

В изложенном влиянии разломных систем на стадию образования залежей УВ и разломно-блоковое строение НБА, в частности, проступает более значимая роль диагональной системы разломов планетарных направлений при подчиненной роли ортогональной [7], природу которой предстоит еще выяснить.

Выводы

1. Формирование месторождений в ловушках УВ в синхронных отложениях одного рифей-нижнепалеозойского ОПБ на территории НБА, вероятно, происходило за счет субвертикальных флюидных потоков из подфундаментных источников и процессов переформирования залежей УВ между продуктивными пластами венда под влиянием периодической активизации разломных систем различной пространственной ориентации.

2. Залежи УВ в продуктивных пластах терригенного комплекса венда образовались под влиянием активных разломов ранней северо-восточной и (или) последующей север-северо-восточной и субмеридиональной генераций, а залежи УВ в карбонатных горизонтах венд-кембрия и нижнего кембрия — под влиянием активных разломов поздней северо-западной генерации с унаследованием локальными структурными планами горизонтов простирания этих разломов. Это приводит к дискордантному соотношению локального структурного плана залежи в карбонатном пласте по отношению к региональному плану или плану залежи в отложениях венда на многопластовых месторождениях.

3. Устанавливается стадийность в образовании залежей в ловушках УВ вверх по разрезу. На первом этапе под действием разломных систем ранней северо-восточной и последующих генераций север-северо-восточной и субмеридиональной образуются и затем переформируются залежи в продуктивных пластах венда. Залежи в продуктивных карбонатных горизонтах венд-кембрия и нижнего кембрия формируются на 2 этапе под влиянием разломов поздней северо-западной генерации в зонах их наложения на разломы более ранней генерации за счет переформирования (расформирования) залежей в отложениях венда.

4. С позиции излагаемой стадийности залежи УВ в карбонатных породах венд-кембрия и нижнего кембрия могут быть открыты на территории ловушек, в которых ранее сформировались залежи УВ в продуктивных пластах терригенного комплекса венда. При этом коэффициент успешности открытия месторождений с такими залежами по отношению к общему числу открытых месторождений порядка 0,25 (таблица). Это означает, что при определении очередности поисков терригенные горизонты должны рассматриваться как основные или первоочередные.

5. Перспективы открытия залежей в карбонатах венд-кембрия и нижнего кембрия на территории Республики Саха (Якутия) связываются с площадями, примыкающими к выделенным разломным системам северо-западного простирания, ширина зон влияния которых остается пока неизвестной, а также на продолжении разломной системы Б—Б в Предпатомском прогибе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арчegov, В.Б. Блоковая делимость земной коры и нефтегазоносность: теория и методика исследований / В.Б. Арчegov // Нефтегазовая геология. Тектоника и практика. — 2012. — Т. 7. — № 2.
2. Берзин, А.Г. Некоторые закономерности активизации разломных систем и эволюции осадочно-порodных бассейнов (Восток Сибирской платформы) / А.Г. Берзин, А.Ф. Сафронов, В.С. Ситников // Геология и разведка. — 2003. — № 3. — С. 3–8.
3. Берзин, А.Г. Опыт использования спектрально-глубинных разверток данных каротажа скважин для решения нефтегазопоисковых задач на Сибирской платформе / А.Г. Берзин, С.А. Берзин // НТВ «Каротажник», Тверь: АИС, 2011. — Вып. 8. (206). — С. 10–24.
4. Воробьев, В.Н. Месторождения нефти и газа центральной части Непско-Ботубинской антеклизы / В.Н. Воробьев, С.А. Моисеев, В.С. Ситников // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2007. — № 7. — С. 5–17.
5. Геология нефти и газа, 1981.
6. Конторович, А.Э. Плацдарм для броски на Восток / А.Э. Конторович, Г.С. Фрадкин, Г.С. Коржубаев и др. // Нефть России. — 2002. — № 12. — С. 36–39.
7. Марсанова, М.Р. Региональные особенности глубинного строения Непско-Пеледуйского свода и уникальной прогнозной нефтегазоносности подфундаментных образований / М.Р. Марсанова // Новые идеи в науках о Земле: Мат. XIII междунар. науч.-практич. конф. — Т. 1. — М.: МГРИ-РГГРУ, 2017. — С. 90–92.
8. Сидоров, В.А. Современная геодинамика и нефтегазоносность / В.А. Сидоров, М.В. Багдасарова, С.В. Атанасян и др. — М.: Наука. — 1989. — 200 с.
9. Соколов, Б.А. Новые идеи в геологии нефти и газа (избранные труды) / Б.А. Соколов. — М.: МГУ, 2001. — С. 233–310.
10. Скопенко, Н.Ф. Прогнозирование месторождений УВ в Непско-Ботубинской НГО на основе потенциальных полей / Н.Ф. Скопенко, Ю.Л. Зуйкова, Н.А. Малышев, М.Б. Скворцов // Разведка и охрана недр. — 2011. — № 8. — С. 31–34.
11. Фортунатова, Н.К. Карта строения природных резервуаров венд-нижнекембрийских карбонатных комплексов Лено-Тунгусской НГП / Н.К. Фортунатова, А.Г. Швец-Тэнзета-Гурий. — М.: ВНИГНИ, 2010.
12. Шемин, Г.Г. Геология и перспективы нефтегазоносности венда и нижнего кембрия центральных районов Сибирской платформы (Непско-Ботубинская, Байкитская антеклизы и Катангская седловина), Монография. — Новосибирск: РАН, 2007. — С. 8–9.

