

**В.Е. Кунгурова, В.А. Степанов, Ю.П. Трухин,  
Р.М. Новаков**

### **СОСТАВ РУД СУЛЬФИДНОГО МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПРОЯВЛЕНИЯ АННАБЕРГИТОВАЯ ЩЕЛЬ (КАМЧАТКА)**

*Проведены исследования состава руд сульфидного медно-никелевого рудопоявления Аннабергитовая Щель, сравнение с рудами других объектов Камчатской никеленосной провинции. Массивные, прожилково-вкрапленные, гнездово-вкрапленные и вкрапленные руды представлены в основном пирротинном, пентландитом, халькопиритом. Менее развиты виоларит, пирит. Встречены вольфскит, аргентопентландит, теллуриды и сульфотеллуриды висмута и свинца, гессит, самородное золото, сперрилит, ирарсит. С поверхности руды окислены. Средние концентрации полезных компонентов в них составляют (вес. %): никель – 1,0; медь – 0,80; кобальт – 0,04; платиноиды (г/т): палладий – 0,75; платина – 0,25.*

*Ключевые слова: Камчатская никеленосная провинция, месторождение Шануч, медно-никелевое оруденение, никель, палладий, платина.*

---

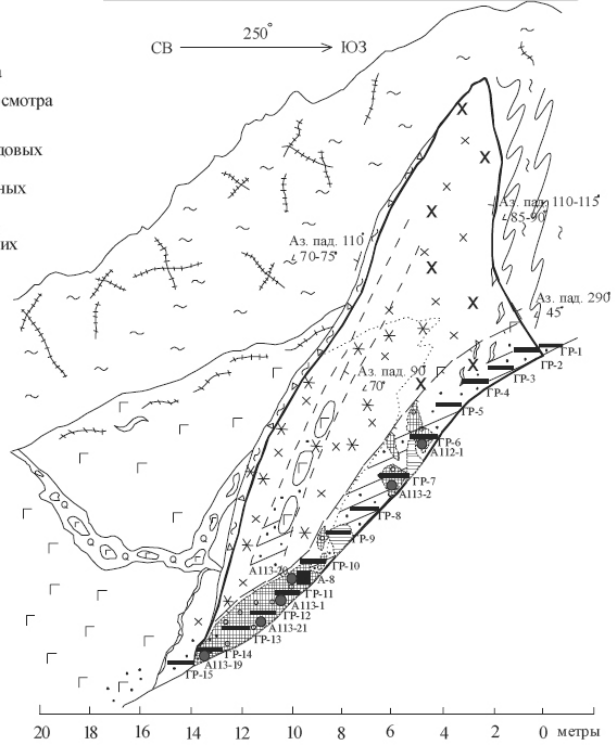
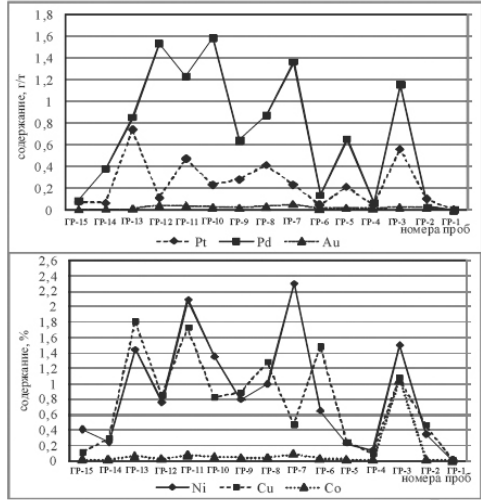
**В** южной части Камчатской никеленосной провинции (КНП) [1], в пределах Квинум-Кувалорогской зоны, известен ряд перспективных сульфидных медно-никелевых рудопоявлений, пространственно и генетически связанных с интрузиями габбро-пироксенит-кортландитового комплекса. Нами исследован состав руд одного из них – Аннабергитовой Щели.

Рудопоявление Аннабергитовая Щель приурочено к небольшой Аннабергитовой интрузии, являющейся сателлитом крупного Кувалорогского интрузивного массива (площадью 28 км<sup>2</sup>), сложенного ультраосновными, основными и средними породами эоценового возраста, прорывающими сланцы хейванской свиты ранне-позднемиелового возраста [2, 3].

Рудное тело имеет в разрезе треугольную форму: длина по днищу распадка – 18 м, ориентировочная высота западного вертикального края – 11 м, вычисленная длина восточного края рудного тела – 24 м (рис. 1).

