99,96	99,82	100,21	99,76	99,67	99,67	99,67
Cr ₂ O ₃	0,005	0,007	0,006	0,004	0,006	0,005	0,005	0,004	0,004	0,002	0,045	0,043	0,004
V ₂ O ₅	0,0008	0,003	0,005	0,0008	–	–	–	–	0,002	–	0,038	0,171	–
CoO	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,006	0,007	0,002
NiO	0,006	0,006	0,004	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,024	0,021	0,006
CuO	0,004	0,01	0,002	0,012	0,002	0,0009	0,002	0,002	0,002	0,011	0,013	0,012	0,001
ZnO	0,002	0,002	0,012	0,004	0,001	0,003	0,008	0,002	0,005	0,001	0,01	0,012	0,0014
Li ₂ O	0,0009	0,001	0,0075	0,0025	0,0034	0,0014	0,0068	0,0036	0,0018	0,0018	0,0031	0,0041	0,0028
Rb ₂ O	0,0004	0,0006	0,0117	0,0063	0,005	0,0028	0,0063	0,0087	0,0087	0,0009	0,0002	0,0003	0,0012
Cs ₂ O	0,0001	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0003	0,0003
Ba	0,022	0,022	0,2	0,25	0,055	0,073	0,053	0,17	0,11	0,009	0,0045	0,009	0,054
Sr	0,013	0,014	0,088	0,07	0,009	0,029	0,037	0,031	0,069	0,009	0,018	0,021	0,09
Na ₂ O+K ₂ O	7,82	7,81	8,04	8,87	5,99	6,33	6,76	7,67	7,96	5,73	2,31	2,02	3,44
Na ₂ O/K ₂ O	38,1	27,9	1,4	1,8	2,7	6,1	2,7	1,7	1,24	1,6	37,5		
al	6,28	5,43	2,43	5,50	5,64	7,75	3,31	11,21	6,08	8,91	1,64		
mg	0,50	0,52	0,51	0,55	0,42	0,26	0,47	0,38	0,35	0,42	0,55	0,57	0,57
A/CNK	0,97	1,06	1,15	1,05	1,22	1,13	1,28	1,17	1,14	1,60	1,24		
n	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1
№ обр.	П-3	П-5	П-13	П-13/1	П-11	П-9	П-10	П-12	П-13/4	П-15/2	П-6, П-8	П-7, П-4	П-2

Примечание. n – количество образцов. 1–2 – Na-плаггиопорфиры (П-3, П-5, уч. Педролампы); 3–4 – K-Na-гранит-порфиры (П-13, П-13/1, Пунозеро); 5 – плаггиопорфир (П-11, Орехозеро); 6 – лейкогранит-порфир (П-9, руч. Талпус); 7 – диорит (П-10, Орехозеро); 8 – гранит (П-12, центр часть площади); 9 – K-граниты (П-13/4); 10 – риолит (П-15/2, р-н п. Эльмус); 11 – туфы андезитов (П-6, П-8, уч. Педролампы); 12 – базальты (П-7, П-4); 13 – песчаники (П-2, уч. Педролампы).

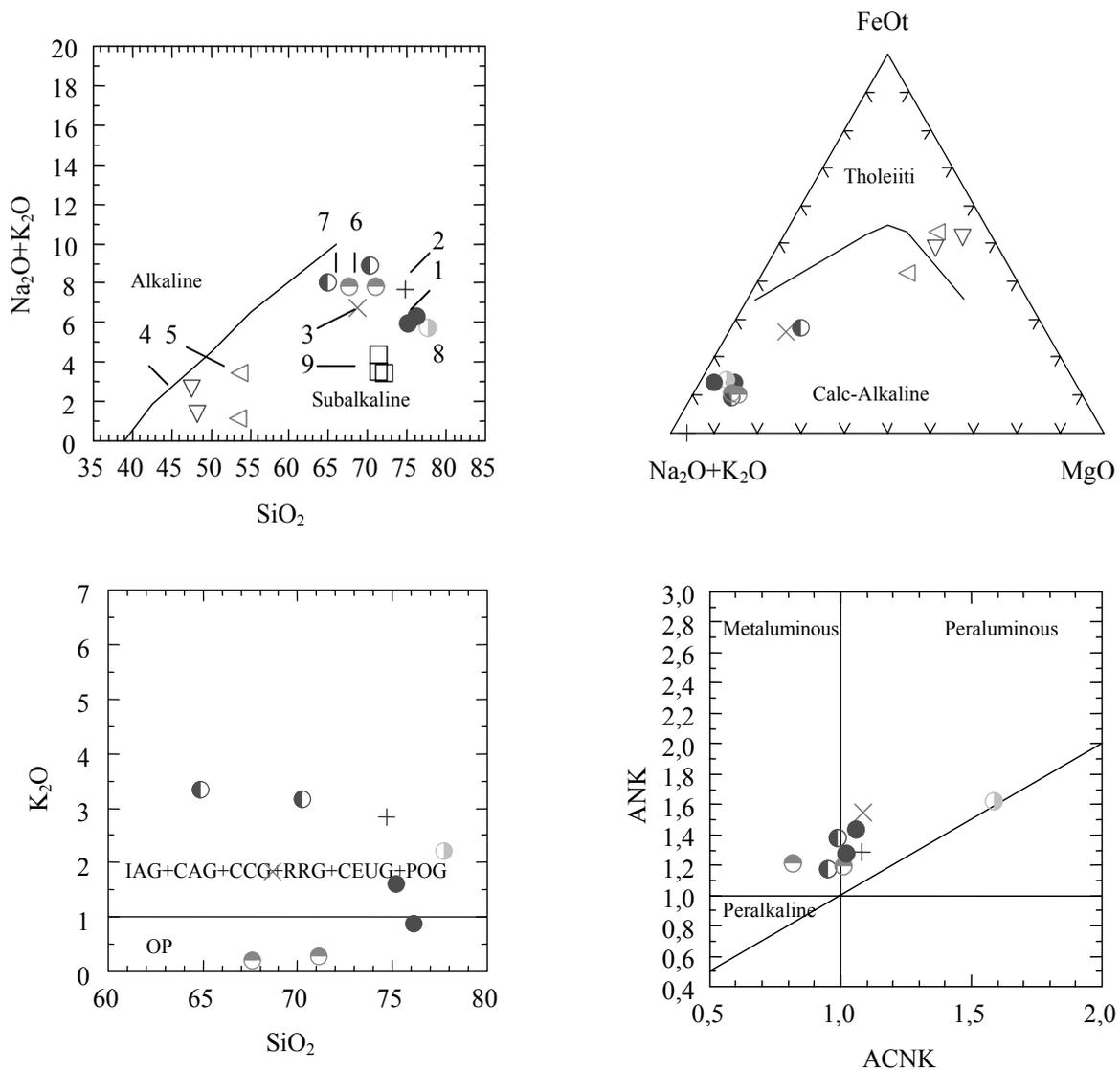


Рис. 2. Петрохимические диаграммы для пород Эльмусской структуры и участка Педролампи:

1 – альбитизированные граниты, 2 – нормальные граниты, 3 – диориты, метаморфизованные 4 – базальты, 5 – андезиты, 6 – Na-плагио-порфиры (Педролампи), 7 – Na-K-порфиры, 8 – риодациты (Эльмус), 9 – песчаники (Педролампи)

Кислые метавулканиды и их туфы наиболее широко распространены в районе пос. Эльмус. Метариолиты имеют флюидальную и полосчатую текстуру, желтовато-серый цвет, содержат вкрапленники кварца и плагио-оклаза. Для них характерно (табл. 1, П-15/2) содержание SiO_2 77,70%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 5,73%, K-Na состав и низкая магнезиальность ($mg = 0,42$). В разрезе более распространены слоистые и агломератовые туфы, туффиты, субвулканические брекчии, углеродсодержащие сланцы. Вблизи Эльмусского вулканического центра широкое развитие имеют обломочные вулканические породы (взрывные брекчии). Кислые вулканиды подвержены интенсивной гидротермальной проработке (серицитизации и окварцеванию), содержат вкрапленность и прожилки сульфидов. Эти гидротермально-измененные породы представляют наибольший интерес для локализации золота. С удаленными фациями кислого магматизма связаны горизонты полосчатых колчеданных руд, содержащие до 45% сульфидов.

Кислый дайковый комплекс в пределах площади представлен плагио- и кварц-плагиопорфирами. На участке Педролампи дайки тонкозернистых Na-плагиопорфиров пересекают смятые и рассланцованные metabазальты и имеют субмеридиональное простирание. Однако в связи с тем, что вся толща совместно с дайками была милонитизирована и рассланцована, дайковый комплекс также был раздроблен и превращен в отдельные будины размером $0,1 \times 1,5 \div 4$ м. При этом Na-плагиопорфиры (риодацитового состава) сохраняют свой массивный облик и порфировую структуру в отличие от рассланцованных metabазальтов и туфов. В составе вкрапленников в дайках преобладает олигоклаз (25%). Основная масса пород тонкозернистая и содержит альбит, кварц и незначительное количество серицита. Акцессорные минералы представлены апатитом, рутилом. Из вторичных минералов в прожилково-гнездовых выделениях встречаются карбонат (до 5%), кварц, серицит, хло-

рит, эпидот и иногда мелкозернистый кубический пирит (до 0,5%).

В химическом составе пород количество SiO_2 составляет 67,6–71,1%, MgO 0,87–1,03% ($\text{mg} = 0,5\text{--}0,52$), $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - 7,82\%$ ($\text{Na} \gg \text{K}$), содержания редких щелочей низкие, Ba 0,022% и Sr 0,013–0,014% (табл. 1/1–2). На петрохимических диаграммах плагиопорфиры попадают в поле дацитов, имеют существенно натриевую щелочность и низкий уровень всех микропримесей (рис. 2).

Дайки К- Na -гранодиорит-порфиров секут вмещающие толщи южнее Орехозера и в районе устья ручья Педро при впадении его в Пунозеро (табл. 1/3–5). Порфиры вкрапленники, размером 0,5–1 см представлены олигоклазом и кварцем (10–15%). Дайка, вскрытая в устье ручья Педро, зональная: в центральной части порода имеет более лейкократовый (кварц-микроклин-плагиоклазовая) состав, в краевой – более меланократовая и содержит больше биотита. Плагиоклаз вкрапленников имеет обратную зональность, подчеркнутую образовавшимися по нему цоизитом и серицитом во внешней части. Основная масса мелкозернистая, состоит из кварца, альбита, микроклина (5–20%), биотита (5–15%). Микроклин выделяется в интерстициях. Акцессорные минералы представлены апатитом, сфеном, из вторичных минералов наиболее распространены мусковит, эпидот, карбонат, хлорит, сфен, приуроченные к метасоматически измененным эндоконтактовым частям дайки. В экзоконтакте вмещающие породы превращены в амфибол-биотитовые метасоматиты, в которых встречаются эпидот, апатит, сульфиды.

Для даек района оз. Пунозеро характерно содержание SiO_2 64,85–70,25%, повышенная щелочность и магнезиальность: MgO 1,06–2,3% ($\text{mg} = 0,51\text{--}0,55$). Сумма $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ составляет 8,04–8,87% ($\text{Na} > \text{K}$) (табл. 1/3–4). К- Na порфиры отличаются от Na -порфиров более высокими количествами примесей редких щелочей Li_2O , Rb_2O , Cs_2O , Ba до 0,2–0,25% и Sr до 0,088%, что связано с присутствием калиевого полевого шпата и мусковита. Дайки, развитые южнее оз. Орехозера, по содержанию главных петрогенных элементов ближе к лейкократовым гранит-порфирам руч. Талпус, имеют более низкую щелочность и магнезиальность (табл. 1/5).