© Коллектив авторов, 2019

Берзин Анатолий Георгиевич // a_berzin@mail.ru
Марсанова Мария Романовна // marigotov@mail.ru
Третьяков Максим Феликсович // gharta@mail.ru
Берзин Сергей Анатольевич

УДК 553.48+549.32+549.33

Кунгурова В.Е., Сидоров М.Д., Степанов В.А., Трухин Ю.П. (Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения РАН)

ГЛЫБА НИКЕЛЕВОЙ РУДЫ В МОРЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДУКУКСКОГО РУДНОГО РАЙОНА КАМЧАТСКОЙ НИКЕЛЕНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

*В моренных отложениях встречена и исследована глыба интенсивно сульфидизированных пород ультрамафитового состава размером 0,7 × 1,0 м и весом около 2 т. Количество сульфидов составляет от 30 до 70 %. Основные минералы представлены пирротином (70–85 %), халькопиритом (5–15 %) и пентландитом (5–7 %). Средние содержания рудных элементов составляют (в %): никель — 1,99, медь — 1,83, кобальт — 0,077; благородных металлов (в г/т): платина — 0,28, палладий — 0,35, золото — 0,29. **Ключевые слова:** Камчатская никеленосная провинция, никель, медь, кобальт, элементы платиновой группы.*

*In the upper reaches of the Khikku river, on the left side, near the riverbed, in the moraine sediments, a block of intensely sulfidized rocks of ultramafic composition of size $0,7 \times 1,0$ m and weight of about 2 t was found and studied. The amount of sulfides is from 30 to 70 %. The main minerals are pyrrhotite (70–85 %), chalcopyrite (5–15 %) and pentlandite (5–7 %). The average content of ore elements is (in %): nickel — 1,99, copper — 1,83, cobalt — 0,077; precious metals (in g/t): platinum — 0,28, palladium — 0,35, gold — 0,29. **Keywords:** the Kamchatka nickel province, nickel, copper, cobalt, platinum group elements.*

Введение

Проявления никеленосного ультрабазит-базитового интрузивного магматизма Камчатки приурочены к выступу метаморфических пород в южной части п-ова — Камчатскому срединному массиву (рис. 1). Выявленные к настоящему времени интрузивы рудоносной формации, объединенные в дукукский комплекс, концентрируются у его северного и южного флангов, образуя рудные районы Камчатской никеленосной провинции [13]: северный — Шанучский (с эксплуатируемым месторождением Шануч, проявлением Восточно-Геофизическое и др.) и южный — Дукукский (с многочисленными проявлениями и пунктами минерализации, связанными с расслоенной интрузией Кувалорог площадью около 28 км² и более мелкими дайками, силами).

В пределах западной части Дукукского района были проведены научно-исследовательские работы [12], целью которых являлось выявление и локализация промышленного кобальт-медно-никелевого оруденения шанучского типа в бассейнах рек Квинум, Мокушка, Хихку (рис. 1). Большая часть территории сложена породами хейванской свиты ранне-поздне-мелового возраста (рис. 3). Они представлены филлитами, метаалевролитами, песчаниками, а также хлорит-серпичитовыми и кварц-хлоритовыми сланцами. Породы прорваны серией небольших интрузий дукукского никеленосного комплекса, локализованных в полосе северо-западного субмеридионального простирания. Состав интрузий меняется от кортландитов и роговообманковых пироксенитов до габбро-норитов, габбро и диоритов [2, 3]. Кортландиты и пироксениты постоянно содержат вкрапленность сульфидов (пирротин, халькопирит, пентландит) [1, 8, 9, 12].

Материалы и методы исследований

В результате прогнозно-геохимических исследований, проведенных сотрудниками НИГТЦ ДВО РАН совместно с «Аверс-1» по договору с ЗАО НПК «Геотехнология», были обнаружены перспективные на никеленосность участки. Одним из них является район верховьев р. Хихку (рис. 1, т.н. 202), где на левобережье, вблизи русла, встречена глыба интенсивно сульфидизированных пород ультрамафитового состава [4, 12] массой около 2 т, размером $0,7 \times 1,0$ м, слабоокатанная (рис. 2). Предполагается, что глыба могла быть выпажана ледником из разлома, который проходит по левому борту долины р. Хихку. Разлом крутопадающий, хорошо дешифрируется на АФС; на местности представлен протяженной зоной дробления мощностью порядка 50 м. Мощность моренных отложений горно-долинного оледенения незначительна (до 10–15 м).

