

*В.А. СТЕПАНОВ<sup>1</sup>, А.В. МЕЛЬНИКОВ<sup>2</sup>, М.Д. СИДОРОВ<sup>1</sup>, В.И. ГВОЗДЕВ<sup>3</sup>*

## **МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЕ РУДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СТАНОВОЙ И КАМЧАТСКОЙ ПРОВИНЦИЙ**

Изучены Камчатская и Становая никеленосные провинции. Камчатской провинции отвечает одноименный срединный массив, в пределах которого известны месторождение Шануч и ряд перспективных рудопроявлений сульфидной медно-никелевой формации. Они ассоциируют с кортландит-габбро-диоритовыми малыми интрузиями, дайками и sillами дукукского комплекса палеоцен-эоценового возраста. Становой провинции отвечает мегаблок, представляющий собой докембрийскую гранит-зеленокаменную область. В пределах провинции известно медно-никелевое месторождение Кун-Манье и серия рудопроявлений. Сульфидное медно-никелевое оруденение генетически связано с интрузивными комплексами от позднего архея до раннего мела.

**К л ю ч е в ы е с л о в а:** медно-никелевые месторождения; Становая и Камчатская провинции; сульфидные руды; абсолютный возраст.

Kamchatskaya and Stanovaya nickel-bearing provinces are studied. Kamchatskaya province is represented by a middle massif of the same name, which includes Shanuch deposit and a number of promising sulfide copper-nickel formations. They are associated with small cortlandite-gabbro-diorite intrusions, dikes, and sills of Paleocene-Eocene Dukuksky complex. Stanovaya province includes a megablock representing Pre-Cambrian granite-green stone belt. Within the province there is Kun-Maniye copper-nickel deposit and a number of ore formations. The sulfide copper-nickel mineralization is related genetically with intrusive complexes ranging from Late Archean to Early Cretaceous.

**Ke y w o r d s:** copper-nickel deposits; Stanovaya and Kamchatskaya provinces; sulfide ores; absolute age.

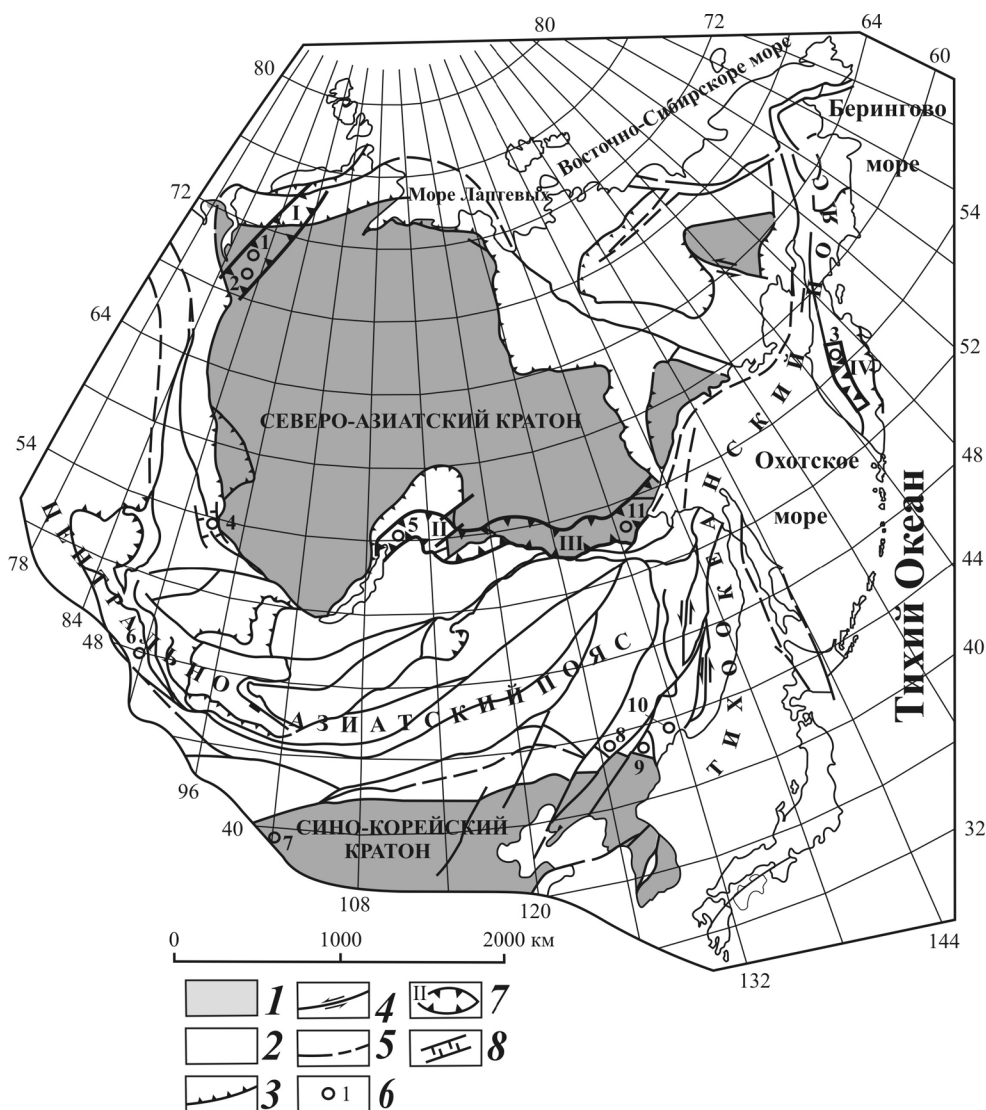
Под Востоком Азии понимается северо-восточная часть Азиатского континента, включающая Северо-Азиатский кратон и орогенные пояса, окаймляющие его с востока, а также расположенные между ним и Сино-Корейским кратоном. В пределах указанных кратонов и в их обрамлении известны месторождения сульфидных медно-никелевых руд, ассоциированные с интрузиями или вулканитами базит-ультрабазитового состава. Месторождения принадлежат к следующим никеленосным магматическим формациям, по А.П. Лихачеву [6]: габбро-пикрит-долеритовой (Норильск, Талнах, Колотонк), габбро-пироксенит-перидотитовой (Джиньчуань, Хунчилин, Йоко-Довыренское, Кун-Манье), пироксенит-перидотитовой (Кингаш), а также регенерированной диорит-норит-пироксенит-троктолитовой (Шануч, Самхэ, Пуондон). Медно-никелевые месторождения формировались от раннего протерозоя (Кингаш, Кун-Манье) до мезозоя (Норильск, Талнах, Хунчилин) и кайнозоя (Шануч).