Кислый интрузивный магматизм Эльмусской площади представлен массивами диоритов – гранодиоритов (ТТГ-комплекс), локально развитыми малыми телами лейкократовых Na -гранит-порфиров, Na - K -гранитами и мигматит-гранитами.

Южно-Орехозерский массив. Раннеорогенные диориты – гранодиориты (ТТГ-комплекс) образуют крупные батолиты, прорывающие лопийские толщ. Южно-Орехозерский массив имеет овальное строение и вытянут в субмеридиональном направлении. В эндоконтактовой зоне он имеет гнейсовидный облик, однако контакты массива не обнажены. Гранодиориты Орехозерского массива – серые среднезернистые биотитсодержащие массивные породы. Они состоят

из плагиоклаза (олигоклаза) на 55–60%, биотита (10–20%), амфибола (5%). Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом, сфеном, из вторичных минералов развиты эпидот (до 7%), хлорит, серицит. Плагиоклаз замещается цоизитом и серицитом. Эпидот представлен двумя генерациями: ранней (в зональном срастании ортита и эпидота) и поздним более крупнозернистым эпидотом. Количество SiO_2 в породе составляет 68,67%, MgO 1,52%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O} - 6,76\%$ ($\text{Na} > \text{K}$), $\text{al} = 3,31$, $\text{mg} = 0,47$, Ba 0,053%, Sr 0,037%. Гранодиориты содержат повышенные концентрации Li_2O , Rb_2O и Cs_2O (табл. 1/ 7).

Массив Талпусский представляет собой небольшое вытянутое в субмеридиональном направлении субвулканическое тело, возможно, апофиз, отходящий от более крупной интрузии, мелкозернистых лейкократовых плагиогранит-порфиров. Он сечет лопийскую толщу в южной части площади в районе среднего течения руч. Талпус. Гранит-порфиры – среднезернистые светло-серые лейкократовые породы, они содержат вкрапленники плагиоклаза, кварц размером до 3–4 мм. В основной массе присутствуют кварц, альбит и незначительное количество биотита (1–3%). Среди акцессорных минералов встречаются апатит, сфен, ортит; вторичные минералы представлены карбонатом, серицитом, хлоритом, эпидотом (в сумме до 3–5%), из рудных обычно редкие мелкие зерна кубического пирита (0,5%). По плагиоклазу развивается серицит, биотит замещается хлоритом, ортит – эпидотом. Граниты плагиопорфировые, существенно натриевые, плагиоклаз в них представлен альбитом. В основной массе присутствуют также графические срастания кварца и альбита, что характерно для наиболее поздних низкотемпературных эвтектических образований и альбитизированных пород. Количество SiO_2 в гранит-порфирах равно 76,15%, сумма щелочей 6,33%, Na существенно преобладает над K (табл. 1/6). Предполагается, что эти лейкократовые гранит-порфиры и дайки Na -порфиров участка Педролампи могут быть комагматичны. Породы испытали поздние низкотемпературные гидротермальные изменения и содержат редкую вкрапленность пирита.

Na - K -граниты и мигматит-граниты развиты преимущественно в обрамлении, но встречаются и в центральной части структуры, где замещают различного типа породы – метабазальты и туфогенно-осадочную толщу среднего состава, иногда с сохранением текстур полосчатых вмещающих пород. Это розовые, среднезернистые, обычно гнейсовидные породы, содержат плагиоклаз (40–50%), микроклин (20%), кварц (25–30%), биотит (в переменных количествах), иногда мусковит, реликтовый гранат, амфибол, из вторичных минералов в них встречаются эпидот, хлорит, сфен. Акцессорные минералы представлены апатитом, цирконом. Олигоклаз замещается цоизитом и серицитом. Микроклин образует порфиробласты и развит в интерстициях. Эпидот и амфибол более часто встречаются в гранитах по основным породам.

Количество SiO_2 в гранитах 74,5–74,7%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 7,67–7,96% (табл. 1/8–9). Эти граниты вызывают наиболее интенсивные метасоматические преобразования в лопийских толщах, сопровождающиеся микроклинизацией и биотитизацией вмещающих пород.

Карташинский массив (2750 млн лет; 2810 ± 70 млн лет; Геология и петрология..., 1978; Ранний докембрий..., 2005) расположен северо-восточнее оз. Пальезеро в юго-восточной части площади и относится к позднеорогенным интрузиям. Он имеет четкие интрузивные контакты, сопровождается грейзенизацией и кварц-альбитовыми жилами, в его удаленном ореоле во вмещающих толщах развиты биотитизация и эпидотизация. Граниты массива – крупно-, равномернозернистые или порфиоровидные массивные породы розового цвета, имеющие более мелкую зернистость вблизи контакта. Из главных минералов содержат плагиоклаз, микроклин, кварц, биотит. Химический состав представлен SiO_2 в количестве 73,30–76,48%, суммой щелочей 7,2–8,2% (К незначительно преобладает над Na). Отличаются повышенными содержаниями Rb и Sr, особенно в верхней части массива (Глебова-Кульбах, 1963; Лобач-Жученко и др., 1978). В зонах грейзенизации в массиве и его ореоле развиты кварц, мусковит, альбит, флюорит и молибденит-кварцевые жилы. Они сопровождаются повышенными концентрациями Nb, Be, Cu, Sn. С массивом связано Лижминское проявление молибдена.

Участок Лижма находится в Восточном контакте массива. В рудах Лижминского рудопроявления среднее содержание Mo составляет 1,72 г/т. Рудная минерализация представлена молибденитом, халькопиритом, пирротинном. Предварительное изучение зон расланцевания и метасоматического изменения вмещающих лопийских толщ в восточном ореоле массива по р. Лижме позволило выявить участки с сульфидной минерализацией с повышенными концентрациями золота. В измененных метаандезитах и дайках габбро концентрация Au составляет 0,116 г/т, сумма МПП 0,9 г/т (данные атомно-абсорбционного анализа). В поздних гематитсодержащих кварц-альбитовых жилах, секущих граниты, установлены более низкие концентрации Au 0,027 г/т и МПП в сумме до 0,07 г/т. Так как детального опробования на Лижминском участке нами не проводилось, вопрос о перспективах этих зон пока остается открытым.

Локализация и характеристика золотого оруденения

Золоторудные проявления Эльмусской площади разведывались и изучались Карельской ГЭ и ГПП «Невскгеология» 1980–1997 гг. (Сиваев, Горошко, 1982; Петров, 1995; Новиков, 1997). Изучением руд и минералогии рудных объектов занимались научно-исследовательские организации – ВСЕГЕИ, СПбГУ, ИГ КарНЦ и др. На данной территории в настоящее время известны золоторудные проявления четырех

основных геолого-генетических типов (Леонтьев и др., 1997; Минерально-сырьевая..., 2005): 1 – вулканогенно-осадочные гидротермальные золотосодержащие колчеданные руды (проявление Талпус-2); 2 – вулканогенная гидротермальная вкрапленно-прожилковая золото-сульфидно-кварцевая минерализация, ассоциирующая с кислыми дайками, штокверковыми зонами и зонами дробления в кислых толщах (проявление Эльмус); 3 – гидротермальные вкрапленно-прожилковые золото-сульфидные и золото-сульфидно-кварцевые руды, ассоциирующие с метасоматитами зон сдвиговых деформаций (месторождение Педролампи и небольшие проявления); 4 – золото-медно-сульфидная минерализация, наложенная на ятулийские кварциты (проявление Кянюшельга). Нами более детально изучались 2-й и 3-й типы рудной минерализации. Они относятся либо к золото-сульфидному, либо к золото-сульфидно-кварцевому рудно-формационному типу.

Рудоконтролирующие факторы и структуры. Основными рудоконтролирующими факторами, определяющими локализацию золоторудной минерализации, являются вещественный и структурный. К наиболее благоприятным вещественным комплексам относятся сульфидсодержащие горизонты среди лопийских толщ и прорывающие их дайки и интрузивные тела кислого состава. Основные региональные деформации, выделяемые на территории центральной Карелии, находят отражение в строении Эльмусской площади, их можно рассматривать в качестве региональных рудоконтролирующих структур, определяющих заложение разновозрастных сдвиговых зон, расланцевания и милонитизации пород. К ним относятся субмеридиональные, северо-западные и субширотные зоны сдвиговых деформаций.

1. Локализация рудопроявлений 1–2 типов в вулканогенно-осадочных толщах кислого-среднего состава, определяется прежде всего областями развития кислых и средних пород вблизи Эльмусского вулканического центра и, во-вторых, зонами расланцевания на контактах даек, а также зависит от наложенных субмеридиональных зон расланцевания, связанных с позднеархейским коллизийным этапом.

Вблизи пос. Эльмус в серицитизированных кислых вулканитах развита штокверковая сульфидно-кварцевая жильная система, сочетающая ССВ, субширотные и СЗ элементы. В среднем течении руч. Талпус и в районе оз. Орехозеро доминирует субмеридиональное расланцевание пород.

2. Золото-сульфидная и золото-сульфидно-кварцевая вкрапленная и прожилковая минерализация 3 типа на участках В. Орехозеро, Педролампи и некоторых других приурочена к шир-зонам субмеридионального ($350\text{--}15^\circ$) простирания. Субмеридиональные зоны определили заложение бассейнов сдвиговой природы (пулл-апарт), выполненных конгломератами, песчаниками, граувакками. Эти же зоны сопровождаются расланцеванием, дроблением пород

и интенсивными низкотемпературными изменениями на позднеархейском коллизионном этапе. Субширотные сдвиги определяют смещение меридиональных зон и относятся к безрудным.

3. Особое влияние на локализацию оруденения Эльмусской площади оказала система протерозойских северо-западных нарушений. Они обусловили заложение протерозойских структур и более поздние деформации СЗ простирания (с аз. 330–320°) как в протерозойских, так и в лопийских толщах на свекофенском коллизионном этапе. Эти шир-зоны прослеживаются от Онежской структуры в породы фундамента. К этому направлению приурочены дайки габбро-диабазов, низкотемпературные наложенные изменения и медная минерализация в протерозойских толщах. На месторождении Педролампи по СЗ направлению правостороннего сдвига осуществлялся будинаж жил и к нему приурочена вторая генерация рудной (золото-серебро-медной) минерализации.

Золотосодержащие колчеданные и колчеданно-полиметаллические руды. Массивные и полосчатые вкрапленные колчеданные и колчеданно-полиметаллические руды Эльмусской площади локализуются в вулканогенно-осадочной толще кислого-среднего состава бергаульской свиты, переслаивающейся с углеродсодержащими сланцами. Для колчеданных руд характерны в целом невысокие концентрации золота, в связи с чем они могут быть отнесены лишь к золотосодержащим проявлениям (0,01–0,2 г/т, реже выше). Руды содержат пирит, пирротин, иногда арсенипирит, сфалерит, халькопирит, реже галенит, марказит, так же как на Семченском участке соседней структуры, где содержания золота иногда достигают 0,45–39,2 г/т (Семча) и сопровождаются повышенными концентрациями Zn, As, Pb и Ag (по данным КГЭ и С. И. Рыбакова). Рудные зоны сопровождаются широкими литохимическими ореолами. К данным типам золотосодержащих сульфидных руд относятся колчеданные и полиметаллические проявления Западное Орехозеро и ряд небольших объектов, выявленных по буровым работам КГЭ и ГПП «Невскгеология».