С поверхности рудная глыба в значительной степени окислена и выщелочена. Вмещающие минерализацию породы мафит-ультрамафитового состава интенсивно изменены, превращены местами в тальк-хлорит-тремолитовый агрегат с серпентином, магнетитом, реликтами первичных амфибола (паргасита) и оливина. Количество сульфидов составляет 30–45 %, на отдельных участках — до 70 %, а содержания никеля и меди более 1 %.

Из этого материала было отобрано 29 проб для проведения полного спектрального анализа на 32 элемента в ЦЛ ОАО «Камчатгеология» на приборе ДФС-8

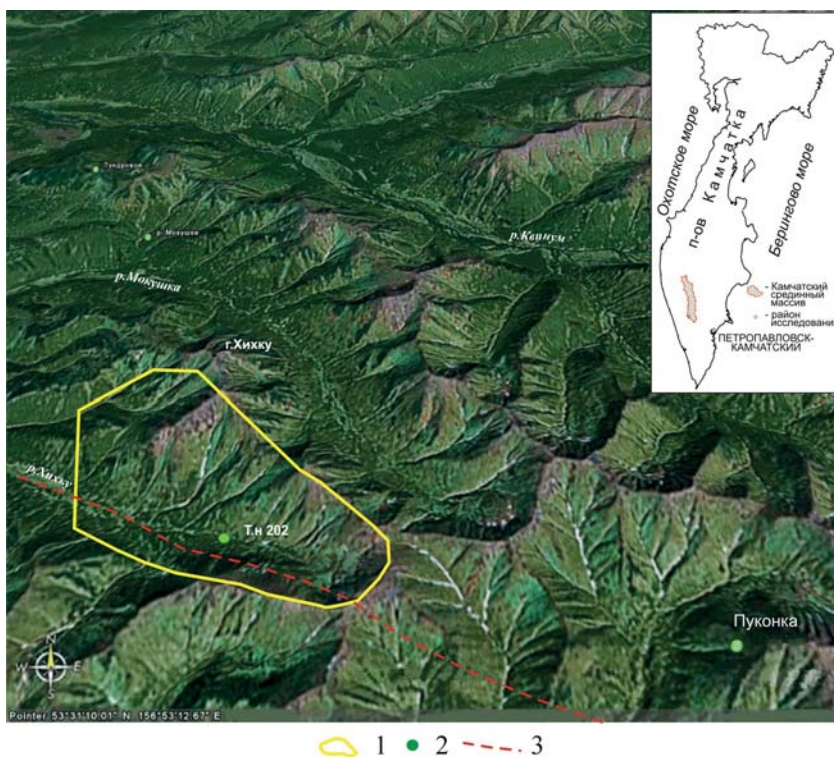


Рис. 1. Фотосхема междуречья рр. Мокушка-Хихку с выделением перспективной площади на поиски коренных выходов медно-никелевых руд: 1 — перспективная площадь (рекомендуемая для детальных поисков); 2 — проявления и пункты сульфидной минерализации, т.н. 202 — место находки глыбы с рудной минерализацией; 3 — разрывное нарушение



Рис. 2. Глыба сульфидных медно-никелевых руд (т.н. 202) (фото Р.М. Новакова)

путем пробирного концентрирования с атомно-абсорбционным окончанием. Химико-спектральное определение Au произведено по методике НСАМ «Атомно эмиссионное определение золота в геохимических пробах с экстракционным концентрированием органическим и сульфидами». Атомно-абсорбционному анализу на Ni, Cu, Co, Zn были подвергнуты пробы в химико-аналитической лаборатории Научно-исследовательского геотехнологического центра ДВО РАН на атомно-абсорбционном спектрометре «Shumadzu AA-6300» (P/N 206 — 518 000) согласно отраслевой методике III категории.

Изготовлено 7 полированных шлифов, проведено их минераграфическое изучение; проанализирован минеральный состав 5 проб-протолок; 5 образцов исследованы на рентгеноспектральном анализаторе JXA JEOL-8100 (аналитик В.И. Гвоздев, ДВГИ ДВО РАН).