С поверхности рудное тело окислено: покрыто-бурыми гидроокислами железа; зеленоватыми корочками сульфатов никеля – моренозита и реттерсита, встречаются выделения аннабергита,

- Условные обозначения:
- интрузия дукусского плутонического комплекса сложного состава:  
а) горнблэндиты, габбронориты, нориты;  
б) меланократовые диориты, диориты
  - сланцы хейванской свиты
  - кварцевые прожилки
  - кварц-полевощитовые прожилки с вкрапленностью сульфидов
  - а) ожелезнение;  
б) хлоритизация
  - зона дробления и расслаивания
- Типы руд:
- массивные, частично окисленные
  - выщелоченные
  - прожилково-вкрапленные, гнездовые
  - вкрапленные
- контур рудного тела  
 - контур доступного осмотра и описания руд  
 - место отбора борзодовых проб (ГР-1 - ГР-15)  
 - место отбора штучных проб  
 - место отбора пробы для минералогических исследований



**Рис. 1. Схематический разрез рудного тела рудопроявления Анна-бергитовая Щель**

малахита и азурита. Основные сульфидные рудные минералы – пирротин, пентландит, халькопирит. Выделены массивные (до 60–70 % сульфиды), прожилково-вкрапленные (до 30 %), вкрапленные сульфидные (от 2–3 до 10 %) руды.

### **Результаты и их обсуждение**

Проведены детальные геологические и минералогическо-геохимические исследования, включая бороздовое и штупное опробование коренных выходов рудного тела, а также минералогическое картирование с выделением отдельных типов руд, разнообразие которых обусловлено многостадийным процессом их формирования. Из неокисленных руд были отобраны штупные пробы, из окисленных – бороздовые.

Атомно-абсорбционный анализ (АА) проведен в НИГТЦ ДВО РАН; атомно-эмиссионный спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой (ИСП АЭС), масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой (ИСП МС) – в ГЕОХИ РАН, рентгено-флюорисцентная спектрометрия – в ИВиС ДВО РАН.

Пределы концентраций полезных компонентов в неокисленных рудах ( $n = 6$ ; АА) составляют (вес. %): никель – 1,52–9,22, медь – 0,61–2,15, кобальт – 0,04–0,24. Благородные металлы ( $n = 6$ ; ИСП АЭС) (г/т): платина – 0–0,040, палладий – 0–2,4, золото – 0–0,085.

Содержания никеля, меди и кобальта в окисленных медно-никелевых рудах ( $n = 14$ ) определены различными аналитическими методами [2]. В целом, учитывая различные методы анализа, в руде в среднем содержится (вес. %): никель – 1,0, медь – 0,80, кобальт – 0,04.

Распределение основных полезных компонентов и металлов платиновой группы (МПГ) по доступному для исследований участку рудного тела приведены на рисунке 1 (пробы ГР-1–ГР-15). Наблюдается отчетливое повышение содержаний никеля, меди, кобальта в его центре – в массивных и прожилково-вкрапленных рудах.

Из благородных металлов (Pt, Pd, Au) в окисленных рудах, также как и в неокисленных, преобладает палладий (рис. 1), содержание которого меняется (г/т): от 0,03 до 1,58, в среднем составляет 0,75; платины – от 0,062 до 0,74, в среднем – 0,25 г/т; среднее содержание золота – 0,044 г/т.

Таблица 1

**Средние содержания основных полезных компонентов (АА)**

Объекты исследований	Элементы					Отношение	
	вес. %			г/т		Ni/Cu	Pt/Pd
	Ni	Cu	Co	Pt	Pd		
Аннабергитовая Шель[4]							
неокисленные руды	4,82	1,95	0,13	0,04	1,12	2,47	<0,1
окисленные руды	1,00	0,80	0,04	0,25	0,75	1,25	0,3
Шануч [5]							
неокисленные руды	7,58	1,10	0,19	0,16	0,53	6,9	0,3
Восточно-Геофизический [6]							
неокисленные руды	3,55	0,92	0,11	0,18	0,29	3,9	0,6
Рассоха [7]							
неокисленные руды	3,47	1,23	0,14	0,2	0,13	2,8	1,5
окисленные руды	2,91	0,61	0,34	0,11	-	4,8	-

Проведен сравнительный анализ содержаний основных полезных компонентов руд проявлений Аннабергитовая Шель, Рассоха, участка Восточно-Геофизический, месторождения Шануч (табл. 1). Количество меди на рудопроявлении Аннабергитовая Шель выше, чем в рудах других объектов; характерны повышенные содержания металлов платиновой группы, особенно палладия, отношение Ni/Cu сопоставимо с таковым в массивных неокисленных рудах проявления Рассоха и в 2,5 раза меньше, чем в рудах месторождения Шануч.