На участке *Западное Орехозеро* тонковкрапленная сфалерит-галенитовая минерализация образует маломощный 1,5-метровый горизонт с содержанием сульфидов 7–10%. Содержание Pb в рудах составляет 0,02–0,2%, Zn 0,05–0,76%, Ag до 17,6 г/т, Au 0,2 г/т (Сиваев, Горошко, 1982).

Более богатое золотосодержащее колчеданное рудное тело было вскрыто у ручья Талпус в кварц-альбит-карбонат-мусковит-хлоритовых сланцах (проявления Талпус-1 и 2). На участке *Талпус-2* прослой маломощных богатых массивных серноколчеданных руд был подсечен скважиной С-93 (интервал 28–31 м). Крутопадающее на запад под углом 70° маломощное богатое рудное тело представлено преимущественно пирротином с незначительным количеством халькопирита и пирита (5–7%). Золото выделяется в виде пластинок размером 0,2–0,3 мм в нижней части

рудного горизонта. Его максимальная концентрация достигает 4 г/т, средняя равна 3,2 г/т на трехметровый интервал мощности. Из микропримесей в рудах обнаружены Ag до 1 г/т и Co до 0,015%. В самородном золоте (Au 98,7%) обнаружены примеси Ag и Bi до 0,87%. Прогнозные ресурсы рудопроявления Талпус по категориям P₁+P₂ и средних содержаниях Au 3,04 г/т были оценены в 5 т (Сиваев, Горошко, 1982).

Золото-сульфидная штокверковая минерализация в области развития порфирировых даек. *Рудопроявление Эльмус* расположено на восточном берегу оз. Эльмус. На участке работами КГЭ был выявлен ряд пунктов минерализации золото-сульфидного и золото-сульфидно-кварцевого формационного типов вблизи вулканического центра в кварц-серицитовых, альбит-кварц-серицитовых сланцах, образовавшихся по кислым вулканитам, их туфам или на контактах даек кварц-плагипорфинов. Эти рудные объекты объединяются под общим названием проявление Эльмус. Вмещающая толща рассланцована, а зона измененных и будинированных пород имеет юго-западное падение. Изменения проявлены в виде интенсивной серицитизации и окварцевания и в виде кварцевых прожилков. Для толщи характерны аз. пр. сланцеватости ССВ 15°, для зон брекчирования и развития жил линейного штокверка – субширотное с аз. пр. 290°.

Золотое оруденение представлено бедной вкрапленной и вкрапленно-прожилковой пирит-пирротиновой минерализацией, локализованной в кварц-серицитовых сланцах и в штокверковой зоне. Золото-сульфидная вкрапленная минерализация приурочена к зоне сланцев и брекчий и образует несколько рудных прослоев. Их ширина 1–2,3 м, протяженность от 200 м до 1,1 км. Золото-сульфидно-кварцевое оруденение тяготеет к линейной штокверковой зоне в кислых метавулканитах с порфирировыми дайками. Штокверк состоит из жил длиной 2–4 м и линзовидных тел длиной до 65–150 м, имеющих почти вертикальное падение. Мощность жил 0,2–0,5 м. Геохимический ореол участка прослеживается на площади 0,5×1,5 км (Сиваев, Горошко, 1982).

Золото-сульфидная минерализация развита в зальбандах кварцевых жил, прожилков и линз. Нерудные минералы жил представлены кварцем, реже карбонатом, околожилльные минералы измененных пород – серицитом, альбитом, реже хлоритом, карбонатом. Кварц в жилах полупрозрачный белый и дымчатый, иногда с редкой вкрапленностью сульфидов и примазками золота на их контактовых плоскостях. Декрепитация жильного кварца показала, что максимум раскрытия газово-жидких включений происходит при T = 250 °C, близкой к температуре гомогенизации первичных включений (Белашев, Кулешевич, 2005).

Золото-сульфидные руды вкрапленные, прожилковые и линзовидно-вкрапленные с неравномерным содержанием рудных минералов. Количество пирита в них составляет от 2 до 48%, арсенипирита – до

15,5%, пирротина – 1–70% (его содержание наиболее сильно колеблется), халькопирит, сфалерит – 1–2%, галенит и шеллит встречаются в единичных зернах. Для руд обычно характерно присутствие сразу двух типов минерализации и, соответственно, двух генераций сульфидов. Среди сульфидов преобладают пирротин, пирит и реже халькопирит. Золото представлено мелкими зернами и дендритами размером 0,1–0,5 мм, иногда встречается в сростании с арсенипиритом или пиритом.

Содержание As в рудах сильно колеблется и максимально достигает 10%, Ag до 11,4 г/т, Cu до 0,7%, Pb до 0,2%, Zn до 1%, W до 0,06–0,1% (Сиваев, Горюшко, 1982). Содержание золота в рудах колеблется от 0,1–0,8 г/т до 5,88–9,15 г/т, максимально – 15 г/т (ср. 4,2 г/т на 0,2 м мощности в канаве 593; а по данным ГПП «Невскгеология» – 9,15 г/т на 0,3 м мощности). Ресурсы рудопроявления Эльмус категории P₂ оцениваются в 1650 кг, P₁+P₂ – 2,55 т, P₃ – 43,55 т (Леонтьев, 1997; Минерально-сырьевая..., 2005).

Золото-сульфидное и золото-сульфидно-кварцевое оруденение в зонах сдвиговых деформаций и метасоматического преобразования пород. Зоны субмеридионального и северо-западного расщепления и метасоматического изменения пород оказали наиболее значительное влияние на локализацию золоторудной минерализации в Эльмусской структуре. Причем ранний (субмеридиональный) структурный план связан с аккреционно-коллизийными процессами – формированием Сегозерско-Ведлозерского зеленокаменного пояса над зоной субдукции, погружающейся к востоку (по существующей модели С. А. Светова), а северо-западный сопряжен с заложением и более поздними деформациями протерозойских структур. В обоих случаях зоны деформаций сопровождаются низкотемпературными метасоматитами березитово-лиственитового типа, золото-сульфидной или золото-сульфидно-кварцевой минерализацией.

Рудопроявления в субмеридиональных шир-зонах. Оруденение в зонах расщепления субмеридионального простирания представлено вкрапленно-полосчатой или гнездово-вкрапленной золото-пиритовой минерализацией. На *рудопроявлении Восточное Орехозеро* оруденение приурочено к метабазальтам семчереченской свиты, имеющих ССВ простирание и СЗ падение. Контроль оруденения осуществляется зоной расщепления с аз. пр. 10–20°, погружающейся под углом 75–80° на СЗ. В этой зоне породы представлены турмалин-биотит-кварцевыми метасоматитами, пронизанными кварцевыми жилами и прожилками. Мощность сульфидсодержащих кварцевых жил и сближенных прожилков колеблется от 0,1 до 1,7 м (по данным КГЭ и «Невскгеология»).

Среднее содержание сульфидов в рудах составляет 15–20%. Среди них главную роль играет пирит, в незначительном количестве встречаются пирротин, халькопирит, арсенипирит, галенит, золото. Золото выделяется в виде дендритов, пластинок, реже изометричных зерен размером 0,1–1,5 мм. В его составе установлено

88–90% Au, до 9,9–11,4% Ag, Bi до 0,1–0,2%, Hg до 0,1%, что позволяет отнести его к электриту.

Среднее содержание золота в руде – 5,22 г/т (на мощность 1,7 м), максимальное – 18 г/т, Ag до 3 г/т, Cu до 1%, As до 0,015%, Co до 0,15%. Рудопроявление Восточное Орехозеро несомненно представляет собой весьма перспективный, но недоизученный рудный объект.

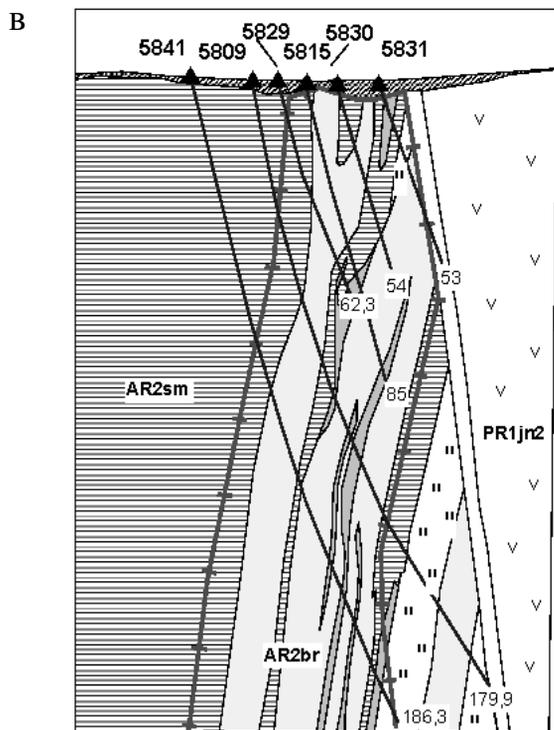
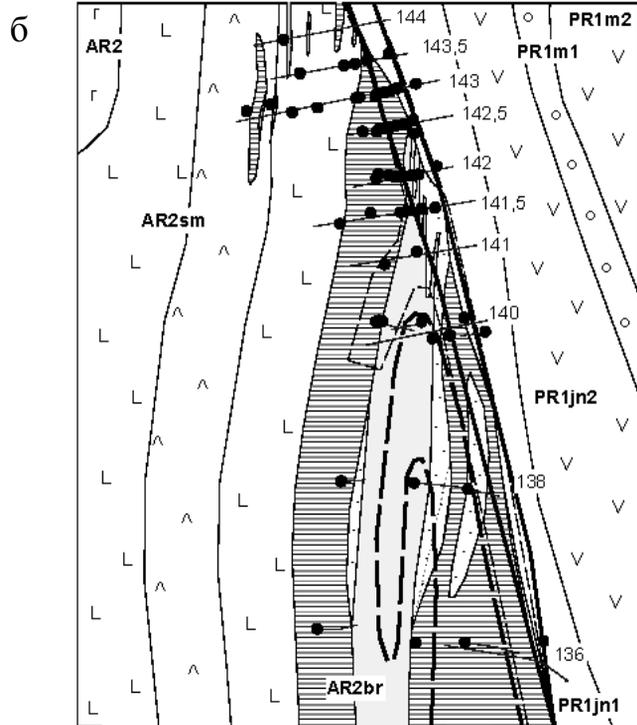
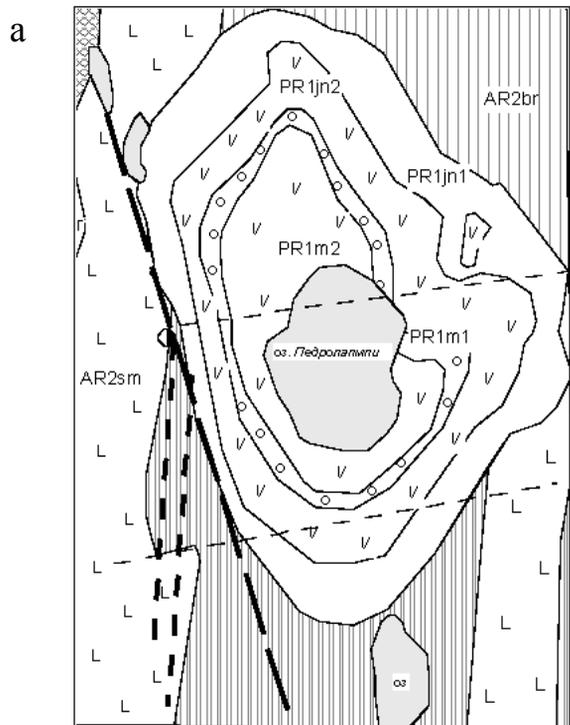
Подобные небольшие проявления, приуроченные к расщепленным и измененным вулканогенно-осадочным породам, наиболее широко распространены в пределах Эльмусской площади, однако они не все хорошо изучены. Отдельно остановимся на характеристике месторождения Педролампи, сформировавшегося в узле пересечения субмеридиональной и северо-западной зон деформаций.