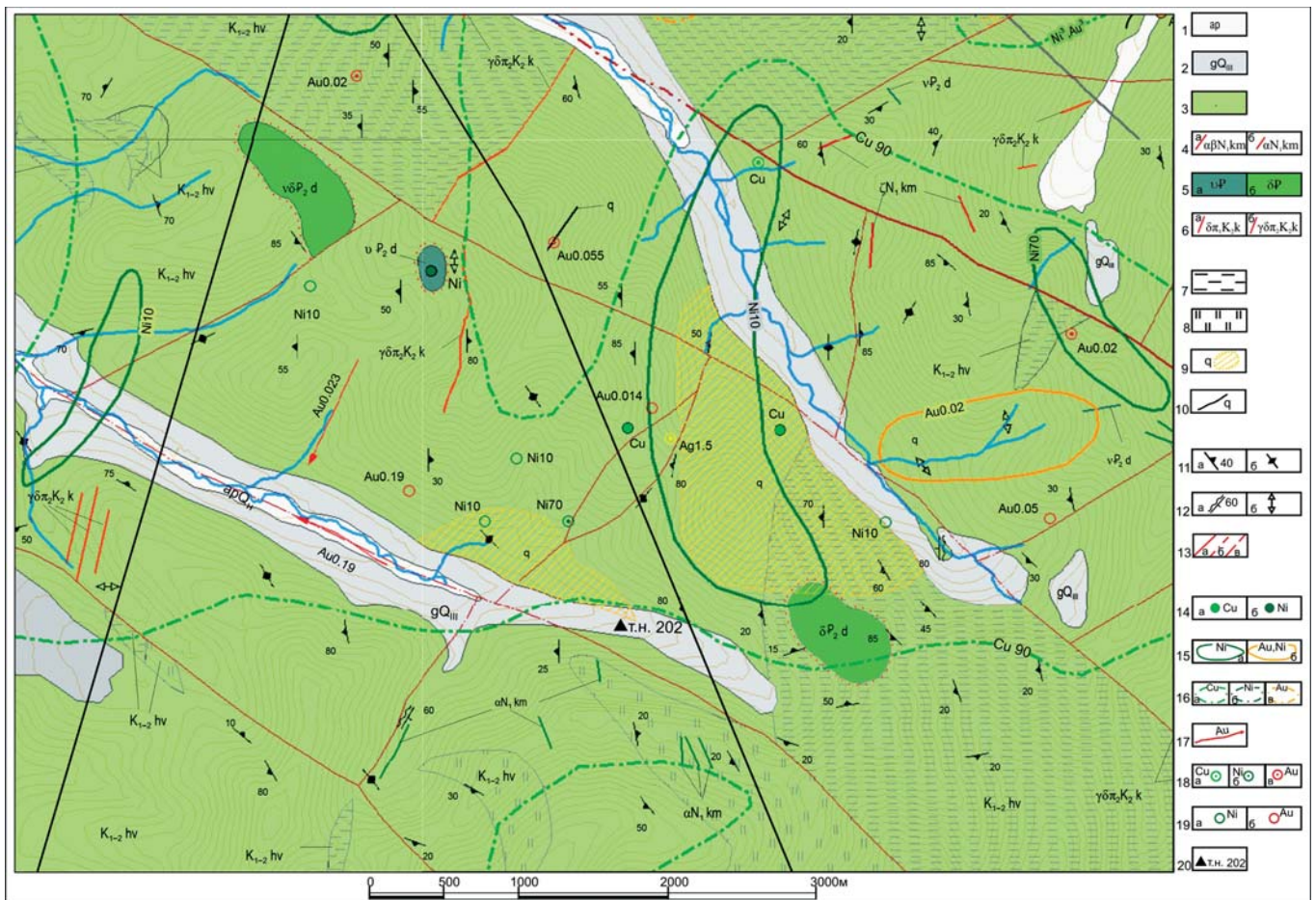


Рис. 3. Схематическая геологическая карта района исследований [12]: 1 — нерасчлененные аллювиально-пролювиальные отложения (арQн); 2 — ледниковые и водно-ледниковые отложения (gQ_{II}); 3 — хейванская свита нерасчлененная: метаалевролиты, метапесчаники, филлиты, пакки и прослои хлорит-серцитовых и кварц-хлоритовых сланцев (K₁₋₂ hv); 4 — кимитинский вулканический комплекс андезитовый (αN₁km, αβN₁km); 5 — эоценовый дуковский пироксенит-габбро-норит-кортландитовый: интрузии сложного состава-ортопироксениты (v), меланогаббровые габбро-нориты (vδ), горнблагемые (δ); 6 — кольский комплекс плагиигранит-гранодиоритовый: интрузии и дайки гранитов и гранодиоритов II фазы (γ_тK₂k), интрузии диоритов, гранодиорит-порфиров I фазы (γ_δπ₂K₂k); 7 — филлиты; 8 — хлорит-серцитовые, кварц-хлоритовые сланцы; 9 — окварцованные породы; 10 — кварцевые жилы; 11 — наклонное залегание сланцеватости (а), субвертикальное (б); 12 — ориентировка шарниров малых складок; 13 — разрывные нарушения достоверные (а), скрытые под вышележащими образованиями (б), предполагаемые (в); 14 — пункты минерализации никеля (а), меди (б). Литохимические аномалии (15–19): 15 — в коренных породах ореолы никеля (а), золота, никеля (б); 16 — в рыхлых отложениях ореолы никеля (а), меди (б), золота (в); 17 — потоки рассеяния золота; 18 — в коренных породах точечные аномалии никеля (а), меди (б), золота (в); 19 — в рыхлых осадках точечные аномалии никеля (а), золота (б); 20 — место нахождения рудной глыбы.

Примечание: Ni50 — концентрация элемента (пх10⁻³%), золото в г/т (по В.И. Сидоренко [11]); Ni, Cu, Au — концентрация элементов третьего уровня аномальности Ni > 7×10⁻³%, Cu > 3×10⁻³%, Au > 0< 015 г/т (по Г.В. Лашинскому [5]; А.С. Гумовскому [2]).

Результаты анализов проб использованы для статистической обработки геохимических данных методом факторного анализа. При этом использовался пакет комплексной интерпретации геолого-геохимической информации (геоинформационная система) «Gold Digger».