Вдоль обрамления Северо-Азиатского кратона расположены четыре никеленосные металлогенические провинции (рис. 1): Таймыро-Норильская, Северо-Байкальская, Становая и Камчатская, а также Канская металлогеническая зона [2, 4, 5, 12, 14]. Из них наименее известны Камчатская и Становая провинции.

### **Камчатская никеленосная провинция**

Камчатская никеленосная провинция принадлежит к Камчатскому срединному массиву (КСМ) площадью около 15 тыс. км<sup>2</sup>, вытянутому в меридиональном направлении и расположенному в южной части Камчатского п-ова (рис. 2). Он является тектонотипом срединных массивов островодужных систем Востока Азии [15]. Наиболее древние метаморфические образования колпаковской и камчатской серий позднепротерозойского возраста приурочены к центральной части массива, а перекрывающие их терригенные и сланцевые толщи хейванской, андриановской и химкинской свит раннего и позднего мела — к южной, северной и западной окраинам. Стратифицированные образования прорваны интрузиями гранитоидов преимущественно мелового возраста, развитыми главным образом в центральной, осевой, части КСМ. На периферии массива выявлены также многочисленные небольшие интрузии, дайки и sillы роговообманковых базитов и гипербазитов дукукского комплекса палеоцен-эоценового возраста. Они содержат сульфидное медно-никелевое оруденение.

Камчатский срединный массив выделяется в гравитационном поле как область низких значений  $\Delta g$ , которая граничит с зонами интенсивного положительного поля, примыкающими с востока и запада по сложным гравиметрическим ступеням субмеридиональной ориентировки. Для большей час-



**Рис. 1.** Геотектоническая позиция никеленосных провинций Востока Азии (геотектоническая основа по [7]): 1 — кратоны и их фрагменты; 2 — орогенные пояса различного возраста; 3 — надвиги; 4 — сдвиги; 5 — прочие разломы; 6 — сульфидные медно-никелевые месторождения (1 — Талнах, 2 — Норильск, 3 — Шануч, 4 — Кингаш, 5 — Йоко-Довыренское, 6 — Колотонк, 7 — Джиньчуань, 8 — Хунчилин, 9 — Пуюндон, 10 — Самхэ); 7 — никеленосные провинции (I — Таймыро-Норильская, II — Северо-Байкальская, III — Становая, IV — Камчатская); 8 — Канская металлогеническая зона

ти территории характерны отрицательные значения  $\Delta g$  при относительной плавности наблюдаемого поля. Для КСМ характерно наличие небольших по размерам (1—7 км в диаметре) контрастных локальных максимумов интенсивностью до 4—6 мГал. Многие из них сосредоточены в краевых частях срединного массива в пределах гравитационных ступеней и градиентных зон. Большинство никеленосных интрузий и проявлений никеля пространственно приурочено к таким максимумам [9].

Для КСМ типично плавное, слабо отрицательное или близкое к нулевому магнитное поле, что обусловлено преобладанием в составе КСМ немагнитных пород. На этом фоне контрастными локальными положительными аномалиями (1000—3000 нТл) отмечаются интрузии среднего, основного и ультраосновного составов, а также эффузи-

вы и пирокластические отложения вулкана Хангар. Породы никеленосных интрузий дукуского габбро-кортландитового комплекса слабо магнитны, заметных аномальных эффектов не создают, в силу чего не находят четкого отражения в аномальном магнитном поле [9].

В пределах Камчатской провинции проявлено главным образом сульфидное медно-никелевое оруденение (месторождение Шануч, рудопроявления: Геофизическое, Квинум, Дукук, Тундровое, Олень и многие другие), в меньшей степени — золотое, золотосеребряное и медно-порфиоровое. Сульфидное медно-никелевое оруденение приурочено к интрузиям дукуского габбро-кортландитового комплекса. По составу интрузии отвечают описанной С.С. Зиминым формации роговообманковых базитов [3]. В пределах провинции установлены три рудных района с медно-никелевым оруде-

нением — Шанучский, Дукукский и потенциально никеленосный Колпаковский. Они приурочены соответственно к северной, южной и западной окраинам КСМ. В геолого-структурном плане рудным районам отвечают относительно опущенные блоки массива, выполненные терригенными углеродсодержащими толщами, прорванными многочисленными интрузиями никеленосного дукукского комплекса.

В пределах провинции наиболее изучено Шанучское месторождение, находящееся в стадии отработки. Район месторождения сложен кристаллическими сланцами и гнейсами камчатской серии. На флангах месторождения они перекрыты метатерригенными образованиями хейванской свиты. Метаморфические толщи прорваны интрузиями дорудного крутогорского комплекса гнейсовидных плагио- и гнейсогранитов, а также пострудными интрузиями кольского гранит-плагиогранитного комплекса. Никеленосными являются малые интрузии, дайки и силлы амфиболовых, биотит-амфиболовых меладiorитов, габбро, пироксенитов, горблендитов и кортландитов дукукского комплекса. На месторождении наблюдается серия сближенных интрузий, вытянутых в субширотном направлении. Мощность отдельных интрузий от нескольких до 150—200 м. Падение их преимущественно в южных румбах под углами 45—70°, нередко встречаются участки вертикального или крутого наклона на север.

Месторождение Шануч представлено пучком субвертикально ориентированных рудных тел, сопряженных с небольшими интрузиями неправильной формы и дайками дукукского комплекса, размещение которых контролируется разрывными нарушениями. Наблюдается сложная жиллообразная, штокообразная и линзовидная формы рудных тел, сложенных сульфидными медно-никелевыми рудами. Контуры рудных тел определяются по данным опробования. Наиболее изучено рудное тело 1. В плане оно имеет сложную серповидную форму, размер 120x50 м. Оно прослежено на глубину около 320 м. В вертикальном разрезе рудное тело линзовидное, с расширением в центральной части. В состав рудных минералов входят в основном пирротин, пентландит и халькопирит. Руды характеризуются высокими содержаниями никеля (несколько процентов), меди и кобальта (несколько десятых долей процента). Содержания золота, палладия и платины достигают 0,1 г/т.