Месторождение Педролампи

Месторождение Педролампи (рис. 3) расположено на западном берегу небольшого озера Педролампи в 3,5 км юго-западнее оз. Орехозеро и приурочено к субмеридиональной сдвиговой зоне расщепления, милонитизации и метасоматического преобразования лопийских пород семчереченской и бергаульской свит вблизи их контакта с ятулийской структурой северо-западного простирания. В западной части участка развиты метабазальты и туфы по ним. В северной части участка находятся породы, относимые к бергаульской свите и представленные метаандезитами и их туфами, в восточной – метапесчаники, серицит-хлоритовые сланцы (метаграувакки) и конгломераты, содержащие обломки гранитов, порфировых кислых даек и кварца из ранних жил. Эти осадки сопоставимы с верхним горизонтом конгломератов Койкарской структуры, выделяемых как образования пулл-апарт бассейнов (Светов, 2005).

Геологическое строение. Лопийские толщи в пределах участка моноклинально и круто падают на запад и несогласно перекрываются ятулийскими отложениями небольшой синклинали структуры. В плане и по скважинам на глубину видно, что лопийские отложения срезаются ятулийской структурой (рис. 3). Азимут простирания контакта 330° СЗ. Отложения янгозерской свиты ятулийского надгоризонта (кварцевые конгломераты, базальты и кварциты) и в целом вся структура хорошо выделяются в магнитном поле, благодаря повышенной магнитности основных вулканитов. В протерозойской синклинали отчетливо фиксируются постятулийские субширотные сдвиги.

Золото-сульфидно-кварцевая минерализация локализована вблизи контакта лопийских и ятулийских толщ. Небольшая мощность зоны (14–40 м), вкрапленная минерализация и линзующийся характер развития жил практически не находят четкого отражения в геофизических полях, что затрудняет ее выделение. Золоторудная зона залегает близко от поверхности. Она частично обнажена и хорошо разбурена.



Условные обозначения

	четвертичные отложения
Нижний протерозой	
Медвежьегорская свита	
	Верхняя подсвита. Метабазальты
	Нижняя подсвита. Кварцито-песчаники, гравелиты, конгломераты
Янгозерская свита	
	Верхняя подсвита. Метабазальты
	Нижняя подсвита. Кварцито-песчаники, гравелиты, конгломераты
Верхний архей. Лопийский комплекс.	
Бергаульская свита	
	хлорит-серицитовые сланцы
	плагноклаз-карбонат-кварц-серицитовые сланцы
	хлоритовые сланцы
Семчереченская свита	
	метаандезиты
	метабазальты
Интрузивные образования	
	дайки риодацитов
	габбро (а), перидотиты (б)
Рудные проявления	
	контур установленной продуктивной золоторудной зоны
	контур предполагаемой рудной зоны
	аномалия, связанная с пирротиновой минерализацией
	контур рудоносной зоны (в разрезе) профили
	скважины (а), месторождение (б)
	а разломы (а) и зоны расланцевания (а, б)
	б на обзорной карте

Рис. 3. Схема геологического строения участка (а) и месторождения (б) Педролампы и геологический разрез (в) по профилю 142 (составлена по Ю. Н. Новикову, 1997)

Детальное структурное изучение участка и, в частности, рудной зоны (рис. 3, б, в) показало, что в пиритсодержащих кварц-карбонат-хлоритовых сланцах с кварцевыми жилами установлены два близких элемента сланцеватости с аз. пр. 350° , угол 87° ЮЗ и аз. пр. 330° , угол $87-90^\circ$ ЮЗ. В метапесчаниках и конгломератах, контактирующих с кварц-карбонат-хлоритовыми сланцами и расположенными между ними и ятулийскими кварцевыми конгломератами, аз. пад. 270° , угол 75° . В метабазальтах западнее рудной зоны аз. пр. сланцеватости $345-355^\circ$, угол падения $80-87^\circ$ ЮЗ, в туфах метаандезитов – аз. пр. $0-15^\circ$, угол $70-85^\circ$ З. В ятулийских кварцевых конгломератах в западном борту Педролампинской структуры аз. пр. слоистости и близкой к ней наиболее отчетливо проявленной сланцеватости равен $320-330^\circ$, падение СВ. Менее ярко выраженная косяя слоистость и сланцеватость имеет аз. пр. 355° , угол 85° СЗ. Таким образом, в лопийских толщах на удалении от зоны стратиграфического контакта наиболее отчетливо проявлена лишь одна субмеридиональная сланцеватость, а вблизи сдвиговой зоны более отчетливо проявлена СЗ сланцеватость, такая же, как в ятулийских толщах. Зона СЗ постятулийских деформаций тянется на ЮВ и является продолжением одной из зон СРД, прослеживающихся из Онежской структуры.

На контакте с ятулийскими кварцевыми конгломератами в лопийских толщах зафиксированы наложенные деформации нескольких направлений, что подтверждает полистадийное формирование зоны. На ранней стадии по зонам субмеридионального простирания формируются сланцы с метакристаллическим карбонатом, которые пропитываются кварцевожильным материалом. Жилы кварца мощностью до 0,5 м состоят из белого непрозрачного сахаровидного кварца и более позднего полупрозрачного сероватого сливного кварца. По более поздним зонам СЗ простирания кварцевые жилы будинируются и цементируются мелкозернистыми кварцем, карбонатом, хлоритом, серицитом и турмалином. Зоны наложенных изменений приобретают черный и темно-зеленый цвет. На заключительной стадии в близповерхностных рудах формируется буро-коричневая охристая и кавернозная зона окисленных руд.

По данным бурения ГПП «Невскгеология», продуктивная рудная зона с шириной от 14 до 35–40 м вытянута в близмеридиональном направлении и имеет падение под углом $75-85^\circ$ на запад (рис. 3, б, в). Зона прослежена на глубину 300 м и по простиранию – на 250 м. Максимальные мощности зоны и содержания золота сосредоточены в районе профилей 141–143. Рудная зона срезается породами ятулийского комплекса в районе профилей 143 и 143,5 и уже не наблюдается на профиле 144 до глубины 150 м.

Минералого-геохимическая характеристика околорудных метасоматитов и руд. Рудовме-

щающими для золото-сульфидного оруденения являются серицит-карбонат-кварц-хлоритовые, кварц-карбонат-хлоритовые и кварц-хлоритовые пиритизированные сланцы по милонитизированной толще основных туфов (зеленых сланцев) семчеченской свиты. Метасоматиты по основным породам представлены лиственитами со средне- и крупнокристаллическим кубическим пиритом и пронизаны линзующимися прожилками и мало-мощными жилами кварца, а на более глубоких горизонтах интенсивно пропитаны кварцем. Они содержат хлорит (20–50%), метакристаллический карбонат (5–10%), кварц двух генераций (50–20%), альбит (5–10%), серицит (5–10%), реже актинолит (0,5%), рутил, ильменит. Из рудных минералов ранней генерации отчетливо выделяется кубический пирит (30–60%) и тонкозернистое золото. Пиритовая минерализация локализуется вблизи кварцевых жил по отдельным прослоям и линзовидно-гнездовым обособлениям (рис. 4, а, б). Кварцевые жилы представлены мелкозернистым белым кварцем 2-й генерации и серым сливным 3-й.

Для зеленых лиственитов по основным породам характерно колебание в содержании SiO_2 46,0–56,06%, Al_2O_3 11,88–14,14%, $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ – 0,03–1,18%, MgO 8,02–12,03%, CaO 0,71–8,87%, $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 7,64–11,54%. В метабазальтах вблизи рудной зоны, имеющих нормальное соотношение главных петрогенных компонентов, установлено повышенное количество Li_2O до 0,0041%.

Более поздние метасоматиты черного цвета (рис. 4, в) представлены кварцем, карбонатом, серицитом, хлоритом и турмалином, они накладываются на вышелегающую пачку мелкозернистых сильно рассланцованных метапесчаников серицит-альбит-кварцевого состава, содержащих в незначительном количестве карбонат и хлорит, и полимиктовые конгломераты. В участках наложенного интенсивного прокварцевания и турмалинизации развиты мелкозернистый кварц 4-й генерации, хлорит, тонкозернистый турмалин, серицит, альбит, незначительно – карбонат, серицит, рутил. Главные рудные минералы этой ассоциации представлены халькопиритом, пирротинном (3–5%), единичными выделениями галенита, самородным серебром и Ag-золотом, сульфосолями и более редкими минералами, содержащими платиноиды и редкие оксиды. Нерудные минералы прожилков – это кварц, карбонат, в зальбандах развиты хлорит, серицит, карбонат. В зонах хлорит-турмалиновых метасоматитов развиты мелкозернистый кварц, карбонат, черный турмалин, темно-зеленый хлорит.

Кварц 1-й генерации был отмечен в конгломератах. Кварц 2-й генерации, белый, мелкозернистый, образует прожилки и небольшие линзочки (1×3 см) и просечки совместно с пиритом, обрамляет и цементирует пирит. Он обычно непрозрачный, содержит множество включений хлорита и других мине-