Массивные, прожилково-вкрапленные и вкрапленные руды имеют однотипный минеральный состав. Основные минералы руд: пирротин (70–75 %), халькопирит (15–20 %), пентландит (5–10 %), присутствуют виоларит (3–5 %), пирит (1–3 %). В небольшом количестве встречаются марказит, гидроокислы железа; реже – рутил, сульфоарсениды, галенит, графит, магнетит, ильменит, гессит, самородное золото, сперрит и ирарсит. Породообразующие минералы представлены кварцем, амфиболом, полевым шпатом, пироксеном, хлоритом, карбонатом. Рудные минералы представлены в табл. 2. Анализ минералов осуществлен на рентгеноспектральном микроанализаторе JEOL JXA-8100 (аналитик Г.Б. Молчанова, ИГиП ДВО РАН).

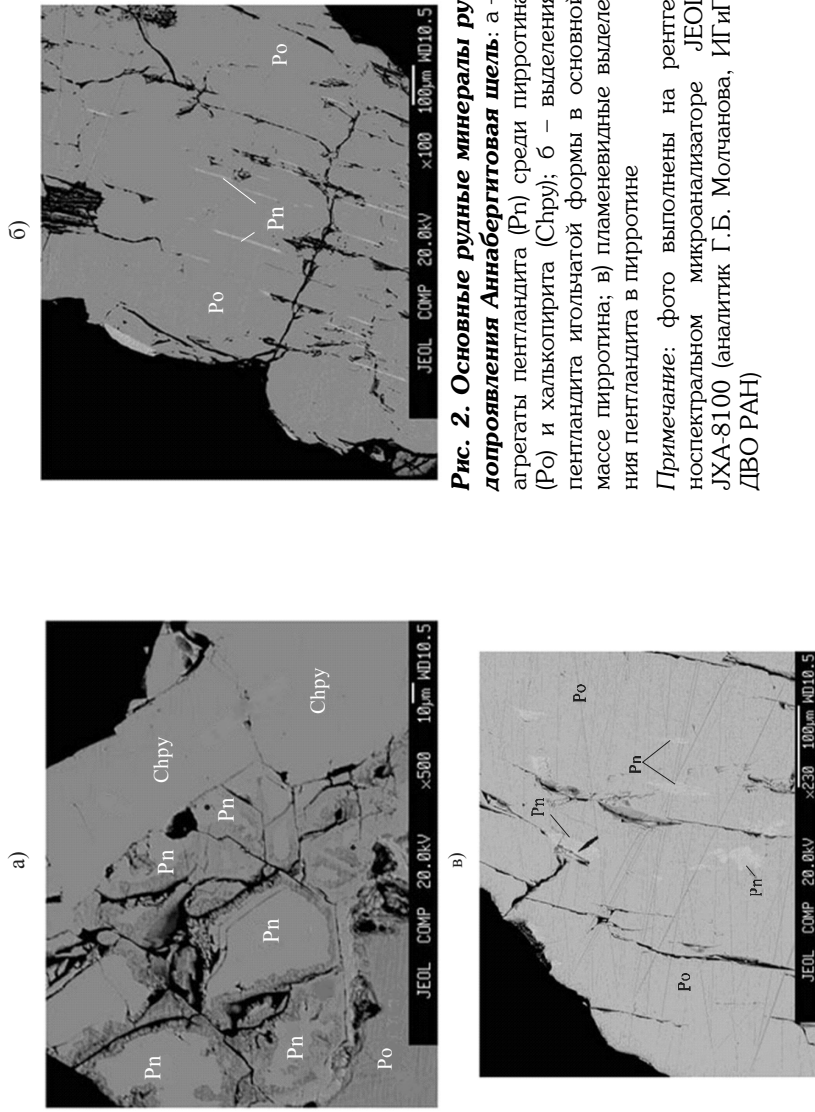
*Пирротин* образует вкрапленники размером от 0,05 до 5 мм, часто изометричной формы. Структура агрегатов аллотриоморфнозернистая, наблюдаются сростки с халькопиритом, пентландитом и виоларитом (рис. 2, а). Средний состав исследованных пирротинов из руд проявления Аннабергитовая Щель и других объектов Камчатской никеленосной провинции (КНП) приведен в табл. 2. Пирротины из руд проявления Аннабергитовая Щель характеризуются, по сравнению с теоретическим составом [8], пониженным содержанием железа, повышенным – никеля. Содержание серы приближено к теоретическому. От пирротинов из руд месторождения Шануч и Восточно-Геофизического участка исследуемые пирротины отличаются более низким содержанием серы.