В результате минералогического картирования, произведенного по керну скважин, в пределах рудного тела 1 выделены следующие типы руд: массивные, брекчиевидные, прожилково-вкрапленные и вкрапленные. Массивные руды состоят на 75—95% из сульфидов, из которых глав-

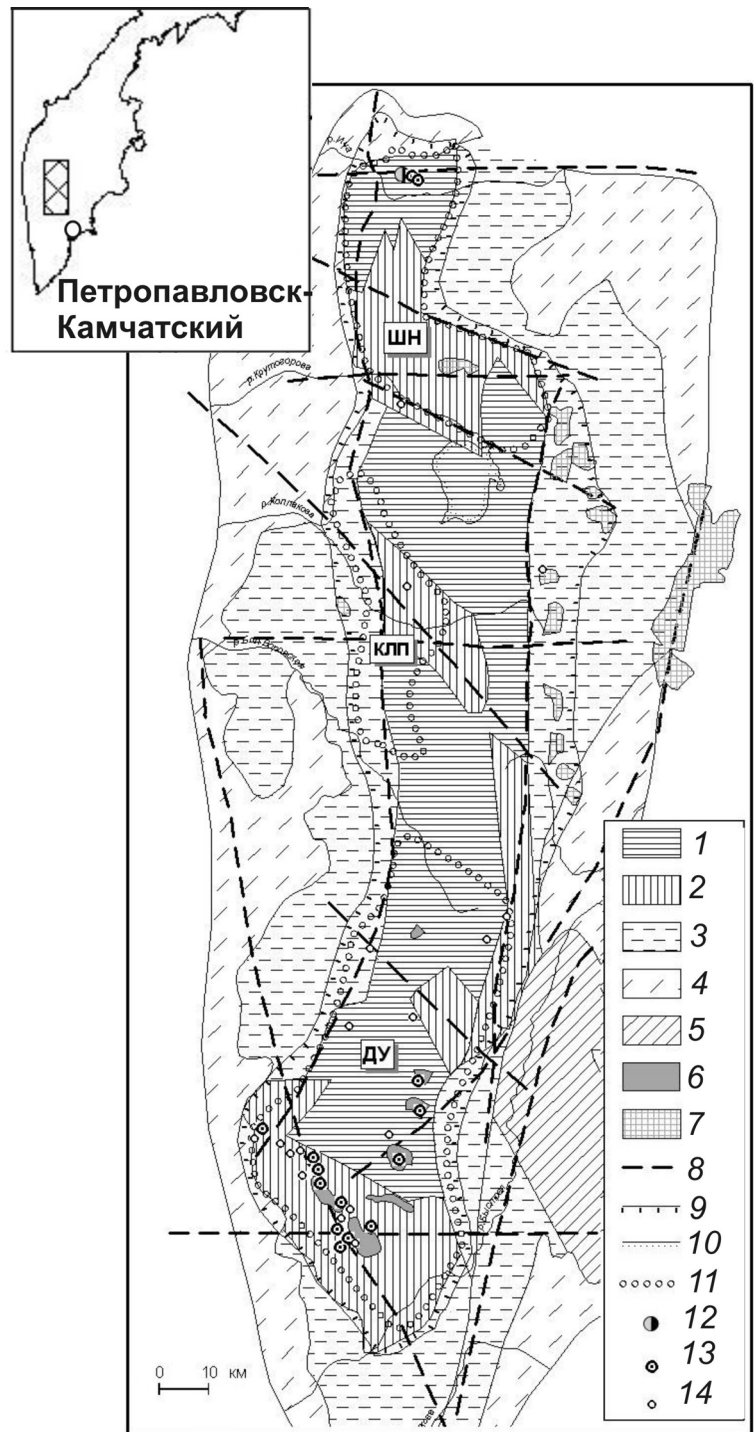


Рис. 2. Камчатская никеленосная провинция [14]: 1, 2 — блоки фундамента Камчатского срединного массива позднепротерозойского-раннепалеозойского (1) и позднепалеозойского (2) возраста; 3, 4 — структуры обрамления мезозойские (3) и кайнозойские (4); 5 — Ганальский метаморфический блок; 6, 7 — plutонические комплексы основного-ультраосновного состава: дукукский (6) и левоандриановский (7); 8 — тектонические нарушения; 9 — граница Камчатской никеленосной провинции; 10 — контур Хангарской вулканической структуры; 11 — никеленосные районы: ШН — Шанучский, КЛП — Колпаковский, ДУ — Дукукский; 12—14 — медно-никелевые месторождения (12), проявления (13) и пункты минерализации (14)

ными являются пирротин, пентландит и халькопирит. Руды содержат обломки вмещающих пород (меладiorиты, амфиболовые габбро, пироксениты, гнейсовидные граниты, кристаллические слан-

цы) удлиненной или изометричной формы. Текстура руд массивная, структура — аллотриоморфно-зернистая или распада твердого раствора.

Брекчиевидные руды состоят из обломков вмещающих пород, сцементированных сульфидами. Текстура руд брекчиевая, брекчиевидная, реже пятнистая. Структура аллотриоморфно-зернистая, сидеронитовая, реже гипидиоморфно-зернистая. Содержание сульфидных минералов 40—80%.

Текстуры прожилково-вкрапленных руд прожилковые, прожилково-вкрапленные и вкраплено-прожилковые. Структура руд аллотриоморфно-зернистая, интерстициальная, петельчатая. Они содержат 10—30% сульфидов.

Вкрапленные руды содержат наименьшее количество сульфидов — 3—10%, состоят из меладiorитов, габбро, кортландитов с вкрапленностью сульфидных минералов. Текстура руд вкрапленная, реже прожилково-вкрапленная; структура аллотриоморфно-зернистая, интерстициальная.

Наблюдается зональное размещение отдельных типов руд как в поперечном разрезе рудного тела, так и по вертикали. Центральная часть рудного тела 1 выполнена массивными рудами, образующими одиночные или сближенные жилы мощностью от 0,2 до 3,0 м. Жилы окружены зонами брекчиевидных либо прожилково-вкрапленных руд мощностью от 0,2 до 6,9 м. К периферической части рудного тела приурочены вкрапленные руды.