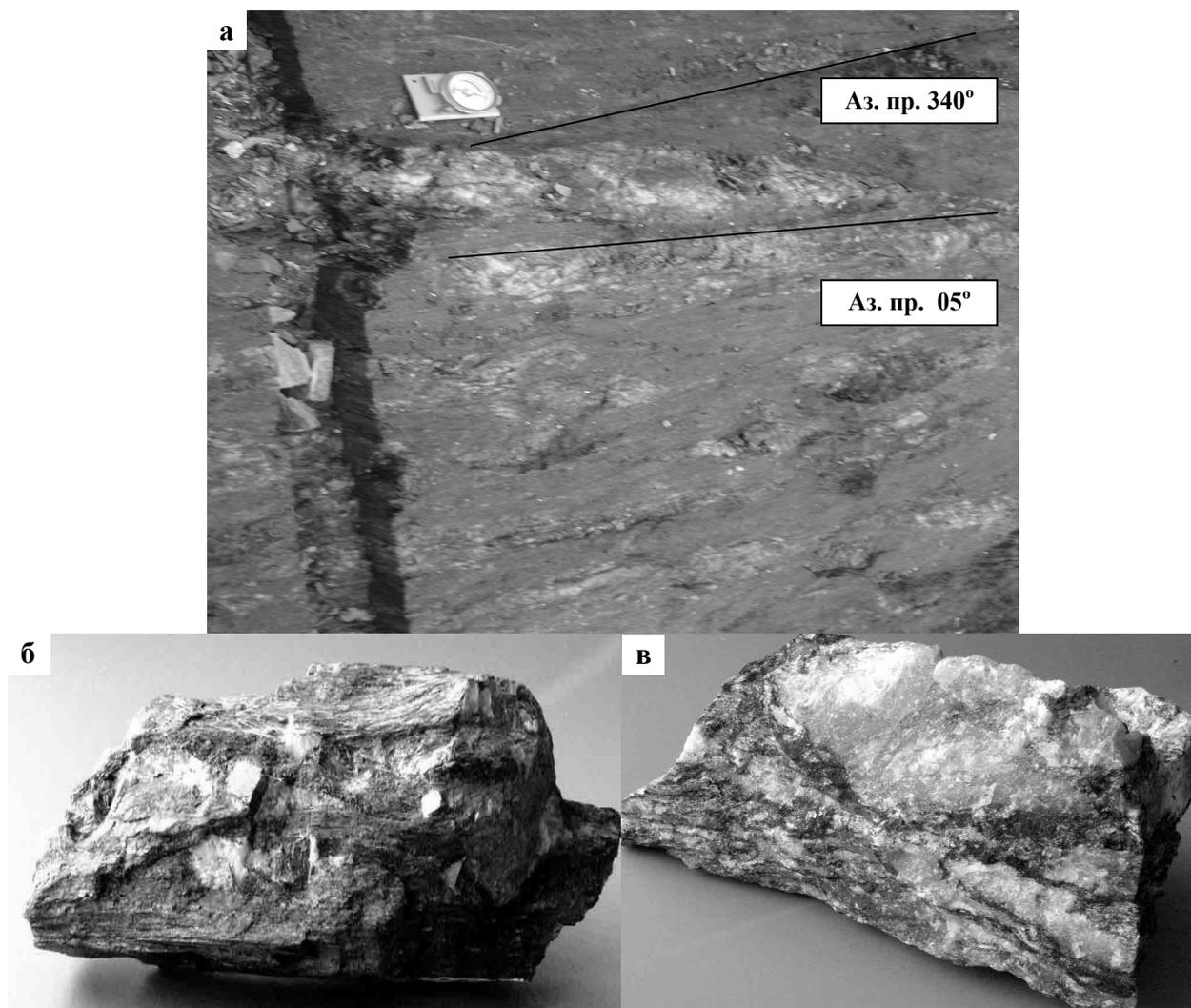


Рис. 4. Соотношение жил (а) и наложенного расланцевания (аз. пр. 340°) и основные типы руд месторождения Педролампи: б – золото-пиритовые, в – золото-халькопиритовые малосульфидные в зонах турмалинизации

ралов, мелкозернистый, сахаровидный. Кварц 3-й генерации, полупрозрачный, сливной, не содержит включений, образует маломощные прожилки (1–15 см мощностью) и жилы мощностью до 30 см, развит в центральных частях прокварцованных зон и в самостоятельных жилах. По результатам декрепитации максимальное вскрытие газовой-жидких включений в мелкозернистом и сливном кварце жил соответствует нескольким максимумам и условиям $T = 270\text{--}290\text{ }^{\circ}\text{C}$, $400\text{--}440\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в меньшем объеме при $T = 110\text{--}160$, 190 и $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Белашев, Кулешевич, 2005). В сером полупрозрачном кварце-4, ассоциирующем с турмалин-хлоритовыми метасоматитами, установлены максимумы взрываемости включений при $T = 240$, 340 и в меньшем количестве при 150 и $420\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Карбонат образует метакристаллы и линзовидно-гнездовые скопления, иногда выделяется в мелкозернистых стяжениях вблизи прокварцованных зон. Карбонат представлен преимущественно кальцитом и выделяется в нескольких генерациях: 1 –

среднезернистый метакристаллический вблизи кварцевых жил. Образует ромбоэдры размером $0,5$ см и выделяется в виде линзовидных обособлений в ассоциации с кварцем и крупнокристаллическим пиритом; 2 – мелкокристаллический на контакте жил; 3 – мелкокристаллический в серицит-хлорит-турмалиновых метасоматитах. Карбонат 1 генерации (брейнерит $\text{CaMg}_{0,64}\text{Fe}_{0,16}\text{Mn}_{0,06}\text{CO}_3$) имеет ржаво-желтый цвет и содержит $8,05\%$ Mg, $3,88\%$ Fe, $1,55\%$ Mn (табл. 2, № 7). Он замещается кальцитом с более низким содержанием тех же примесей (№ 8, 6). В целом карбонаты 2 и 3 генераций имеют буровато-желтый цвет и относятся к кальциту с незначительным содержанием примесей Fe ($0,52\text{--}0,96\%$), Mn ($0,37\text{--}0,52\%$), Mg ($0,35\text{--}0,74\%$) (табл. 2, 3).

Апатит в рудах встречается как аксессуарный минерал. Он обычен в рудной зоне, наложенной на зеленые сланцы, где выделяется в виде округлых бочонкообразных зерен и относится к F-апатиту с содержанием P около $5,55\text{--}5,97\%$ (табл. 2).

Хлорит, наиболее распространенный минерал измененных зеленых сланцев, где ассоциирует с метакристаллическим карбонатом, выделяется на контакте крупных кубических кристаллов пирита, в зальбандах будинированных кварцевых жил и в зонах более поздних наложенных изменений совместно с турмалином, серицитом. Хлорит имеет темно-зеленый цвет, образует тонкопластинчатые вытянутые по сланцеватости чешуйки и является основным минералом метасоматитов. По своему химическому составу (табл. 3–4) и свойствам он относится к Fe-Mg прохлориту. Из примесей содержит TiO₂ 0,44–0,64%, MnO 0,157–0,168%, Cr₂O₃ 0,04–0,048%, V₂O₅ 0,041–0,084%. Температура образования, рассчитанная по химическим анализам, получилась несколько более высокой, чем на основании микронзондового анализа, и равна 350–390 °С (табл. 3; Cathelineau, Nieva, 1985). Температура образования околожилных минера-

лов, рассчитанная по хлориту в зальбандах кварцевых жил, равна 290–330 °С (обр. П-2), в ассоциации с турмалином незначительно выше – 310–350 °С (обр. П-1) (табл. 4).

Турмалин «пропитывает» прокварцованные песчаники, локализуется на контакте жил, образует мельчайшие черные кристаллы и выделяется совместно с серицитом. Он содержит В₂O₃ до 8,71% (табл. 3) и примеси TiO₂ – 0,88%, MnO – 0,046%, низкие концентрации Li₂O 0,0028% и Rb₂O 0,0004%.

Альбит в лиственитах и зальбандах кварцевых прожилков встречается редко. Серицит выделяется как тонкочешуйчатый, развит в лиственитах и наиболее распространен в березитах по песчаникам. Серицит наложенной ассоциации образуется совместно с турмалином. Он содержит 8,37–9,48% К, низкое Na и имеет отношение Al^{IV}/Al^{VI} как 0,57–0,8 к 1,72–1,79 (табл. 5).

Таблица 2

Микронзондовые анализы карбонатов и апатитов из рудной зоны месторождения Педролампи

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mg	0,38	0	0,74	0,37	0,36	0	8,05	0,41	0,69	0,43		
Ca	35,49	37,25	36,65	29,36	30,57	39,89	17,14	35,72	34,12	35,77	35,99	35,22
Mn	0,47	0	0,61	0,37	0,45	0,72	1,55	0,69	0,57	0,56		
Fe	0,63	0	0,93	0,67	0,85	0	3,88	0,65	0,67	0,72		
P											19,24	19,12
F											5,55	5,97
Ф. ед.												
Mg	0,02	0	0,03	0,02	0,02	0	0,39	0,37	0,03	0,02		
Ca	0,96	1	0,94	0,96	0,96	0,99	0,50	0,50	0,94	0,96		
Mn	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01		
Fe	0,01	0	0,02	0,02	0,02	0	0,08	0,08	0,01	0,01		
№ обр.	П-1/1	П-1/2	П-2/5	П-2/5-6	П-2/5-7	П-2/5-8	П-2/5-9	П-2/10	П-2/11	П-2/8-1	П-1-1	П-2/5-1

Примечание. 1–10 – карбонаты; 11–12 – апатиты (1–2, 11 – из хлорит-турмалиновых метасоматитов, 3–10, 12 – из зальбандов кварцевых жил).

Таблица 3

Химические составы хлоритов и карбонатов из околорудных метасоматитов

Компоненты	1		2		3		4		5		6	
	%	ф. ед.	%	ф. ед.	%	ф. ед.	%	ф. ед.	%	ф. ед.	%	ф. ед.
SiO ₂	25,35	2,63	25,60	2,59	26,47	2,72	36,53	6,39				
TiO ₂	0,64	0,05	0,44	0,04	0,59	0,04	0,88	0,115				
Al ₂ O ₃	21,14	2,58	21,65	2,57	21,15	2,56	27,80	5,72				
Fe ₂ O ₃	6,08	0,47	5,21	0,39	6,14	0,48	9,87	1,29	2,05	0,02	1,80	0,02
FeO	13,87	1,20	10,89	0,91	13,82	1,19	0,36	0,05				
MnO	0,167	0,01	0,157	0,01	0,168	0,01	0,046	0,01	0,33	0,01	0,33	0,01
MgO	19,55	3,04	22,82	3,46	19,28	2,98	6,74	1,77	4,12	0,09	2,35	0,06
CaO	Не опр.	–	Не опр.	–	Не опр.	–	2,40	0,45	54,0	0,88	50,72	0,91
Na ₂ O	0,03	0,01	0,01	–	0,01	–	1,74	0,59				
K ₂ O	0,07	0,01	0,08	0,01	0,08	0,01	0,04					
H ₂ O	1,40		1,20		1,25		0,10	5,76				
ппп	12,99	9,93	12,88	9,47	12,20	9,20	4,84					
CO ₂	–		–		–		–		38,87		44,33	
B ₂ O ₃	–		–		–		8,71	2,61				
Cr ₂ O ₃	0,04	0,01	0,048	0,01	0,042	0,01	–					
V ₂ O ₅	0,053	0,01	0,084	0,01	0,041	–	–					
Li ₂ O							0,0028					
Rb ₂ O							0,0004					
Сумма	99,98		99,87		99,99		100,05					
Т обр., °С		379		392		350						

Примечание. Химанализы выполнены в ИГ КарНЦ РАН. 1–3 – хлориты из зальбандов кварцевых жил и линз с пиритом (1 – П-2/10, 2 – П-2/3, 3 – П-2/8); 4 – турмалин (П-1); 5–6* – карбонаты (5 – П-2/3, 6 – П-2/8; приводятся анализы, пересчитанные к 100%).

Таблица 4

Микрозондовые анализы хлоритов из рудной зоны месторождения Педролампи

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mg	10,73	12,22	12,72	11,11	12,61	13,22	13,18	12,9	13,13
Al	11,42	13,41	13,35	10,99	12,95	13,54	13,45	13,17	13,46
Si	12,21	14,68	14,77	12,14	14,6	15,14	14,82	15,07	14,93
Fe	16,37	17,87	17,18	14,17	15,84	15,63	16,35	16,3	16,21
O	49,28	41,82	41,99	51,59	41,65	42,47	42,2	42,25	42,27
Сумма	100,01	100	100,01	100	97,65	100	100	99,69	100
Ф. ед.	Пересчет на 10 катионов								
Mg	2,77	2,73	2,83	2,95	2,88	2,92	2,91	2,87	2,90
Al	2,66	2,70	2,67	2,63	2,66	2,69	2,68	2,64	2,68
Si	2,73	2,84	2,84	2,79	2,88	2,89	2,83	2,90	2,86
Fe	1,84	1,74	1,66	1,64	1,57	1,50	1,57	1,58	1,56
Сумма	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Al ^{IV}	1,27	1,16	1,16	1,21	1,12	1,11	1,16	1,1	1,14
Al ^{VI}	1,39	1,53	1,51	1,42	1,55	1,58	1,51	1,55	1,54
T обр., °C	347	312	311	328	297	295	313	291	306
№ обр.	П-1-1	П-1-2	П-1-3	П-2/5-1	П-2/5-2	П-2/5-3	П-2/5-4	П-2/8-1	П-2/8-2

Примечание. 1–9 – хлориты (1–3 – из хлорит-турмалиновых метасоматитов, 4–9 – из зальбандов кварцевых жил). В анализе 5 установлено W – 1,99%, Ca – 0,36%, в анализе 8 – 0,27% Ti.