Образцы были исследованы на физические свойства — объемную плотность и магнитную восприимчивость. Плотность измерена гидростатическим взвешиванием на лабораторных весах ВЛКТ-500, магнитная восприимчивость определена полевым измерителем ПИМВ-2.

Результаты и обсуждение

Руда имеет сетчатую, пятнистую, вкрапленную текстуру с участками гнездово-вкрапленной, равномерно-вкрапленной и густо-вкрапленной. Структура руд — сидеронитовая. В результате изучения полированных шлифов и проб-протолок исследуемых образцов выявлено, что количество сульфидных минералов меняется от 30 до 70 %. Среди них преобладает пирротин, составляющий 70–85 % от всех сульфидов. Халькопирит (5–15 %) и пентландит (5–7 %) имеют подчиненное значение. Кроме этой традиционной для сульфидных медно-никелевых руд триады встречены в незначительных количествах (1–3 %): пирит, марказит, магнетит, ильменит, галенит, сфалерит. Встречены самородное золото, теллуриды и сульфотеллуриды висмута, теллуриды серебра. Минеральный состав проб-протолок приведен в табл. 1.

Таблица 1
Минеральный состав проб-протолок

Минералы, %	Номера проб				
	202–50	202–130	202–220	202–260	202–284
Пирротин	85,0	75,0	73,4	85,0	69,2
Магнетит	зн.	зн.	ед.зн.	ед.зн.	1,8
Лимонит	зн.	зн.	0,9	0,5	0,9
Халькопирит	5,0	10,0	17,0	4,7	5,7
Пентландит	зн.	3	зн.	5,5	зн.
Халькозин	—	—	—	ед.зн.	зн.
Ковеллин	зн.	ед.зн.	—	1,0	7,8
Борнит	зн.	зн.	—	ед.зн.	ед.зн.
Апатит	—	—	зн.	—	—
Гранат	—	—	—	ед.зн.	—
Карбонат	ед.зн.	—	—	ед.зн.	ед.зн.
Амфибол	7,0	8,0	8,7	3,3	14,2
Плагиоклаз	—	—	ед.зн.	ед.зн.	—
Пироксен	3,0	3,0	ед.зн.	—	0,1
Оливин	—	—	ед.зн.	—	зн.
Флогопит	зн.	1,0	зн.	—	0,1
Циркон	—	—	—	—	ед.зн.
Кварц	—	—	—	—	ед.зн.
Пирит	ед.зн.	ед.зн.	—	ед.зн.	зн.
Марказит	зн.	ед.зн.	—	—	зн.
Галенит	—	—	—	ед.зн.	ед.зн.
Ильменит	—	ед.зн.	ед.зн.	ед.зн.	ед.зн.
Рутил	—	ед.зн.	—	—	ед.зн.
Серпентин	зн.	зн.	—	—	—
Хлорит	зн.	—	—	—	—

Примечание: ед.зн. — единичные знаки; зн. — знаки

Таблица 2
Факторные нагрузки, собственные значения и веса факторов

Признаки	Факторные нагрузки			
	F1	F2	F3	F4
Ni	0,925	0	0,168	0,185
Cu	-0,605	0,597	-0,157	0,402
Co	0,879	0	0,141	0,328
Zn	-0,350	0,753	-0,175	0,415
Cr	-0,705	-0,369	0	0,348
Pb	0,059	-0,256	0,581	-0,070
Ti	-0,841	-0,355	0,078	-0,121
Mn	0,332	0,458	0,195	-0,504
Ga	0,074	0	0,477	0,493
V	-0,650	-0,446	0,139	-0,058
Be	-0,280	-0,426	0,527	0,210
Mo	0,326	-0,565	-0,321	0,232
Sn	0,532	-0,284	-0,458	0,282
Ag	-0,371	-0,108	-0,680	-0,059
Yb	0,319	-0,416	-0,528	-0,060
Собственные значения	4,53	2,43	2,06	1,30
Веса факторов, %	43,9	23,5	20,0	12,6

зтит, магнетит, ильменит, галенит, сфалерит. Встречены самородное золото, теллуриды и сульфотеллуриды висмута, теллуриды серебра. Минеральный состав проб-протолок приведен в табл. 1.

Средние содержания по 29 пробам составили (в %): никеля — 1,99 (0,0–4,23); меди — 1,83 (0,9–4,12); кобальта — 0,08 (0,007–0,103); цинка — 0,009 (0,005–0,016). Отношение Ni/Cu = 1,1; Ni/Co = 24,8. Средние содержания элементов платиновой группы (по 6 пробам) составляют (в г/т): платины — 0,3 (0,15–0,4); палладия — 0,35 (0,3–0,4); родия — 0,01 (0–0,02); рутения — 0,01 (0–0,02). Отношение Pt/Pd <= 1. Золото присутствует в количестве 0,27 г/т (0,09–0,425).

Некоторые закономерности взаимосвязи химических элементов выявлены по результатам статистической обработки проб методом факторного анализа.