*Пентландит* представлен агрегатами изометричных зерен в сростании с пирротином и халькопиритом (рис. 2, а). Выделяется две его генерации (рис. 2 б, в). Пентландит первой генерации образует идиоморфные вкрапленники размером до 1–2 мм (структура таких участков гипидиоморфнозернистая, реже порфириновая) и цепочки зерен до 0,1 мм (грубопетельчатая структура распада твердого раствора) среди пирротина. Пентландит второй генерации встречается в виде пламенивидных включений по трещинам и спайности в пирротине и в форме изометричных вкрапленников на границах зерен пирротина и халькопирита. По микротрещинам и границам зерен пентландит первой генерации замещается виоларитом. Отмечается большой разброс содержания никеля в различных морфологических типах пентландитов. Обеднены никелем мирмекитовые выделения пентландита в пирротине – 25,00 вес. %, являющиеся, видимо, продуктами распада твердого раствора. Мелкие зерна характеризуются содержаниями никеля, равными 31,01 вес. %. В идиоморфных кристаллах пентландита концентрации никеля составляют 31,16 вес. %, что выше их теоретического состава. В пентландитах из руд проявления Аннабергитовая Щель установлена примесь кобальта (1,39–2,11 %), среднее содержание которого составляет 1,78 % (табл. 2). В обедненных никелем пентландитах в отдельных зернах отмечается медь. В целом, от теоретического состава отличаются пониженным содержанием никеля, железа, повышенным – серы.

Таблица 2

**Средний химический состав рудных минералов**

Месторождение, рудопроявление (кол-во образцов)	Элементы										Сумма	
	S	Fe	Co	Ni	Cu	Ag	O					
Теоретический состав [8]	38,95	61,05		не >1								100,00
Аннабергитовая Шель (22)	38,25	58,45		1,51								98,21
Шануч (33)	40,12	56,30		1,64								99,06
Восточно-Геофизический (7)	40,61	58,20		0,36								99,17
	Пентландит											
Теоретический состав [9]	33,23	32,55		34,22								100,00
Аннабергитовая Шель (19)	36,74	29,82	1,78	30,54	0-1,9							98,88
Шануч (10)	36,48	29,80	0,83	38,06								99,99
Восточно-Геофизический (9)	34,14	31,81	1,00	32,88								99,83
	Аргентопентландит											
Аннабергитовая Шель (6)	30,08	33,10		20,16	3,00	13,67						100,01
	Халькопирит											
Теоретический состав [9]	34,9	30,5			34,6							100,00
Аннабергитовая Шель (19)	34,41	31,14			33,98							99,53
Шануч (10)	34,31	31,68			33,61							99,60
Восточно-Геофизический (9)	35,31	31,72			33,17							100,20
	Виоларит											
Теоретический состав [8, 9]	42,54	18,5		39,9								100,94
Аннабергитовая Шель (15)	40,75	27,14	1,58	27,14			3,38					99,97
Шануч (23)	41,93	30,01	0,74	30,01								99,81
	Пирит											
Теоретический состав [8]	53,45	46,55										100,00
Аннабергитовая Шель (25)	51,80	44,98		2,87								99,65
Шануч (32)	52,29	45,48		1,64								99,41

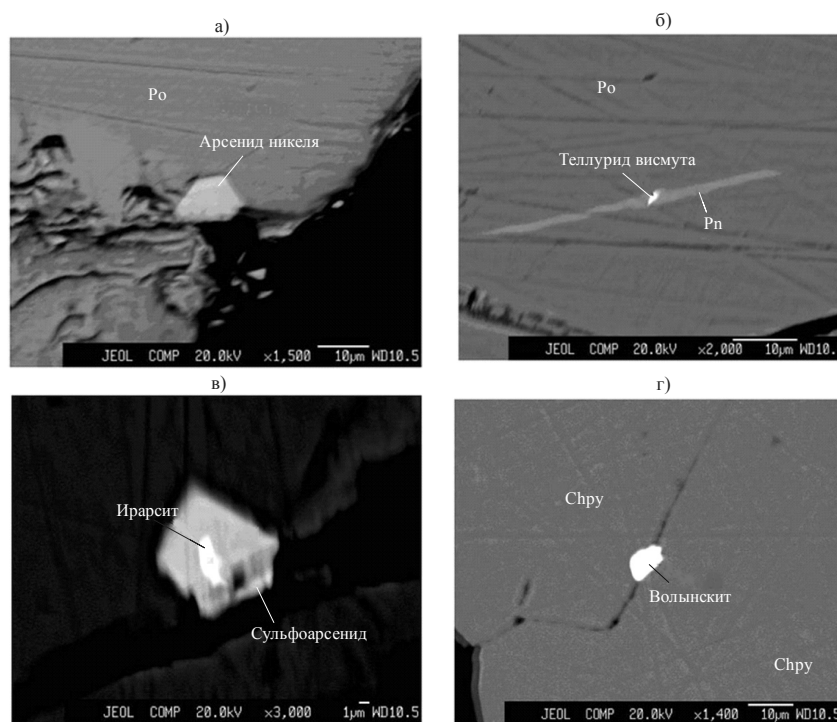


**Рис. 2. Основные рудные минералы рудопроявления Аннабергитовая шель:** а – агрегаты пентландита (Pn) среди пирротина (Po) и халькопирита (Chpy); б – выделения пентландита игольчатой формы в основной массе пирротина; в) пламенивидные выделения пентландита в пирротине