Таблица 5

Микрозондовые анализы серицитов с участка Педролампи

Компоненты	1	2	3	4	5	6	7
Na	0,43	0,38	0,43	0,39	0,41	0,66	0,66
Mg	0,59	0,35	0,61	0,56	0,64	0,6	0,63
Al	18,2	17,91	17,33	18,03	16,28	17,87	17,47
Si	23,8	23,51	22,69	24,09	25,36	23,61	23,76
K	8,85	9,48	9,31	8,89	8,37	8,99	8,95
Ti	0,32	0,28	0,29	0	0,44	0,33	0,41
Fe	1,5	2,25	1,99	1,75	1,98	1,9	2,13
W	0	0	2,28	0	0	0	0
O	46,3	45,84	45,08	46,3	46,51	46,03	45,98
Сумма	99,99	100	100,01	100,01	99,99	99,99	99,99
Ф. ед.	Пересчет на 6 катионов						
Na	0,07	0,06	0,07	0,06	0,07	0,11	0,11
K	0,93	1,01	1,02	0,94	0,88	0,95	0,95
Mg	0,09	0,06	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10
Al	2,56	2,55	2,54	2,54	2,30	2,53	2,48
Si	3,22	3,22	3,20	3,26	3,43	3,22	3,24
Ti	0,03	0,02	0,02	0	0,03	0,03	0,03
Fe	0,10	0,15	0,14	0,12	0,13	0,13	0,15
Сумма	6	6	6	6	6	6	6
Al ^{IV}	0,78	0,78	0,80	0,74	0,57	0,78	0,76
Al ^{VI}	1,78	1,77	1,74	1,79	1,73	1,75	1,72
№ обр.	П-1-1	П-1-2	П-2/5-1	П-2/5-2	П-2/8-1	П-2/8-2	П-2/8-3

Примечание. 1–7 – тонкошелушчатый серицит (1–2 – турмалин-хлоритовые метасоматиты; 3–7 – зальбанды кварцевых жил).

Минералогия и геохимия руд. Рудные тела в пределах продуктивной зоны выделены по содержанию золота 1 г/т (Новиков, 1997). Они представляют собой вытянутые линзы или пласты, согласные с общим крутым залеганием сланцев (аз. пр. 355, падение под углом 75–85° на запад). Рудные тела не всегда выдержаны по простиранию, имеют мощность от 1 до 7 м и протяженность – от первых до 50–70 м. Они хорошо оконтуриваются визуально по развитию вкрапленной пиритовой минерализации. Руды относятся к золото-кварц-сульфидному рудно-формационному типу (золото-пиритовому и золото-халькопиритовому минеральным типам), без каких-либо значительных примесей дру-

гих элементов. В них установлено содержание Au в количестве 0,1–46 г/т, Ag до 0,4–5 г/т, Pb до 0,002–0,005%, Cu до 0,015–0,2%, Bi до 0,015%, МПГ до 0,11 г/т, примеси As, Te, Co, Ni и др. (Минерально-сырьевая..., 2005).

В золото-пиритовом минеральном типе главными рудными минералами являются пирит (от 5 до 30–60% в гнездах) и золото. Пирит образует кубические, иногда незначительно уплощенные кристаллы размером 0,3–1 см (реже до 5 см) и их сростки (рис. 4, б), которые встречаются послойно во вкрапленности и линзовидно-гнездовых обособлениях. Отсутствие деформаций кристаллов указывает на их свободный рост при снижении бокового

давления, что было более характерно для ранней стадии формирования зоны расланцевания и милонитизации. Кубические кристаллы иногда бывают усечены дополнительно гранью октаэдра и имеют штриховку. Для них характерен п-тип проводимости. По данным спектрального количественного и атомно-абсорбционного анализов, пирит содержит следующие примеси: Co 0,065–0,067%, Ni 0,04–0,044%, Cu 0,003–0,007%, МПГ 0,014–0,16 г/т (табл. 6). Содержание золота в нем превышает 7–14 г/т (данные ат.-абс. анализа ИГ КарНЦ РАН). Однако детальные микронзондовые исследования показали отсутствие примесей в пирите (табл. 7), т. е. золото образуется исключительно в виде собственной минеральной фазы в мельчайших дефектах в пирите.

Золото в пиритовых рудах выделяется как мелкое и тонкодисперсное с размером золотинок 0,5–2 мм (85%) и 0,5–0,05 мм. Форма выделения золотинок – чешуйки, пластинки, реже дендриты, пленки и шнурки (рис. 5). Золото имеет высокую пробу 983–989 (Новиков, 1997). Наши исследова-

ния на микронзондовом анализаторе фирмы Tescan (аналитик А. Н. Терновой) позволили выявить в рудах золото-пиритового минерального типа в золоте округлой формы, находящемся во включениях в пирите и выделяющемся самостоятельно (Au 86,9–93,64%), примеси Ag до 4,45–5,66%, Hg до 1,19–4,98%. Однако по данным Ю. С. Полеховского, золото-1 может содержать до 10,5–11% Ag, кроме того, в рудах золото-пиритового типа была обнаружена платинометаллическая минерализация, представленная меренскимом, тетраферроплатиной, сперрилитом (Шариков и др., 2002). По нашим данным установлены Y и Ce-Nd-La-Sm оксиды, фосфаты и карбонаты.

В золото-халькопиритовом малосульфидном минеральном типе (2–5% сульфидов) из зон серицит-хлорит-турмалиновых метасоматитов рудные минералы представлены халькопиритом, пирротинном, электрумом, самородным серебром, единичными зернами галенита, сфалерита, реже аргента (Ag₂S), энаргита (Cu,Fe)₃AsS₄, сульфосолей, антимонита и других редких минералов. Наиболее

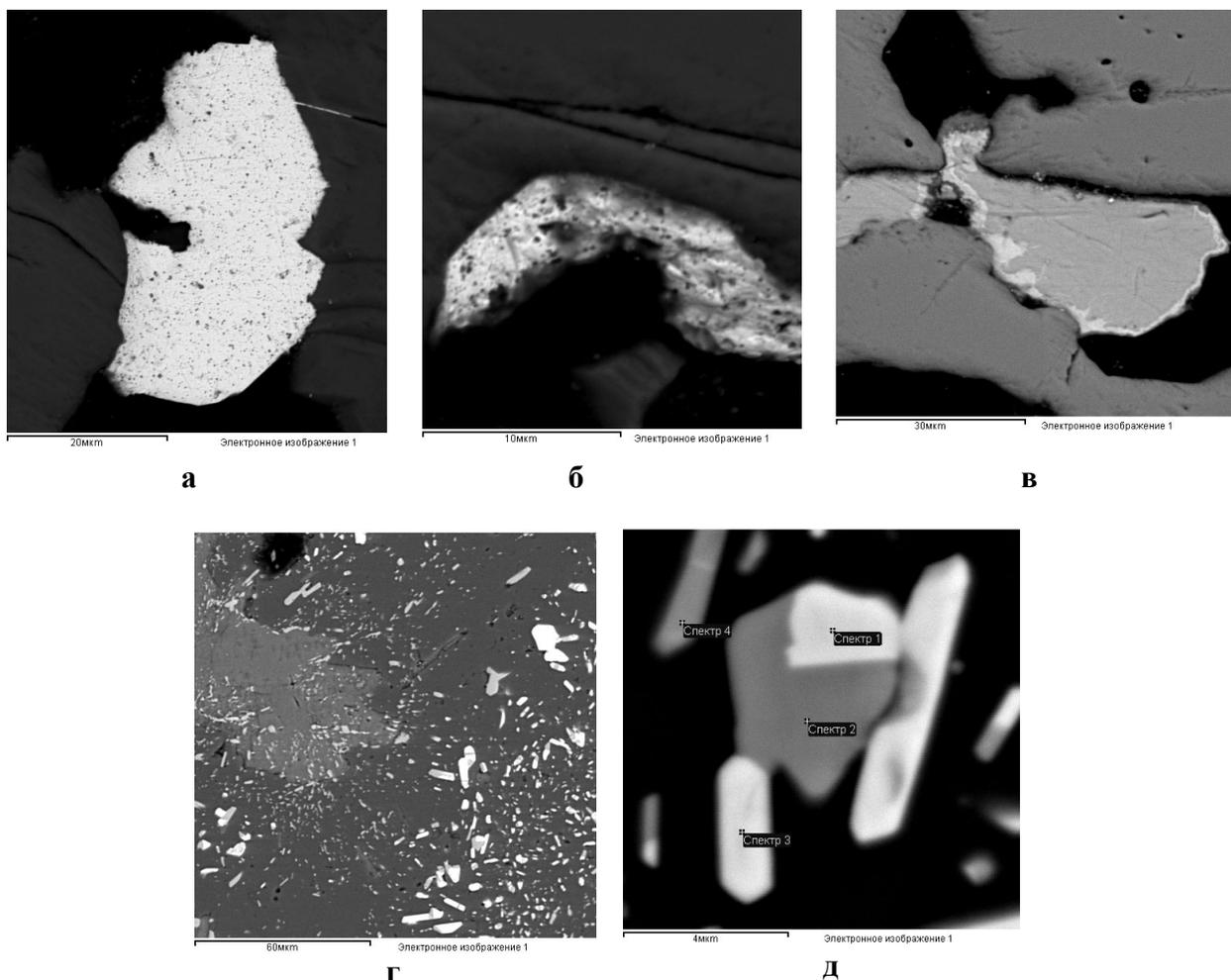


Рис. 5. Минералы золото-пиритового рудно-формационного типа (образец П-2/8):

а–б – самородное золото (в пирите), в – халькопирит с каймой халькозина, г – выделения рутила и гематита, д – срастание гематита (светлое) и рутила

распространенными являются электрум и самородное серебро. По данным Ю. С. Полеховского, к поздней генерации золота в рудах золото-халькопиритового типа относятся беспримесное золото-2 (Ag 0,8–1,2%) и электрум (Ag 16,1–27,2%, иногда выше, Fe до 2%) (Шариков и др., 2002). Поздняя генерация золота выделяется в виде вытянутых дендритов и пленок неправильной формы. Золото выделяется самостоятельно вместе с халькопиритом и входит в состав дискразита (Au до 12,2–16,1%) и анимикита (Au до 21,1%). По нашим данным, в рудах I типа шнуровидные ответвления содержат до 16,05% Ag.

Халькопирит в рудах первого и второго типов при окислении замещается халькозином (табл. 7, рис. 5, 6) с содержанием Fe 2,04–10,79%. Возникают соединения более богатые Fe (табл. 7/4). В халькопирите присутствует избыток серы. Халькозин имеет колломорфный «гроздевидный» облик. Галенит содержит небольшую примесь Fe до 1,22–1,8%. Обычно он ассоциирует с сульфосолями меди и железа, энаргитом (табл. 8).