Среднее содержание полезных компонентов по рудному телу 1 составляет (в %): никель 5,41; медь 0,85; кобальт 0,13; благородных металлов (в г/т): золото 0,24; палладий 0,40; платина 0,13. В целом по рудному телу выявлена наиболее тесная корреляционная связь между содержаниями никеля и кобальта (0,96; при  $n$  292 и критическом значении коэффициента корреляции  $r_{кр}$  для 5-процентного уровня значимости 0,195), менее тесная связь между содержаниями никеля и меди (0,76), а также между медью и кобальтом (0,75). Отмечается также устойчивая корреляционная связь палладия и золота с никелем, медью и кобальтом; у платины корреляционные связи с этими элементами отсутствуют.

Данные минераграфического изучения (минеральный состав, структурно-текстурные особенности и др.) руд позволяют предположить их первично магматическое происхождение. На это указывают как последовательность отложения минеральных ассоциаций руд, так и состав продуктивных на никель и медь ассоциаций. Руды изученного месторождения характеризуются однотипными минеральными ассоциациями, среди которых можно выделить: пентландит-пирротиновую, магнетит-халькопирит-пирротиновую и пирит-марказитовую. Две первые ассоциации являются продуктивными на медно-никелевое оруденение. В пределах выделенных ассоциаций последовательность кристаллизации рудных минералов следующая:

1) магнетит (ильменит, рутил) — пентландит 1 (порфиновые выделения иногда со структурами распада виоларита) — пирротин (+ грубопетельчатый и пламенеvidный пентландиты 2 и 3 соответственно) — халькопирит — диарсениды (с примесью 3—8 вес. % Co) — никелин;

2) магнетит — виоларит (структуры замещения по спайности, трещинам, границам зерен пентландита 1 и 2) — пентландит 3 и 4 (или миллерит, образующий каемки вокруг пентландита 2, замещенного виоларитом) — пирротин 2 (моноклинный, возможно, присутствует и низкотемпературный гексагональный, в точности повторяющий формы выделений пентландита 3 или пентландитов 1 и 2, замещенных виоларитом) — халькопирит (с эмульсионной вкрапленностью сфалерита) — диарсениды (содержащие более 10 вес. % Co) — ирарсит;

3) кварц — карбонат — пирит 1 (метакристаллы по пирротину 1) — халькопирит — пирит 2 (+ марказит и мельниковит или магнетит) — герсдорфит — галенит — теллуриды висмута — самородное золото. Характерные взаимоотношения редких минералов приведены на рис. 3.

О возрасте никеленосных интрузивов Камчатки имеются противоречивые сведения [8, 16]. Поэтому нами произведено определение абсолютного возраста рудоносных интрузий месторождения Шануч и рудопроявления Геофизического Шанучского рудного поля, а также никеленосной Кувалорогской интрузии. Оно выполнено Rb-Sr методом в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ на термоионизационном масс-спектрометре Triton (Германия). Для исследований отбирались монофракции флогопита, роговой обманки и биотита или сростки слюд с роговой обманкой как минералов, наиболее обогащенных калием. В результате анализа для интрузий месторождения Шануч получена изохрона —  $49,2 \pm 2,7$  млн. лет, для Геофизического рудопроявления —  $53,3 \pm 1,8$  млн. лет [14], а для Кувалорогской интрузии —  $55,2 \pm 2,2$  млн. лет. Это свидетельствует о раннеэоценовом возрасте никеленосных интрузий Шанучского рудного поля и позднепалеоэоценовом — для Кувалорогской никеленосной интрузии.

Резюмируя сведения о Камчатской никеленосной провинции отметим, что в ее пределах известны среднее по запасам сульфидное медно-никелевое месторождение Шануч и ряд перспективных рудопоявлений того же типа (Геофизическое, Квинум, Тундровое, Олень и многие другие). Они сосредоточены в Шанучском и Дукукском рудных районах. Прогнозные ресурсы никеля по экспертным оценкам превышают 1 млн. т. Для данной провинции характерны следующие особенности: приуроченность к срединному массиву, принадлежность никеленосных интрузий к формации роговообманковых базитов, высокая никеленосность руд и раннепалеоэоценовый возраст медно-никелевого оруденения.