Примечание: фото выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе JEOL JXA-8100 (аналитик Г.Б. Молчанова, ИГиП ДВО РАН)

Сравнительный анализ исследуемых пентландитов показал, что среднее содержание никеля в них значительно ниже не только относительно таковых в рудах месторождения Шануч и участка Восточно-Геофизический, но и теоретического состава. Средние же содержания кобальта выше, чем на сравниваемых объектах.

Аргентопентландит проанализирован в 6 образцах. Это мелкие выделения, располагающиеся по трещинкам в кристаллах халькопирита. Средние содержания химических элементов приведены в табл. 2.



**Рис. 3. Некоторые редкие рудные минералы рудопроявления Аннабергитовая Щель:** а – форма выделения арсенида никеля в пирротине; б – мышьякосодержащий теллурид висмута в пентландите, основная масса – пирротин; в – выделения ирарсита в сульфоарсениде; г – вольнскит в халькопирите

*Примечание:* фото выполнены на рентгеноспектральном микроанализаторе JEOL JXA-8100 (аналитик Г.Б. Молчанова)



*Халькопирит* образует рассеянную вкрапленность, гнезда (до 1,5 см в диаметре), микропрожилки (до 1 мм толщиной) и прожилки (до 1,5 см); нередко пространственно тяготеет к краевым участкам вкрапленников пирротина. Размеры его зерен не превышают 0,2 мм. В халькопирите встречены единичные включения сфалерита, аргентопентландита, волынскита, теллурида свинца, сульфоарсенида никеля и ирарсита. В целом, халькопириты из руд проявления Аннабергитовая Шель характеризуются (табл. 2), по сравнению с теоретическим составом, незначительно пониженным средним содержанием серы, меди, повышенным железа и сопоставимы с химическим составом халькопиритов из руд месторождения Шануч и Восточно-Геофизического участка.

*Виоларит* замещает пентландит, иногда до полных псевдоморфоз. По химическому составу (табл. 2) исследуемые виолариты сходны с таковыми из руд месторождения Шануч. От теоретического состава отличаются присутствием кобальта, повышенным содержанием железа и пониженным никеля, что позволяет предположить, что при образовании виоларита имело место частичное замещение никеля железом; минерал является вторичным по пентландиту и наследует особенности последнего.

*Пирит* образуют взаимные прорастания сложного строения с хлоритом. Отличается пониженным содержанием серы и железа по сравнению с теоретическим составом пиритов. Как и для месторождения Шануч, характерно обогащение никелем (до 3,98 %), как правило, зерен пирита из поздних прожилков.

*Галенит* встречен в виде микровключений в халькопирите или виоларите. Размеры зерен не превышают 5 микрон. В составе галенита часто присутствует примесь селена до 2,59 %.

*Сульфоарсениды* представлены идиоморфными кристаллами размером от менее 0,01 до 0,1 мм; редко до 0,3 мм. Мелкие зерна обычно наблюдаются в халькопирите, часто пространственно тяготея к краевым частям вкрапленников, а более крупные — в пирротине (рис. 3, а), пространственно тяготея к границам зерен. Реже сульфоарсениды встречаются в пентландите. Максимальные концентрации сульфоарсенидов — в массивной руде. По составу они близки герсдорфиту [10]; присутствует железо до 2 %, кобальта и никеля до 9 %, палладия до 0,64 %;

Из редких минералов обнаружены также: теллуриды и сульфотеллуриды висмута (рис. 3, б) размером 1–2 мкм в пентландите; теллурид свинца внутри кристалла пирита; вольтскит (рис. 3, г), который встречается в виде изометричных включений размером до 10 мкм в халькопирите; гессит в виде единственного зерна изометричной формы (5 микрон в длину) на контакте сульфоарсенида с халькопиритом.

Минералы элементов платиновой группы [1] обнаружены в сульфоарсенидах с содержаниями кобальта более 8,57 вес. %. Они представлены ирарситом и сперрилитом, их химический состав близок к теоретическому.

*Ирарсит* с идиоморфной формой сечения обнаружен при изучении образца на рентгено-спектральном микроанализаторе в кристалле герсдорфита (содержание кобальта до 9,59 вес. %), расположенного в халькопирите (рис. 3, в). Размер зерна 8 микрон в длину. Минерал содержит примесь платины (4,03 вес. %) и родия (1,79 вес. %).