Величины собственных значений и веса факторов показывают, что в целом значения признаков исследуемых образцов определяются преимущественным действием трех факторов: на 43,9 % — фактора F1; на 23,5 % — F2; на 20,0 % — F3 (табл. 2). Коэффициенты корреляции являются значимыми (b=0,05) при их абсолютном значении не менее 0,355. Анализ признаковой структуры фактора F1 показывает, что нагрузка этого фактора значимо определяется концентрациями никеля (0,925), кобальта (0,879) и имеет значимую отрицательную связь с такими элементами, как медь (-0,605), хром (-0,705), титан (-0,841), ванадий (-0,650). Такой набор признаков и характер их действия позволяет предполагать, что фактор F1 отражает магматический процесс, в котором происходит совместное концентрирование никеля и кобальта. Анализ признаковых нагрузок F2 показывает, что он имеет значимую

положительную связь с цинком (0,753), медью (0,597), марганцем (0,458); нулевую — с никелем, кобальтом; значимую отрицательную — со всеми остальными элементами: хромом (-0,369), бериллием (-0,426), ванадием (-0,446), молибденом (-0,565). Такая признаковая структура фактора F2 позволяет предполагать, что он отражает начало постмагматического процесса. Фактор F3 несет в себе несколько меньшую долю информации. Его нагрузка определяется содержаниями свинца (0,581), бериллия (0,527), галлия (0,477), и значимой отрицательной связью с серебром (-0,680), иттербием (-0,528), оловом (-0,458). Очевидно, что он отражает гидротермальный процесс, протекающей в заключительную стадию формирования рудных образований. Фактор F4 имеет небольшой вес (12,6 %) и положительно значимо связан с медью (0,402), цинком (0,415), галлием (0,493), а отрицательно — с марганцем (-0,504).

По результатам исследований на рентгеноспектральном анализаторе в рудах выделены две продуктивные минеральные ассоциации: пентландит-пирротиновая и магнетит-халькопирит-пирротиновая. Они сближены во времени формирования. Минералы второй ассоциации часто пространственно тяготеют к краевым частям вкрапленников, сложенных минералами первой ассоциации или выполняют в них микротрещинки.

В составе пентландит-пирротиновой ассоциации преобладает гексагональный пирротин, образующий изометричной формы вкрапленники размером до 2–3 мм, а также отдельные зерна, размером до 1,2 мм. Встречены порфириновые вкрапленники пентландита, размеры его часто превышают 2 мм (рис. 4а). Он легко отличается по наличию спайности. Пламенивидные включения пентландита (распад твердого раствора) в пирротине редки. С этой ассоциацией связаны основные концентрации никеля в рудах.

В составе магнетит-халькопирит-пирротиновой ассоциации преобладает преимущественно пирротин моноклинный (отсутствует характерная отдельность по 001). Менее распространены халькопирит и магнетит. В этой ассоциации наблюдаются крупные вкрапленники (до 1,5 мм и более) халькопирита, который пространственно тяготеет к сноповидным скоплениям

амфибола (рис. 4в). Иногда амфибол образует включения в халькопирите (рис. 4г). Последовательность формирования минералов этой ассоциации следующая: близко одновременно кристаллизуются амфибол и магнетит, затем пирротин и халькопирит. С халькопиритом ассоциируют включения редких минералов — галенита, теллуридов и сульфотеллуридов висмута, теллуридов серебра и самородного золота (рис. 4а, б). Размеры включений редко превышают несколько микрон. Проба двух зерен золота, измеренная В.И. Гвоздевым на микрозонде, составляет 808 и 813 единиц.

Появление в рудах марказита, замещающего по трещинкам пирротин, может быть объяснено процессом выветривания.

Проанализированы петрофизические свойства образцов. Средняя плотность составляет 3,10–3,20 г/см³; средняя магнитная восприимчивость — около 4000 × 10⁻⁵ СИ. Выделены два типа ферромагнетиков, которыми обусловлены высокие магнитные свойства руд. В составе пентландит-пирротиновой ассоциации, как было отмечено выше, присутствует пирротин гексагональный (немагнитный), а в составе магнетит-халькопирит-пирротиновой — два сильных ферромагнитных минерала — моноклинный пирротин и магнетит, наличием которых и объясняется высокая способность образцов к намагничиванию.