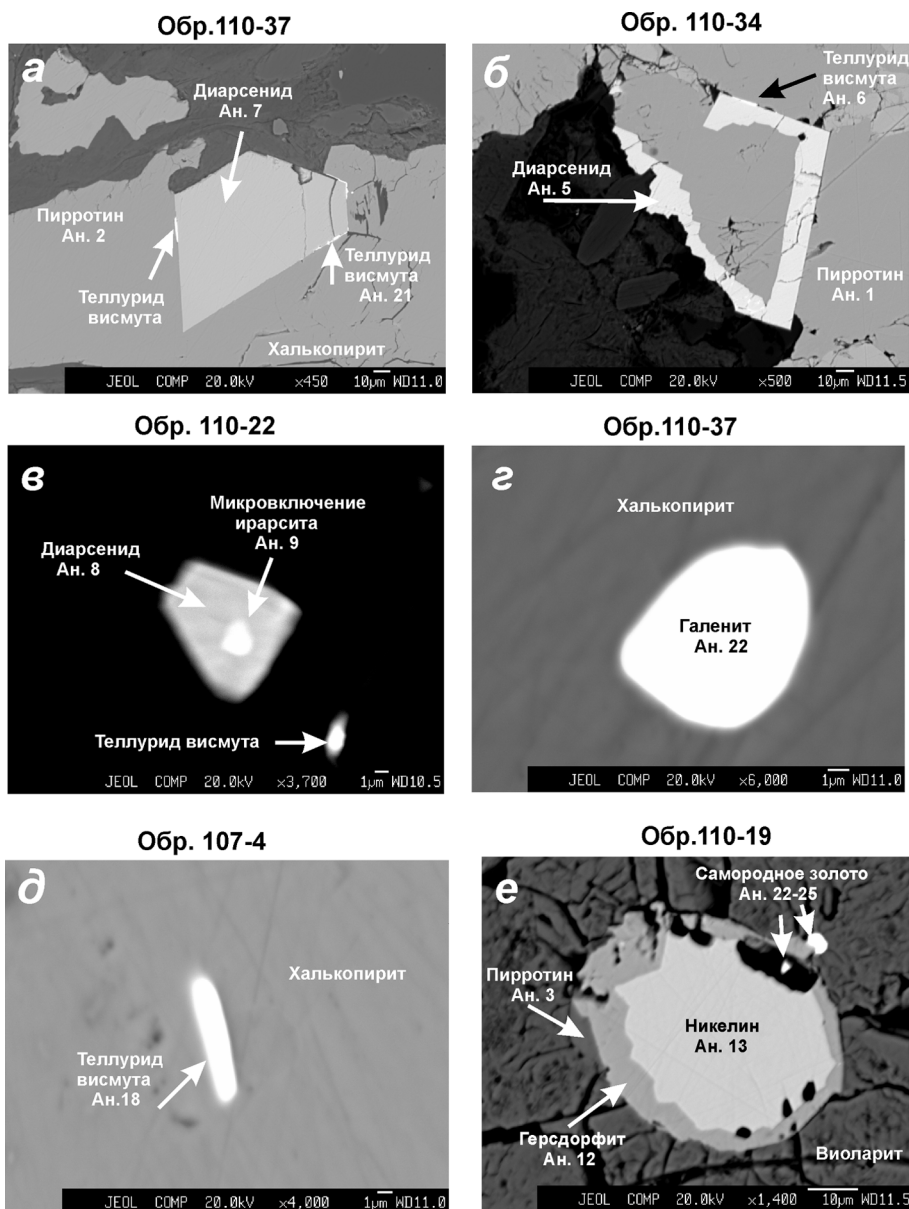


Рис. 3. Характерные взаимоотношения минералов редких и благородных металлов в рудах месторождения Шануч (в отраженных электронах на рентгеноспектральном микроанализаторе)

### Становая никеленосная провинция

Становая никеленосная провинция протягивается вдоль юго-восточной окраины Северо-Азиатского кратона на 1300 км при ширине порядка 250—300 км (рис. 4). Никеленосной провинции отвечает восточная часть Станового мегаблока, ограниченная с севера Становым, а с юга Монголо-Охотским глубинными разломами. Мегаблок представляет собой обрамление Алданского щита — гранит-зеленокаменную область, испытавшую тектоно-магматическую активизацию в мезозойское время. В пределах Становой провинции расположено месторождение Кун-Манье и ряд перспективных рудопроявлений сульфидной медно-никелевой формации.

Медно-никелевое оруденение генетически связано с разновозрастными базит-гипербазитовыми комплексами: позднеархейским анортозитовым и габбро-анортозитовым, раннепротерозойскими дунит-троктолит-габбровым и габбронорит-пироксенит-перидотитовым, а также кортландит-пироксенит-габбровым раннего мела.

Наиболее перспективна на выявление сульфидных медно-никелевых месторождений с богатыми рудами ассоциация оруденения с малыми интрузиями, дайками и силлами габбронорит-пироксенит-перидотитового кун-маньенского и кортландит-пироксенит-габбрового джалтинского комплексов. Этот тип оруденения установлен в бассейне рек Мая (Удская) и Кун-Манье в пределах Курумканского рудного поля [1], а также в бассейне рек Джалта и Ульдегит в Джалтинском никеленосном узле [10, 11].

Курумканское рудное поле находится в восточной части Становой провинции в междуречье Май (Удской) и Кун-Манье. Оно приурочено к одноименному интрузиву метагабброидов и метаанортозитов архейского возраста. Породы массива, а также вмещающие их плагиогнейсы джанинской серии и гранито-гнейсы марагайского комплекса пронизаны сериями линзовидных и силлообразных мафит-ультрамафитовых тел никеленосного кун-маньенского комплекса. Он представлен вебстеритами, плагиовебстеритами, габброноритами, лерцолитами, клино- и ортороксенитами. Возраст комплекса, полученный в ЦИИ ИСГЕИ U-Pb методом по цирконам, составляет  $1700 \pm 12$  млн. лет, а Sm-Nd изохрона по пироксенам, плагиоклазам и слюдам показывает  $1812 \pm 66$  млн. лет [1].

Силлообразные тела кун-маньенского комплекса в центральной части Курумканского рудного поля нередко содержат вкрапленную сульфидную медно-никелевую минерализацию (рис. 5). Мощность тел меняется от 0,1 до 90 м и протяженность по простиранию — от 100 до 3000 м. Они приурочены к зонам многоярусных пологонаклонных ( $10-25^\circ$ ) на север—северо-восток разрывных нарушений. В пределах рудного поля выявлено месторождение Кун-Манье и ряд рудопроявлений сульфидных медно-никелевых руд. Рудные тела представляют собой пластообразные залежи вкрапленных сульфидных руд. В составе руд преобладают