*Сперрилит* – образует в сульфоарсенидах микрочерта округлой или овальной формы размером 3–5, реже до 10–12 микрон.

*Майченерит*, отнесенный к группе интерметаллических соединений, был выявлен в рудах ранее, другими исследователями [11, 12]. Он представлен изометричным, очень мелким выделением в халькопирите.

Единичные микровключения самородного золота размером менее 2 микрон наблюдались в халькопирите и размером 6–7 микрон в виоларите, замещающем пентландит.

### **Выводы**

Особенностью геохимического состава руд проявления Аннабергитовая Щель является их повышенная никеленосность. Отношение Ni/(Ni+Cu) находится в пределах 0,5–0,7, а Ni/Co – 25–37 (на месторождении Шануч Ni/(Ni+Cu) составляет 0,7–0,9; Ni/Co – 40). Отмечается преобладание палладия над платиной.

Характерными чертами основных рудных минералов являются: обогащенность никелем пирротина (до 2,6 вес. %), пирита (до 3,93 вес. %); присутствие в составе пентландита примеси кобальта (до 2,11 вес. %); наличие аргентопентландита с со-

держанием серебра до 13, 67 вес. %; повышенные содержания серы в пентландите. Эти признаки указывают на платиноносность сульфидных медно-никелевых руд [3, 13, 14, 15].

Сильная корреляционная зависимость основных полезных компонентов руды – никеля, меди, кобальта с палладием свидетельствует о его вхождении в состав рудообразующих сульфидов в виде изоморфных примесей, а положительная корреляция меди, никеля, кобальта и палладия с висмутом говорит о частичном перераспределении рудных компонентов в результате последующих мета- постмагматических процессов.

Процесс кристаллизации рудных минералов на рудопроявлении Аннабергитовая Щель сходен с таковым на месторождении Шануч [7, 16].

Рудоносная интрузия несет следы преобразований за счет ассимиляции вмещающих пород и частичного переотложения рудного вещества с образованием микробрекчиевых структур. Вероятно, что при внедрении более поздней магмы меладiorит-диоритового состава произошла регенерация ранее сформированных сульфидных образований, связанных с повышенно-магнезиальными магмами. Для проявления Аннабергитовая Щель характерно несоответствие состава рудного вещества и ассоциирующих магматических пород, представляющих собой сравнительно кислые гибридные образования габбро-норит-троктолит-диорит-плаггиогранитного типа. Пространственная и генетическая связь исследуемого медно-никелевого оруденения с интрузиями подобного состава позволяет предварительно, на данном этапе исследований, отнести его, по классификации А.П. Лихачева [17], к регенерированным месторождениям войсисбейского типа.

Авторы выражают благодарность руководству ЗАО НПК «Геотехнология» за предоставленную возможность изучения рудопроявления Аннабергитовая Щель.

---

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д. Камчатская никеленосная провинция // ДАН РФ. 2008. Т. 418. № 6. С. 802–806.

2. Трухин Ю.П., Сидоров М.Д., Степанов В.А., Кунгурова В.Е. Строеение и никеленосность Кувалорогского базит-ультрабазитового массива // Геология и разведка. 2009. № 6. С. 43–49.

3. Кунгурова В.Е., Степанов В.А., Трухин Ю.П. Медно-никелевое рудопроявление Аннабергитовая шель Камчатской никеленосной провинции // Горно-информационный аналитический бюллетень. М.: ЗАО «Горная книга». Отдельный выпуск № 2 «Камчатка». 2014. С. 324–333.

4. Кунгурова В.Е., Степанов В.А., Трухин Ю.П. Рудопроявление Аннабергитовая Шель Камчатской никеленосной провинции // Материалы Конференции с международным участием «Никеленосные провинции Дальнего Востока», Петропавловск-Камчатский, 10–12 октября 2012 г. С. 94–98.

5. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д., Кунгурова В.Е. Шанучское медно-никелевое рудное поле (Камчатка) // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2011, №1, С. 20–26.

6. Кунгурова В.Е. Состав руд сульфидного медно-никелевого проявления Восточно-Геофизическое (Камчатка) // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельный выпуск № 2 «Камчатка». 2014. С. 343–349.

7. Кунгурова В.Е., Трухин Ю.П., Кувакин Г.В. Сульфидное медно-никелевое рудопроявление Рассоха (Дукукский рудный район, Камчатка) // ГИАБ № 11, Специальный выпуск № 31 «Камчатка-3». 2016. С. 72–83.

8. Справочник: Определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра. 1988. 504 с.

9. Минералы: справочник. Т. 1. М.: Из-во АН СССР. 1960. 618 с.