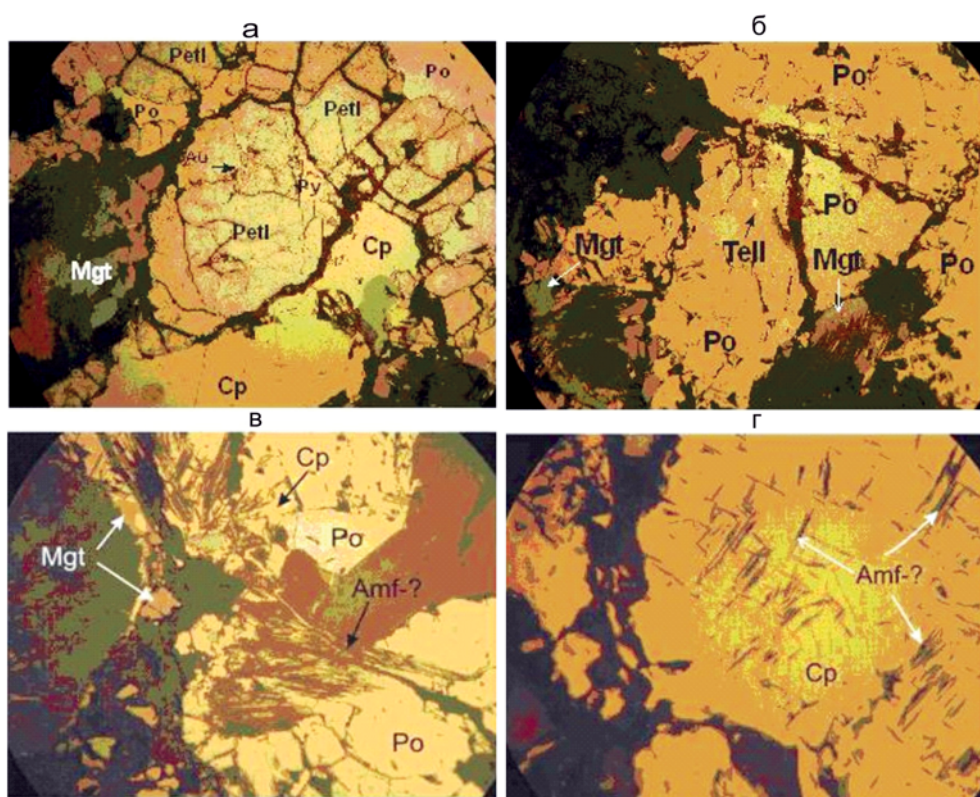


Рис. 4. Взаимоотношения основных и редких минералов в образцах (увел. 100х; аналитик В.И. Гвоздев, ДВГИ ДВО РАН): а) порфиривидные вкрапленники пентландита (раннего) среди гексагонального пирротина (отдельность по 001), халькопирита, с микровключениями самородного золота; б) преобладает пирротин моноклинный (отсутствует отдельность), выделение теллурида висмута ассоциирует с халькопиритом; в) вкрапленники халькопирита, тяготеющие к сноповидным скоплениям амфиболов; г) включения амфибола в халькопирите.

Примечание: Pentl — пентландит; Po — пирротин; Cp — халькопирит; Py — пирит; Mgt — магнетит; Au — самородное золото; Tell — теллуриды висмута

Это свойство имеет практическое значение и может служить поисковым признаком [10, 14]. Рудные тела протяженностью в десятки метров и мощностью первые метры, находящиеся на небольшой глубине, могут создавать интенсивные контрастные магнитные аномалии и фиксироваться крупномасштабной магнитной съемкой. Высокая избыточная плотность (в совокупности с генетически родственной базитовой интрузией) по отношению к вмещающей среде дает возможность использовать для поисков высокоточную гравиразведку.

Выводы

Исследованная глыба интенсивно сульфидизированных пород ультрамафитового состава содержит 30–70 % сульфидов. Средние концентрации рудных элементов в ней составляют (в %): никель — 1,99, медь — 1,83, кобальт — 0,077; благородных металлов (в г/т): платина — 0,28, палладий — 0,35, золото — 0,29. Рудные минералы представлены традиционной для сульфидных медно-никелевых руд триадой: пирротин, халькопирит, пентландит при преобладающей роли первого. Выявлены две минеральные ассоциации — пентландит-пирротиновая и магнетит-халькопирит-пирротиновая, сближенные по времени формирования. С халькопиритом связано появление теллуридов и сульфотеллуридов висмута, теллуридов серебра и самородного золота.

По своим минералого-геохимическим признакам, концентрациям полезных компонентов, соотношениям Ni/Cu, равному 1,1 и Pt/Pd = 0,8, исследованные образцы могут быть сопоставимы с рудами пятнистой текстуры Восточно-Геофизического рудопоявления Шанучского рудного района [7]. Содержания никеля в исследуемых кобальт-медно-никелевых рудах уступают такому эксплуатационному месторождению Шануч, но достаточно высокие. При обнаружении коренных источников это может иметь практическое значение.

Кроме глыбы интенсивно сульфидизированных ультрабазитов в пределах потенциально никеленосного района Хихку располагается ряд точек минерализации медно-никелевых руд, ореолы никеля и меди в донных отложениях, а также две интрузии дукукского комплекса (рис. 3). Вблизи также находится локальная положительная аномалия силы тяжести, серия положительных аэромагнитных аномалий. Положительная гравиметрическая аномалия с большой степенью вероятности может свидетельствовать о наличии на глубине интрузивного очага основного-ультраосновного состава, сателлитами которого являются выходящие на поверхность интрузии дукукского комплекса. Аэромагнитные аномалии положительного знака, по всей вероятности, фиксируют находящиеся на поверхности никеленосные руды, обладающие повышенной магнитностью.

Таким образом, результаты исследований в верховьях р. Хихку позволяют выделить эту территорию как весьма перспективную, а находка глыбы богатых массивных руд может свидетельствовать о наличии здесь рудных тел промышленного типа на небольших глубинах. Предполагается, что рудная глыба могла быть вы-

пахана ледником из разлома, который проходит по левому борту долины р. Хихку.