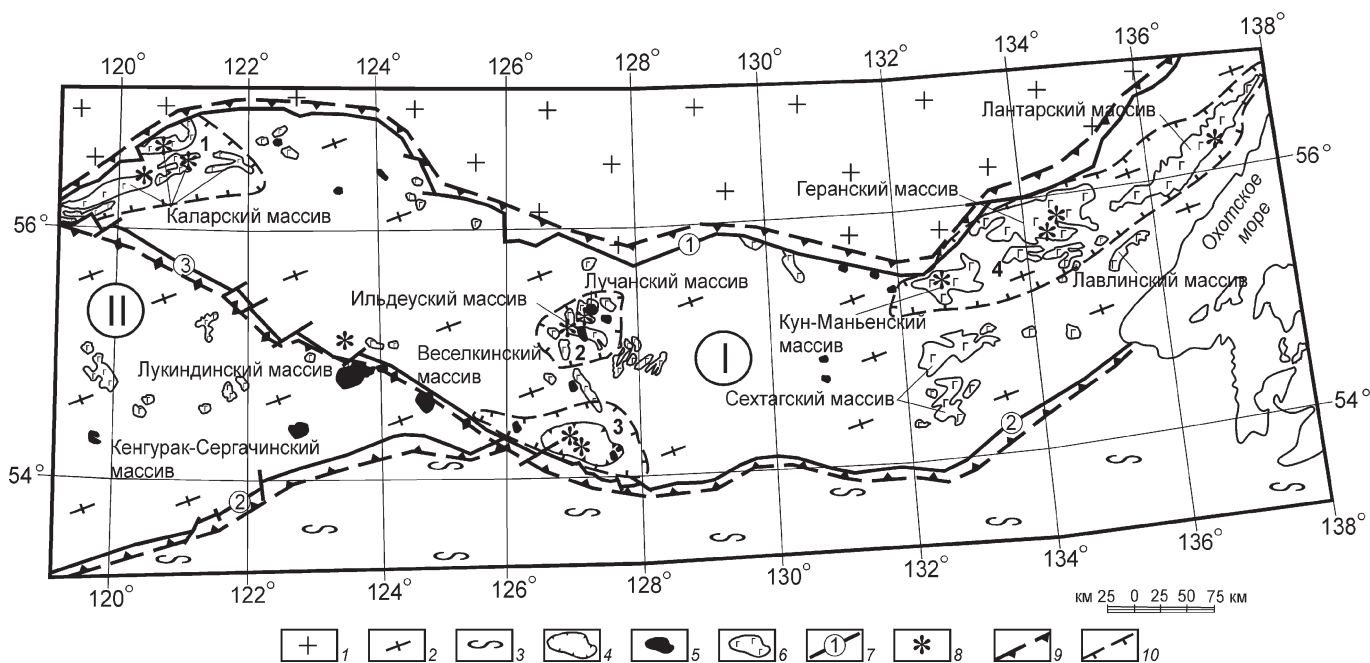


Рис. 4. Становая никеленосная провинция: 1 — Алданский щит; 2 — Становой мегаблок; 3 — Монголо-Охотская складчатая область; 4 — ореол распространения малых интрузий и даек джалтинского комплекса раннего мела; 5 — дунит-троктолит-габбровые интрузии раннего протерозоя; 6 — интрузии анортозитов и габбро-анортозитов позднего архея; 7 — глубинные разломы (1 — Северо-Становой, 2 — Монголо-Охотский, 3 — Желтулакский); 8 — сульфидные медно-никелевые месторождения и рудопроявления

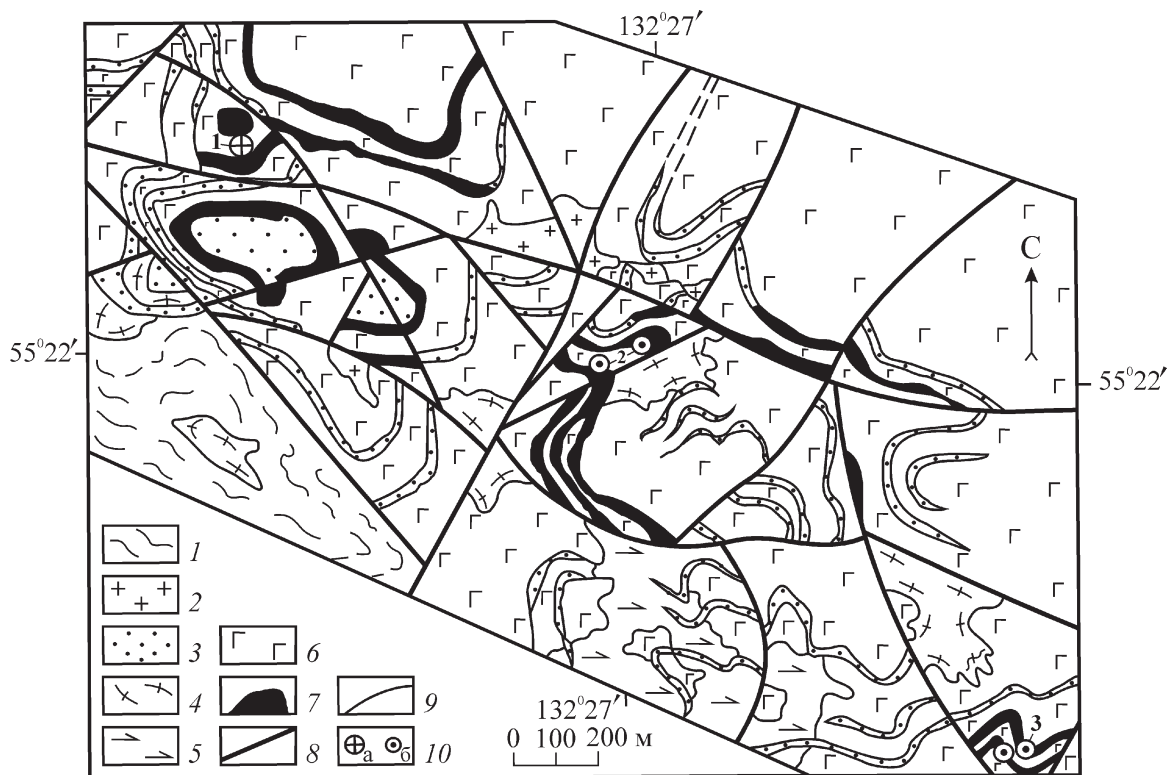


Рис. 5. Схематическая геологическая карта центральной части Курумканского рудного поля [1]: 1 — пироксеновые плагиогнейсы и кристаллосланцы джанинской серии; 2 — меловые гранитоиды; 3 — раннепротерозойские мафит-ультрамафиты кунманьенского комплекса; 4 — 6 — архейские образования: гранито-гнейсы марагайского (4) комплекса, анортозиты (5) и метагабброиды (6) Кун-Маньенского массива; 7 — тела мафит-ультрамафитов с сульфидной медно-никелевой минерализацией; 8 — разрывные нарушения; 9 — геологические границы; 10 — а — месторождения (1 — Кун-Маньё), б — рудопроявления (2 — Икэн, 3 — Кубук)

рядовые вкрапленные, богатые густовкрапленные руды локализируются в висячем и лежащем боках интрузий. Редко встречающиеся брекчиевые и сплошные руды выявлены на контактах интрузий с вмещающим породами, иногда выходят за их пределы.

Основные минералы руд пирротин, пентландит, халькопирит и пирит. Реже встречаются магнетит, ильменит, борнит, халькозин, бравоит, виоларит, никелин. Во вкрапленных рудах содержание никеля и меди составляет 0,46—0,9 и 0,11—0,2%, в брекчиевых оно увеличивается до 5,48 и 0,36%, а в сплошных рудах достигает 8,8 и 0,75% меди соответственно [1].