10. Дистлер В.В., Лапутина И.П. Сульфоарсениды никеля и кобальта, содержащие платиновые металлы // ДАН. 1979. Т.248. № 3. С. 718–721.

11. Полетаев В.А. Камчатская платиноидно-никеленосная зона – геология и рудоносность. Автореф. Канд. Дисс. М. 2004. 22 с.

12. Полферов Д.В. Геология, геохимия и генезис месторождений медно-никелевых руд // Л.: Недра. 1979. 294 с.

13. Кунгурова В.Е., Трухин Ю.П. Платиноносность сульфидных медно-никелевых месторождений Камчатской никеленосной провинции // Горно-информационный аналитический бюллетень. М.: ЗАО «Горная книга». Отдельный выпуск № 2 «Камчатка». 2014. С. 334–342.

14. Степанов В.А., Гвоздев В.И., Трухин Ю.П., Кунгурова В.Е., Молчанова Г.Б. Минералы благородных и редких металлов в рудах Шанучского медно-никелевого месторождения (Камчатка)//Записки РМО. 2010 .Ч.СXXXIX, №2. С. 43–58.

15. Степанов В.А., Кунгурова В.Е., Гвоздев В.И. Находка ирарсита в медно-никелевых рудах месторождения Шануч (Камчатка)//Новые данные о минералах. М.: Изд-во Минералогического музея им. А.Е. Ферсмана. – 2010 .Вып. 45. С. 23–27.

16. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д., Кунгурова В.Е. Шанучское медно-никелевое месторождение: геолого-геофизическая модель, состав и геохимия руд // Руды и металлы. 2009. № 5. С. 75–81.

17. Лихачев А.П. Платино-медно-никелевые месторождения // М.: Эслан. 2006. 496 с. **ГИАБ**

## КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

---

Кунгурова Валентина Егоровна – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, kunwe@rambler.ru,

Степанов Виталий Алексеевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геохимии и геотехнологии, vitstepanov@yandex.ru,

Трухин Юрий Петрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории геохимии и геотехнологии, ytrukhin2@yandex.ru,

Новаков Роман Михайлович – старший научный сотрудник лаборатории геоинформатики,

Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН.



---

UDC 553.411 (571.61)

## ORES COMPOSITION OF COPPER-NICKEL OCCURRENCE ANNABERGITE SCHEL (KAMCHATKA)

Kungurova V.Ye., Candidate of Geological-Mineralogical Sciences, Leading Researcher; e-mail: kunwe@rambler.ru, Research Geotechnological Center Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia,

Stepanov V.A., Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor, Chief research scientist of geochemistry and geotechnology, e-mail: vitstepanov@yandex.ru, Research Geotechnological Center Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia,

Trukhin Yu.P., Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Professor, Chief research scientist of geochemistry and geotechnology, e-mail: ytrukhin2@yandex.ru, Research Geotechnological Center Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia,

Novakov R.M., Senior staff scientist of geoinformation laboratory, Research Geotechnological Center Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Russia.

---

*The studies of ores composition of sulfide copper-nickel ore occurrence Annabergite schel, comparison with the ores of other objects of Kamchatka nickeliferous province (KNP) were carried out. Massive, vein-ingrained, nest-ingrained and ingrained ores are presented mainly by pyrrhotine, pentlandite, chalcopyrite. Violarite and pyrite are not so popular. Volynskite, argentopentlandite, telluride and sulfotellurides of bismuth and lead, hessite, native gold, sperrylite, irarsite were found. Ores surface is oxidized. Mean concentrations of useful components in them are the following (mass %): nickel – 1,0; copper – 0,80; cobalt – 0,04; platinoids (g/t): palladium – 0,75; platinum – 0,25.*

*Key words: Kamchatka nickeliferous province, Shanuch deposit, copper-nickel mineralization, nickel, palladium, platinum.*