Наиболее распространенным минералом в рудах 2-го типа и наложенным на руды 1-го типа является самородное серебро, образующее дендриты, проволочки, комочки и другие выделения своеобразной формы размером 1–15 мкм (рис. 7). Серебро иногда

содержит незначительную примесь Fe, S и иногда U, появляющихся при окислении руд и образовании пленки аргента. Серебро в краях замещается аргентитом. На графиках (рис. 7, в, г) наблюдается закономерное снижение содержания Ag и увеличение – S.

Таблица 6

Химический состав и содержание примесей в пирите золото-сульфидных руд

Компо-	1*		2*		3**	4**
	%	ф. ед.	%	ф. ед.		
Fe, %	43,90	1,06	44,70	1,05		
Co	0,065	0,001	0,067	0,001		
Ni	0,044	0,001	0,040	0,001		
Cu	0,003	–	0,007	–		
S	47,35	2	48,50	2		
Сумма	91,363		93,314			
Au**, г/т			>7		0,063	>14
Pt			0,006		0,021	0,005
Pd			0,006		0,137	0,011
Ir			0,002		0,001	0,001
n	1	1	4		2	2
№ обр.	П-2/3		П-2/8		П-2/4	П-2/10

Примечание. Приведены данные химического (*) и атомно-абсорбционного анализов (**), выполненных в ИГ КНЦ РАН. В анализах 1, 2* содержится нерастворимый остаток, расчет ф. ед. проведен при полном использовании серы (1 – изб. Fe 0,06 ф. ед., 2 – изб. Fe 0,05 ф. ед.).

Таблица 7

Микрозондовые анализы главных сульфидов месторождения Педролампи

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
S	38,2	37,9	38,83	38,13	38,83	38,83	39,35	39,15	40,08	37,67	56,22	57,31
Fe	30,18	29,6	29,52	47,21	29,66	29,21	29,1	29,44	27,98	30,06	43,78	42,69
Cu	31,61	32,28	31,65	14,66	31,39	31,96	31,55	31,41	31,94	32,1		
Zn	0	0,21	0	0	0	0	0	0	0	0		
Сумма	99,99	99,99	100	100	99,88	100	100	100	100	99,83	100	100
Ф. ед.	Пересчет на 4 элемента										Пересчет на 3 элемента	
S	2,14	2,13	2,16	2,10	2,17	2,17	2,19	2,18	2,22	2,12	2,07	2,10
Fe	0,97	0,95	0,94	1,49	0,95	0,94	0,93	0,94	0,89	0,97	0,93	0,90
Cu	0,89	0,91	0,89	0,41	0,88	0,90	0,88	0,88	0,89	0,91		
Zn	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0		
Сумма	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3
№ обр.	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-2/8 шл	П-1	П-1	П-1	П-1 шл	П-2/9	П-2/9
Компонент	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
S	56,39	58,29	36,83	33,08	29,06	28,28	28,64	36,83	14,83	15,24	15,12	
Fe	43,61	41,71	10,79	4,05	4,79	2,04	7,37	10,79	0	1,25	1,8	
Cu			52,37	62,87	66,15	69,68	61,95	52,37				
Ag			0	0	0	0	1,21	0				
Pb									85,17	83,52	83,09	
Сумма	100	100	99,99	100	100	100	99,17	99,99	100	100,01	100,01	
Ф. ед.	Пересчет на 3 элемента		Пересчет на 4 элемента					Пересчет на 2 элемента				
S	2,08	2,13	2,12	1,97	1,78	1,75	1,63	2,12	1,06	1,06	1,04	
Fe	0,92	0,87	0,37	0,14	0,17	0,07	0,24	0,37	0	0,05	0,07	
Cu			1,52	1,89	2,05	2,18	1,78	1,52				
Ag			0	0	0	0	0,36	0				
Pb									0,94	0,90	0,89	
Сумма	3	3	4	4	4	4	4	4	2	2	2	
№ обр.	П-1-1	П-1-2	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-2/8	П-1	П-1	П-1	П-2/8 шл	

Примечание. 1–10 – халькопирит, 11–14 – пирит, 15–20 – халькозин, 21–23 – галенит. 1–6, 11–12, 15–19, 23 – из зоны пиритовой вкрапленной минерализации. 7–10, 13–14, 20–22 – из турмалин-хлоритовых метасоматитов.

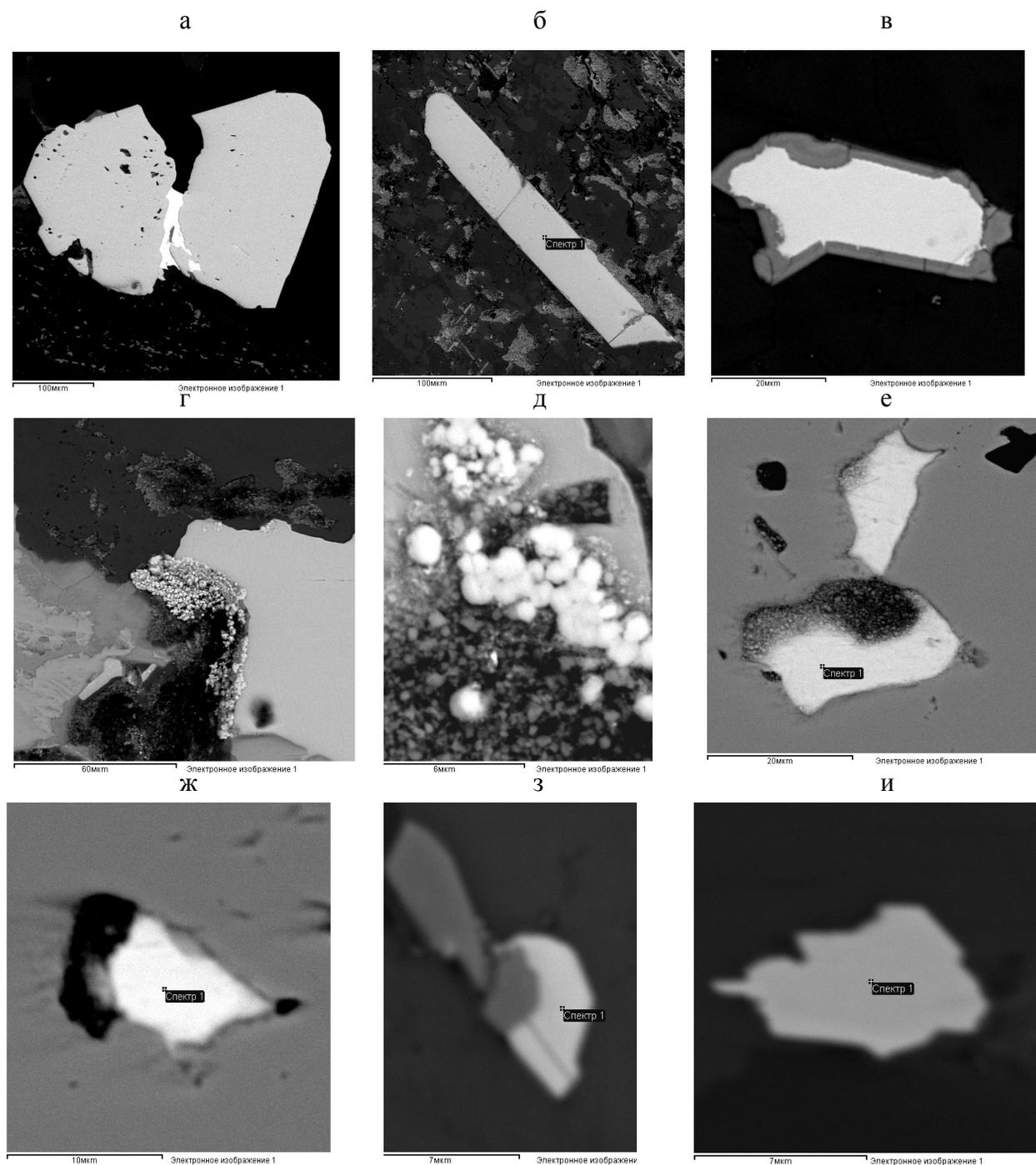


Рис. 6. Формы выделения минералов в малосульфидном халькопиритовом типе руд (образец П-1):

а–б – пирит; а – халькопирит; в – кайма халькозина и гематита вокруг халькопирита; г–д – гроздевидные выделения халькозина; е–ж – сульфосоли; з–и – карбонат итрия

При окислении руд месторождения в них также появляются борнит, ковеллин, гематит, лейкоксен. Из окисных фаз в обоих типах руд наиболее распространены ильменит, рутил и гематит (табл. 9). Содержание Ti в ильмените составляет 29,41–35,02%, Mn – до 1,46%. В гематите количество Ti колеблется от 3,87 до 5,37%, V достигает 0,41–0,58%. В рутиле присутствуют примеси Fe до 0,42–1,1%, V до 0,68–0,89%, Y иногда до 1,44%, Ca до 1,14–1,45%. Гематит и рутил наиболее раз-

виты во 2-м типе руд, где образуют своеобразные формы и сростания (рис. 5).

Дискуссионность относительно времени образования руд связана с отсутствием непосредственного радиологического датирования рудных минералов на месторождении. Субмеридиональная рудная зона срезается и перекрывается кварцевыми конгломератами ятулийского надгоризонта, что подтверждает ее лопийский возраст. С другой стороны, кварцевые жилы будинируются северо-западными зонами расланцевания,

и к этим же зонам приурочены кварц-хлорит-турмалиновые с бедной золото-халькопиритовой минерализацией. Кроме того, подобная золото-халькопиритовая минерализация установлена севернее месторождения в ятулийских кварцито-песчаниках (рудопроявление

Кянюшельга). По-видимому, формирование субмеридиональной сдвиговой зоны и золото-пиритовых руд произошло в позднем архее. Более поздняя золото-халькопиритовая с серебром минерализация наложилась в постятулийское время.

Т а б л и ц а 8

Сульфосоли, золото, минералы серебра и сурьмы

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ag	85,06	85,51	85,23	4,93	5,66	4,45	93,15	99,28	96,28	89,32
Fe	0	0	0	0,6	0,7	2,89				
S	11,44	14,49	14,77				2,64	0,72	1,68	5,37
Au				93,27	93,64	86,69				
Hg				1,19	0	4,98				
Сумма	96,5	100	100	99,99	100	99,01	95,79	100	100	100
Ф. ед.	Пересчет на 3 элемента			Пересчет на 1 катион			Пересчет на 1 катион			
Ag	2,07	1,91	1,90	0,09	0,10	0,28	0,99	0,98	0,91	0,76
Fe	0	0	0	0,02	0,02	0	0	0	0,04	0,09
S	0,93	1,09	1,10				0	0,02	0,05	0,15
Au				0,88	0,88	0,72				
Hg				0,01	0	0				
Сумма	3	3	3	1	1	1				
№ обр.	П-1	П-1	П-1	П-2/8 ан	П-2/8 ан	П-2/8 ан	П-2/5 шл	П-2/5 шл	П-2/8-1	П-2/8-2

Компонент	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Ag	95,05	99,33	100	100						
S					34,85	32,41	31,95	29,46	28,96	
Fe	2,02	0,67			11,2	7,41	7,37			
Cu					34,48	38,98	38,35			
As					19,48	21,21	19,35			
Zn					0	0	2,02			
Sb					0	0	0,97	70,54	71,04	
Сумма	97,07	100	100	100	100	100,01	100,01	100	100	
Ф. ед.	Пересчет на 1 катион			Пересчет на 8				Пересчет на 5		
S	0,86	0,98	1	1	4,16	3,96	3,93	3,07	3,04	
Fe	0,05	0	0	0	0,77	0,52	0,52			
Cu	0,06	0,02	0	0	2,08	2,41	2,38			
As					1	1,11	1,02			
Zn					0	0	0,12			
Sb					0	0	0,03	1,93	1,96	
Сумма	0,99	1	1	1	8	8	8	5	5	
№ обр.	П-2/8-3	П-1 ан	П-1 ан					П-2/8-1 шл	П-2/8-1 шл	

Пр и м е ч а н и е . 1-3 – аргентит (Ag₂S), 4-6 – золото, 7-14 – серебро, 15-17 – энаргит ((Cu, Fe)₃AsS₄), 18-19 – антимонит (As₂S₃); шл – шлиф, остальные по аншлифам.