На прилегающей к месту обнаружения рудной глыбы территории необходимо проведение крупномасштабного геологического картирования, последующего трехмерного моделирования геологической ситуации, которые позволят оценить перспективы в плане выявления новых сульфидных медно-никелевых объектов в пределах Дукукского рудного района Камчатской никеленосной провинции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Додин, Д.А. Платинометалльные месторождения России / Д.А. Додин, Н.М. Чернышов, Б.А. Яцкевич. — СПб: Наука, 2000. — 755 с.
2. Гумовский, А.С. Отчет о результатах поисков медно-никелевых месторождений на участке Квинум за 1988–1990 гг. / А.С. Гумовский и др. — Петропавловск-Камчатский: ТГФ, 1990. — Т. 1. — 269 с.; Т. 2. — 93 с.; — Т. 3. — 164 с.; Т. 4. — 90 с.
3. Зимин, С.С. Формация никеленосных рогообманковых базитов Дальнего Востока / С.С. Зимин. — Новосибирск: Наука, 1973. — 134 с.
4. Кунгурова, В.Е. О перспективах обнаружения медно-никелевых объектов в юго-западной части Дукукского рудного района / В.Е. Кунгурова, Р.М. Новаков, М.Д. Сидоров, В.А. Степанов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 12 (специальный выпуск № 32). — Изд-во «Горная книга». — С. 116–119.
5. Лащинский, Г.В. Отчет о результатах региональных и поисковых геолого-геофизических работ, выполненных в южной части Среднего Камчатского выступа Дукукской партией в 1976–1979 гг. / Г.В. Лащинский, В.Н. Лукьянов. — Петропавловск-Камчатский: ТГФ, 1979. — Т. 1. — 155 с.; Т. 2. — 229 с.; Т. 3. — 223 с.
6. Маракушев, А.А. Сульфидное рудообразование и его углеводородная специализация / А.А. Маракушев, Н.А. Панеях, С.А. Маракушев. — М.: ГЕОС, 2014. — 184 с.
7. Новаков, Р.М. Геохимия благородных металлов в медно-никелевых рудах участка Восточно-Геофизический (Шанучское рудное поле, Камчатка) / Р.М. Новаков, Ю.П. Трухин, М.Д. Сидоров // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. — 2014. — № 3. — С. 44–51.
8. Полетаев, В.А. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и рудопоявления перидотит-пироксенит-норитовой формации Центральной Камчатки. Платина России / В.А. Полетаев — Т. 3. — М.: Геоинформмарк, 1999. — С. 191–199.
9. Селянгин, О.Б. К сравнительной петрологии интрузивов северной и южной зон Камчатской никеленосной провинции / О.Б. Селянгин // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. — Ч. 1. — 2014. — № 1. — Вып. 23. — С. 168–184.
10. Сидоров, М.Д. Плотностные неоднородности в верхней коре Шанучского рудного района и проблема выявления нескрытых никеленосных интрузий (Камчатский срединный массив) / М.Д. Сидоров, В.В. Таскин, Н.А. Вешняков // Региональная геология и металлогения. — 2016. — № 65. — С. 1–12.
11. Сидоренко, В.И. Отчет Киумшеченской партии о результатах групповой геологической съемки м-ба 1:50 000 с общими поисками, проведенных в 1985–1990 гг.: «Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рр. Киумшечка, Пымты, Прав. Кихчика» / В.И. Сидоренко, Г.В. Кувакин, М.Т. Селиванов. — Петропавловск-Камчатский: ТГФ, 1990. — Т. 1. — 309 с.; Т. 2. — 287 с.; Т. 3. — 185 с.; Т. 4. — 225 с.
12. Трухин, Ю.П. Отчет о результатах прогнозно-геохимических исследований в западной части Квинум-Кувалорогской никеленосной зоны (по договору № 122-ГТ/07 от 10 июня 2007 г.) / Ю.П. Трухин, В.А. Степанов и др. — Петропавловск-Камчатский, 2008. — Т. 1. — 145 с., 50 рис., 20 фото, 21 таблица; Т. 2. — 104 с., 12 приложений. Графические приложения — 7 листов.
13. Трухин, Ю.П. Камчатская никеленосная провинция / Ю.П. Трухин, В.А. Степанов, М.Д. Сидоров // ДАН. — Т. 418. — 2008. — № 6. — С. 802–805.
14. Sidorov, M.D. Density Modeling of Magmatic Structures in the Promising Kolpakova Nickeliferous District (Median Massif, Kamchatka) / M.D. Sidorov // Russian Journal of Pacific Geology. — 2015. — Vol. 9. — № 3. — P. 193–202.

© Коллектив авторов, 2019

Кунгурова Валентина Егоровна // kunwe@yandex.ru
Сидоров Михаил Дмитриевич // smd52@mail.ru
Степанов Виталий Алексеевич // vitstepanov@yandex.ru
Трухин Юрий Петрович // ytrukhin@yandex.ru