Джалтинский никеленосный узел расположен в юго-западной части Становой провинции в бассейне р. Джалта, сложен раннеархейскими метаморфическими образованиями дамбукинской серии. В ее составе преобладают гнейсы, нередко графитсодержащие, а также кристаллосланцы с прослоями и линзами амфиболитов, железистых кварцитов и кальцифиров. Метаморфиты прорваны интрузиями гранитоидов позднеархейского возраста, субщелочных лейкогранитов и гранодиоритов раннепротерозойского позднестанового комплекса, а также джалтинским комплексом габброидов, пироксенитов, горнблендитов, кортландитов и дунитов раннемелового возраста. Породы раннемелового джалтинского интрузивного комплекса слагают многочисленные мелкие (до 5 км<sup>2</sup>) массивы, дайки и силлы, ранее рассматриваемые в качестве раннеархейских и раннепротерозойских образований [13]. Протяженность даек и силлов достигает 1—2 км, при мощности в несколько десятков метров. Комплекс сложен преимущественно мезо- и меланократовыми роговообманковыми и гранат-роговообманковыми габброидами, плагиоклазовыми и пироксеновыми горнблендитами, пироксенитами, кортландитами, реже дунитами. Породам комплекса, кроме дунитов, присущее присутствие флогопита и роговой обманки — паргасита для кортландитов и буровато-зеленой роговой обманки для габброидов. Габброиды, пироксениты и горнблендиты нередко отмечаются в составе единых интрузивных тел. К силлам и дайкам кортландитов и пироксенитов приурочено платиносодержащее медно-никелевое оруденение.

Породы комплекса относятся к известково-щелочной серии нормального ряда и характеризуются преимущественно умеренной и низкой калиево-стью. Содержание MgO в кортландитах составляет 19—29, в пироксенитах — 8,4 мас.%, что, наряду с низкими содержаниями Sr, высокими TiO<sub>2</sub>, суммы R3Э, La, Sm, отличает джалтинский комплекс от типичных мантийных перидотитов и пироксенитов, и сближает с аналогичными по составу коровыми образованиями.

Для определения возраста произведено изотопное датирование U-Pb методом цирконов, извлеченных из пород комплекса. Изотопное датирование осуществлялось на микрозонде SHRIMP-II в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Субидiomорфные и идиоморфные

цирконы из кортландитов представлены прозрачными и полупрозрачными кристаллами желтоватого цвета. Зерна коротко- и длиннопризматические. Католюминесцентное изображение цирконов демонстрирует концентрическую и секториальную зональность роста, что свидетельствует о магматическом происхождении цирконов. В результате установлен абсолютный возраст кортландитов  $121,2 \pm 1,8$  млн. лет [13].

В пределах узла наиболее изучены рудопроявления Стрелка и Никелевое. Рудопроявление Стрелка, в верховьях р. Ульдегит, представлено дайками роговообманковых пироксенитов и горнблендитов с сульфидной медно-никелевой минерализацией. Мощность даек достигает 40 м, они прослежены по простиранию канавами на 1000 м и скважинами колонкового бурения на глубину 200 м. Сульфиды образуют в дайках рассеянную вкрапленность, а также прожилки и жилы массивных медно-никелевых руд, иногда выходящие за пределы даек во вмещающие графитсодержащие гнейсы. Состав сульфидов постоянный — пирротин (90—95%), халькопирит (до 5%), пентландит (до 1—2%), пирит. Реже встречаются сфалерит, арсенопирит, галенит, молибденит и самородное золото. По данным штупного опробования керна содержание никеля достигает 1, меди — 6%. По сульфидным рудам развита линейная кора выветривания до глубины 100 м [12]. По нашим данным основным новообразованным минералом коры выветривания является ярозит, в качестве примесей отмечаются смектит, кварц и кристобалит.

Рудопроявление Никелевое установлено в бассейне руч. Горациевского. Здесь выявлены обломки массивных сульфидных медно-никелевых руд. По содержанию полезных компонентов руды можно подразделить на два типа: существенно никелевые мелкокристаллические и медно-никелевые крупнокристаллические. Первые содержат по данным химического анализа: 4,08—6,55 никеля и 0,25—0,28% меди, а вторые — 2,95—3,02 никеля и 0,94—2,88% меди. Атомно-абсорбционным анализом в рудах установлены существенные примеси благородных металлов (в г/т): Au 0,23—0,41, Ag до 6,0, Pt 1,38—8,29, Pd 2,25—4,52, Rh 0,2—2,9. Руды состоят главным образом из пирротина (75—90), пентландита (5—10) и халькопирита (1—10%). Реже отмечаются магнетит, пирит, виоларит, куприт, ковеллин и котульскит [10].

По текстурно-структурным особенностям медно-никелевые руды изученных рудопроявлений Джалтинского рудного узла подразделяются на вкрапленные, густо-, гнездово- и прожилково-вкрапленные, прожилковые, брекчиевые и массивные. Вкрапленные руды представлены магматическими породами — пироксенитами, кортландитами, горнблендитами, реже дунитами или габбро, содержащими рассеянную вкрапленность сульфидов. Среди сульфидов преобладает пирротин, в меньших количествах встречаются халькопирит и пентландит. Количество сульфидов меняется от 1—2 до 25%. Сульфиды кристаллизуются после основных пороодообразующих минералов — пирок-

сена и амфибола. Они выполняют интерстиции или развиваются по границам зерен нерудных минералов, в отдельных случаях замещая их. Участками сульфиды образуют грубопетельчатые структуры. В густо- и гнездово-вкрапленных рудах идиоморфные кристаллы пироксена и амфибола и их сростания местами как бы погружены в сульфидную матрицу, образуя сидеронитовую структуру. Нередко отмечаются брекчиевидные руды, состоящие из обломков магматических пород, сцементированных сульфидным материалом. Прожилковые и массивные руды развиты преимущественно в краевых частях интрузий, в том числе и во вмещающих их гнейсах и кристаллосланцах. Рудовмещающие гнейсы и кристаллосланцы часто обогащены графитом.

Сульфидным медно-никелевым рудам присущ однопородный минеральный состав: моноклинный и гексагональный пирротин, халькопирит и пентландит. В качестве примесей отмечаются виоларит, миллерит, мелонит, куприт, пирит, галенит, сфалерит, герсдорфит, ковеллин, молибденит, котульскит (теллурид палладия), самородное золото, марказит, мельникерит и лимонит. Нерудные минералы представлены пироксеном, роговой обманкой, оливином, хлоритом, серпентином, карбонатом, биотитом и мусковитом. Реже встречаются кварц, полевые шпаты, сфен и апатит. Взаимоотношение минералов в медно-никелевых рудах отражено на рис. 6.