## REFERENCES

1. Truhin Yu.P., Stepanov V.A., Sidorov M.D. *Kamchatskaya nikelenosnaya provinciya* (Nickel the province of Kamchatka) // DAN RF. 2008. T. 418. No 6. pp. 802–806.
2. Truhin Yu.P., Sidorov M.D., Stepanov V.A., Kungurova V.E. *Stroenie i nikelenosnost' Kuvalorogskogo bazit-ul'trabazitovogo massiva* (Structure and nicolenicole Kavalerovicha basic-ultrabasite massif) // Geologiya i razvedka. 2009. No 6. pp. 43–49.
3. Kungurova V.E., Stepanov V.A., Truhin Yu.P. *Medno-nikelevoe rudoproyavlenie Annabergitovaya shchel' Kamchatskoj nikelenosnoj provincii* (Copper-Nickel ore occurrence Annaberdievaya slit Kamchatka Nickel province) // Gorno-informacionnyj analiticheskij byulleten'. Moscow: ZAO «Gornaya kniga». Special'nyj vypusk No 2 «Kamchatka». 2014. pp. 324–333.
4. Kungurova V.E., Stepanov V.A., Truhin Yu.P. *Rudoproyavlenie Annabergitovaya SHChel' Kamchatskoj nikelenosnoj provincii* (Slit Kamchatka Nickel province) // Materialy Konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Nikelenosnye provincii Dal'nego Vostoka», Petropavlovsk-Kamchatskij, 10–12 oktyabrya 2012 g. pp. 94–98
5. Truhin Yu.P., Stepanov V.A., Sidorov M.D., Kungurova V.E. *SHanuchskoe medno-nikelevoe rudnoe pole (Kamchatka)* (Shanuchskoye copper-Nickel ore field (Kamchatka)) // Vestnik SVNC DVO RAN, 2011, No 1, pp. 20–26.
6. Kungurova V.E. *Sostav rud sulfidnogo medno-nikelevogo proyavleniya Vostochno-Geofizicheskoe (Kamchatka)* (Composition of the ores of sulfide copper-Nickel manifestation of the Eastern Geophysical (Kamchatka)) // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal). Special'nyj vypusk No 2 «Kamchatka». 2014. pp. 343–349.
7. Kungurova V.E., Truhin Yu.P., Kuvakin G.V. *Sulfidnoe medno-nikelevoe rudoproyavlenie Rassokha (Dukukskij rudnyj rajon, Kamchatka)* (Copper-Nickel Sulfide ore occurrence Rassokha (Tucuxi ore district, Kamchatka)) // GIAB No 11, Special'nyj vypusk No 31 «Kamchatka-3». 2016. pp. 72–83.
8. *Spravochnik: Opredelitel' rudnyh mineralov v otrazhennom svete* (Reference: Handbook of ore minerals in reflected light). Moscow: Nedra. 1988. 504 p.
9. *Mineraly: spravochnik* (Minerals: reference book). T. 1. Moscow: Iz-vo AN SSSR. 1960. 618 p.
10. Distler V.V., Laputina I.P. *Sul'foarsenidy nikelya i kobal'ta, soderzhashchie platinovye metally* // DAN. 1979. T.248. No 3. pp. 718–721.
11. Poletaev V.A. *Kamchatskaya platinoidno-nikelenosnaya zona – geologiya i rudonosnost'*. Avtoref. Kand. Diss. Moscow. 2004. 22 p.
12. Polferov D.V. *Geologiya, geohimiya i genesis mestorozhdenij medno-nikelevyh rud* // Leningrad: Nedra. 1979. 294 p.
13. Kungurova V.E., Truhin Yu.P. *Platinonosnost' sulfidnyh medno-nikelevyh mestorozhdenij Kamchatskoj nikelenosnoj provincii* (Platinonosnost' sulfide copper-Nickel deposits of the Kamchatka Nickel province) // Gorno-informacionnyj analiticheskij byulleten'. Moscow: ZAO «Gornaya kniga». Special'nyj vypusk No 2. «Kamchatka». 2014. pp. 334–342.
14. Stepanov V.A., Gvozdev V.I., Truhin Yu.P., Kungurova V.E., Molchanova G.B. *Mineraly blagorodnyh i redkih metallov v rudah SHanuchskogo medno-nikelevogo mestorozhdeniya (Kamchatka)* (Minerals of precious and rare metals in ores Shanuchskoye copper-Nickel Deposit (Kamchatka)) // Zapiski RMO. 2010 .CH.CXXXIX, No 2. pp. 43–58.
15. Stepanov V.A., Kungurova V.E., Gvozdev V.I. *Nahodka irarsita v medno-nikelevyh rudah mestorozhdeniya SHanuch (Kamchatka)* (Finding of irarsite in copper-Nickel ore deposits chanoch (Kamchatka)) // Novye dannye o mineralah. Moscow: Izd-vo Mineralogicheskogo muzeya im. A.E. Fersmana. 2010 .Vyp. 45. pp. 23–27.
16. Truhin Yu.P., Stepanov V.A., Sidorov M.D., Kungurova V.E. *SHanuchskoe medno-nikelevoe mestorozhdenie: geologo-geofizicheskaya model', sostav i geohimiya rud* (Shanuchskoye copper-Nickel Deposit: geological-geophysical model, the composition and Geochemistry of ores) // Rudy i metally. 2009. No 5. pp. 75–81.
17. Lihachev A.P. *Platino-medno-nikelevye mestorozhdeniya* (Platinum-copper-Nickel deposits) // Moscow: EHslan. 2006. 496 p.