Т а б л и ц а 9

Оксиды в золотосульфидных рудах месторождения Педролампи

Компонент	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
O	35,09	32,79	26,79	23,6	24,04	24,09	23,56	49,91	43,38	40	47,39	39,86	39,92
Ti	29,41	35,02	0	4,11	5,37	4,36	3,87	50,07	56,83	58,87	51,59	58,15	58,68
Mn	1,46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	34,04	30,69	73,2	70,94	70,14	70,5	72,15	0	0,65	0,42	0	1,1	0,72
Ca	0	1,51	0	1,35	0	0	0	1,45	1,14	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0,58	0,41	0	0	0,71	0	0,89	0,68
Y	0	0	0	0	0	0	0	1,44	0	0	0	0	0
Сумма	100	100,01	99,99	100	99,55	99,53	99,99	102,87	102	100	98,98	100	100
Ф. ед.	Пересчет на 5 катионов					Пересчет на 3 катиона							
O	3,19	3,04	2,80	2,57	2,62	2,62	2,58	2,23	2,07	2,00	2,20	1,99	1,99
Ti	0,89	1,08	0	0,15	0,20	0,16	0,14	0,75	0,91	0,98	0,80	0,97	0,98
Mn	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	0,89	0,82	2,20	2,22	2,19	2,20	2,26	0	0,01	0,01	0	0,02	0,01
Ca	0	0,06	0	0,06	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0	0
V	0	0	0	0	0	0,02	0,01	0	0	0,02	0	0,02	0,02
Y	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0
Сумма	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3

Пр и м е ч а н и е . 1-2 – ильменит, 3-7 – гематит, 8-13 – рутил.

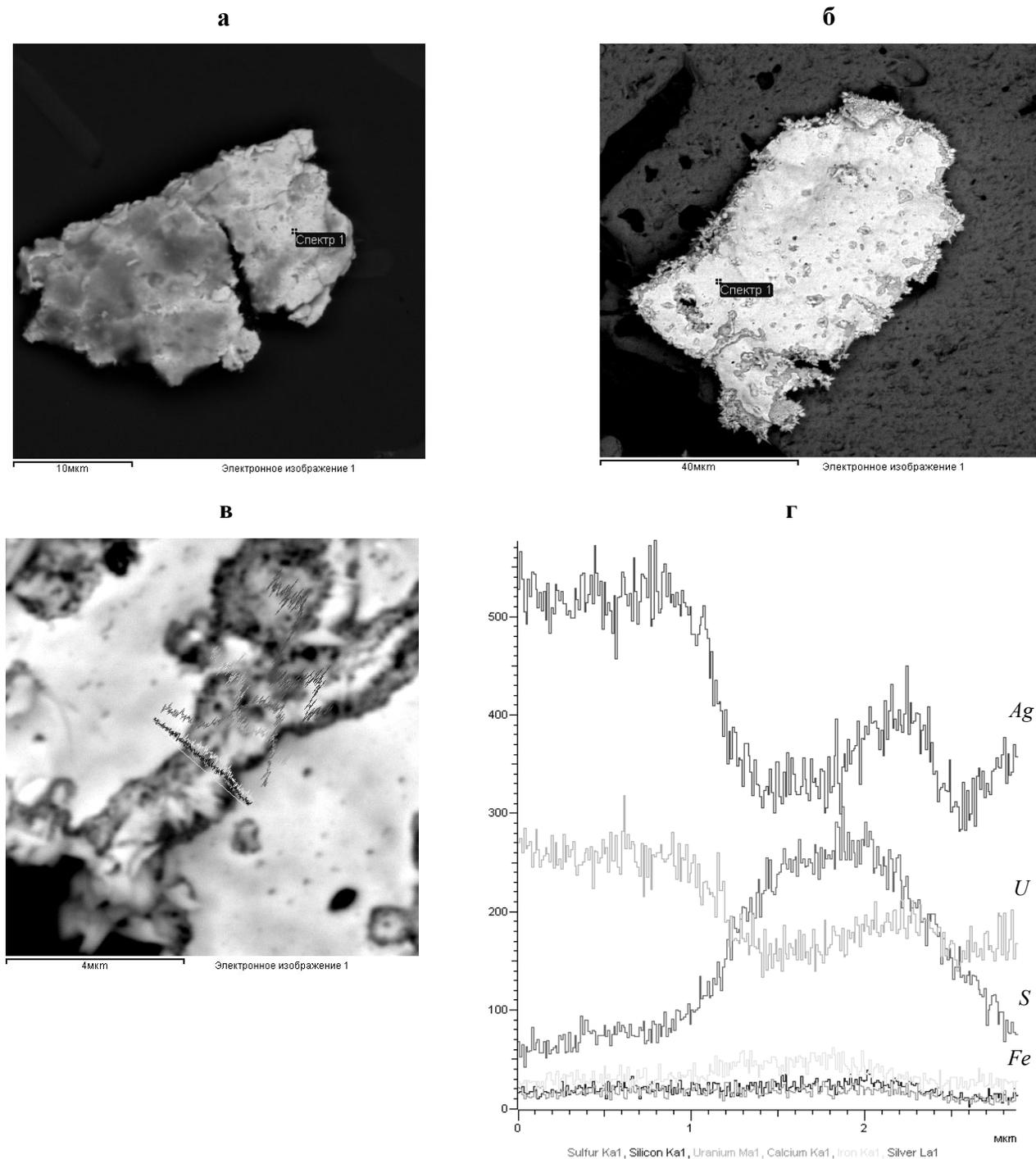


Рис. 7. Формы выделения самородного серебра (а – образец П-1, б – образец П-2/8) и поэлементные профили (в–г) через зону замещения серебра аргентитом

Заключение

Таким образом, геологические исследования, проведенные на Эльмусской площади, показали, что ведущими для локализации позднеархейских более значительных золоторудных объектов являются субмеридиональные зоны расланцевания и метасоматического преобразования пород. К ним приурочены такие рудопроявления и месторождения, как Педро-

лами, Восточное Орехозеро, Талпус. Вторая группа проявлений имеет связь с кислым дайковым комплексом и приурочена к зонам расланцевания и гидротермального изменения в кислых толщах в области развития порфировых даек (Эльмус). Третья группа – это золотосодержащие колчеданные руды и зоны сульфидной минерализации.

Кислый дайковый комплекс Эльмусской площади представлен Na- и Na-K-порфирами. Кислый

интрузивный магматизм территории более разнообразен, это гранодиориты, плагиограниты, Na-K порфириовидные граниты. С порфириовидными гранитами связана молибденитовая и золото-сульфидная рудная минерализация в ореоле грейзенизации Карташинского массива в юго-восточной части площади.

Месторождение Педролампи приурочено к узлу пересечения субмеридиональной (архейской) и СЗ (протерозойской) зон сдвиговых деформаций. Вмещающие золотое оруденение породы представлены милонитизированными и лиственитизированными зелеными сланцами по основным туфам и хлорит-серпичитовыми сланцами по грауваккам, метапесчаникам и полимиктовыми конгломератами верхней части лопийского разреза. Отложения подобного типа сопоставимы с отложениями верхней части разреза Койкарской структуры, относимыми к отложениям бассейнов типа пулл-апарт. Оруденение на месторождении представлено двумя генерациями (ранней и поздней), отличающимися минеральным составом: 1 – крупным кубическим пиритом и самородным золотом; 2 – халькопиритом, золотом, электрумом, серебром, редкими сульфидами, сульфосолями и встречающейся с ними в приповерхностной зоне окисленной ассоциацией, представленной борнитом, халькозином, ковеллином, гематитом, рутилом. Дан-

ные декрепитации газово-жидких включений в кварце и расчет по минеральным термометрам свидетельствуют о широком интервале температуры при формировании рудной зоны. Температура образования метасоматитов и жил снижалась от 390–400 до 240 °С и ниже при окислении руд. Максимум золотого рудообразования приходится на 270–290 °С для 1-го типа руд и 24 °С и ниже для 2-го типа. Простой минеральный состав, низкий уровень Ag в золоте и присутствие в рудах фаз, содержащих МПП, свидетельствуют о более высокотемпературном характере образования руд 1-го типа и дополнительном привносе платиноидов на раннем этапе. Золото-халькопиритовая рудная минерализация, сопровождающаяся самородным серебром, сульфосолями и некоторыми другими более редкими минералами, сформировалась на стадии выделения рудного вещества при более низкотемпературных условиях. В приповерхностной зоне рудные минералы замещаются окисленной ассоциацией вторичных сульфидов меди. В этом процессе образуется аргентит с повышенными концентрациями урана.

Месторождение Педролампи относится к небольшим мезотермальным докембрийским рудным объектам полистадийного генезиса с запасами золота около 0,9 т и суммарными прогнозными ресурсами до 10 т.

ЛИТЕРАТУРА

Белашев Б. С., Кулешевич Л. В. Декрепитация газово-жидких включений в кварце из различных генетических типов золоторудных проявлений Карелии // Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып. 8. Петрозаводск, 2005. С. 89–94.

Геология и петрология архейского гранитно-зеленокаменного комплекса Центральной Карелии. Л., 1978. 262 с.

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

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

Новиков Ю. Н. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на золото в Центральной Карелии на Эльмусской площади в 1992–1994 годах с подсчетом запасов золота месторождения Педролампи по категории С₂. Фонды ТФГИ. Инв. № 448. 1997.

Петров Ю. В. Особенности локализации золотого оруденения в пределах Сегозерско-Ведлозерского зеленокаменного пояса (месторождение Педролампи) // Благородные металлы и алмазы Севера европейской части России: Тез. докл. Петрозаводск, 1995. С. 134–135.

Ранний докембрий Балтийского щита. СПб., 2005. 711 с.

Светов С. А. Магматические системы зоны перехода океан – континент в архее восточной части Фенноскандинавского щита. Петрозаводск, 2005. 229 с.

Сиваев В. В., Горошко А. Ф. Отчет о групповой геологической съемке и доизучению масштаба 1 : 50 000 Северо-Западного крыла Онежской мульды и ее обрамления, проведенных в 1978–1982 гг. 1982. Фонды КГЭ. Инв. № 1529.

Шариков П. И. и др. Геохимические поиски золота на перспективных площадях Карелии. Информационный отчет о результатах незавершенных работ по Тиллевому объекту за 1999–2002 гг. 2002. Фонды КГЭ.

Cathelineau M., Nieva D. A chlorite solid solution geothermometer: Los Azufres (Mexico) geothermal system // Contrib. to Mineral. and Petrol. 1985. 91. P. 57–76.