Формирование сульфидного медно-никелевого оруденения Джалтинского рудного узла генетически связано с внедрением, кристаллизацией и постмагматической гидротермальной деятельностью джалтинского комплекса малых интрузий, силлов и даек пироксенит-кортландитовой ассоциации [11]. Вкрапленные халькопирит-пентландит-пирротинные руды сингенетичны кристаллизации этих интрузий. Рудные минералы заполняют интерстиции между породообразующими минералами — пироксеном и амфиболом, реже образуют округлые нодулы. Прожилковые, брекчиевые и массивные руды возникли в результате инъекций остаточного, обогащенного летучими компонентами сульфидного расплава как в интрузии, так и во вмещающие их гнейсы и кристаллические сланцы. Конечная стадия рудообразования протекала под воздействием постмагматических флюидов, что привело к появлению в рудах кварца, карбонатов и мусковита.

Таким образом, Становой провинции отвечает Становой блок юго-восточного обрамления Северо-Азиатского кратона, ограниченный с севера Становым, а с юга Монголо-Охотским глубинными разломами. В строении провинции участвуют метаморфические образования ранне- и позднеархейского, а также раннепротерозойского возрастов, прорванные интрузивными комплексами от раннеархейского до мезозойского возрастов. Никелевое оруденение представлено сульфидной платиноидно-медно-никелевой формацией. Оно генетически связано с разновозрастными интрузивными базит-гипербазитовыми комплексами: позднеархейским анортозитовым и габбро-анортозитовым, раннепротерозойскими дунит-троктолит-габбровым и габбронорит-пироксенит-перидотитовым, а также раннемеловым коротландит-пироксенит-габбровым. Никелевое оруденение обнаружено во всех комплексах, но наиболее перспективным на поиски медно-никелевых месторождений являются кун-маньенский и джалтинский комплексы малых интрузий, даек и силлов.

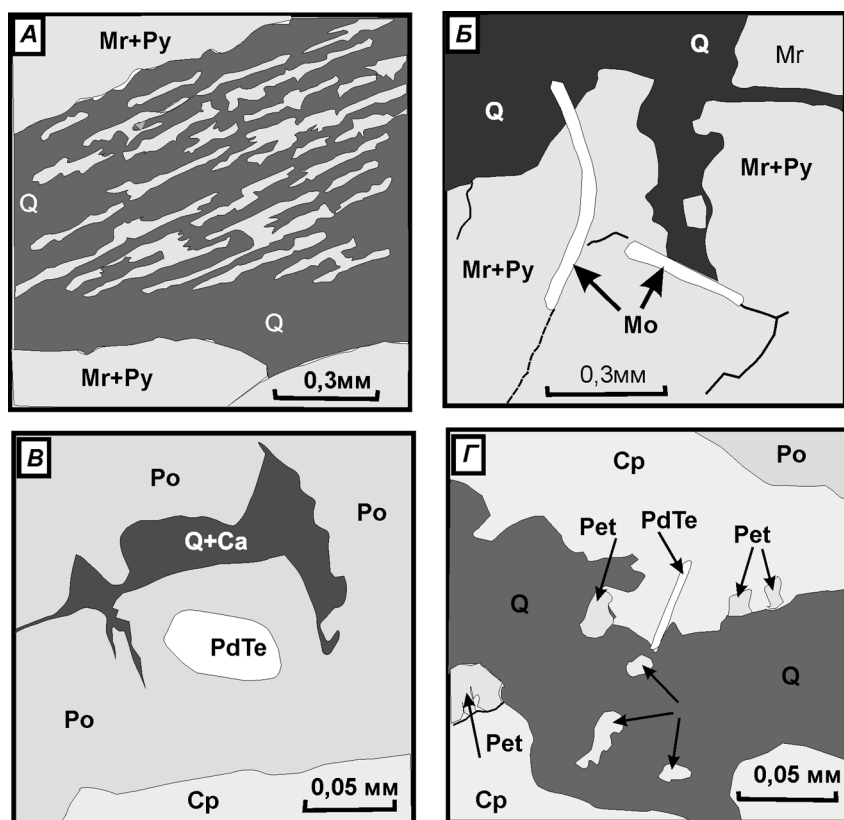


Рис. 6. Взаимоотношения минералов в медно-никелевых рудах проявления Никелевое: А — микробундучная текстура (сростания марказита, пирита и маккинавита с кварцем); Б — пластинки молибденита в кварце и марказите; В — идиоморфный кристалл котульскита (PdTe) в пирротине; Г — пластинка котульскита в халькопирите

### Заключение

Проведенный анализ никеленосности Востока Азии показал, что здесь выделен ряд никеленосных провинций и металлогенических зон, в том числе мало изученные Камчатская и Становая провинции. Эти две провинции объединяет относительно древний возраст вмещающих пород, представленных гнейсами и кристаллосланцами, нередко с высоким содержанием углерода, приуроченность медно-никелевого оруденения к интрузиям широкого возрастного диапазона от архея до раннего мела (Становая



провинция) и раннего палеогена (Камчатская провинция), принадлежность оруденения к сульфидной платиноидно-медно-никелевой формации, а также генетическая связь промышленного оруде-

нения с комплексами малых интрузий, силлов и даек базит-ультрабазитового состава.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьянов В.А., Приходько В.С., Пересторонин А.Н. и др. Новый тип медно-никелевых месторождений юго-востока Алдано-Станового щита // Докл. РАН. 2009. Т. 425. № 4. С. 505—508.
2. Додин Д.А., Чернышев Н.М., Яцкевич Б.А. Платинометалльные месторождения России. СПб: Наука, 2000. 755 с.
3. Зимин С.С. Формация никеленосных роговообманковых базитов Дальнего Востока. — Новосибирск: Наука СО, 1973. 90 с.
4. Князев В.Н. Геология и условия образования благороднометалльного и медно-никелевого оруденения Канского зеленокаменного пояса (Восточный Саян). Автореф. дисс. канд. Геол.-минер. наук. Красноярск: КНИИГиМС, 2004. 24 с.
5. Конников Э.Г., Орсов Д.А., Кислов Е.В., Миронов А.Г. Платиноносность расслоенных интрузивов и черносланцевых толщ докембрия Забайкалья // Платина России. Т. 2. Кн. 2. М.: Геоинформмарк. 1995. С. 139—149.
6. Лихачев А.П. Платино-медно-никелевые и платиновые месторождения. М.: Эслан, 2006. 496 с.
7. Парфенов Л.М. Террейны и история формирования мезозойских орогенных поясов Восточной Якутии // Тихоокеанская геология. 1995. № 6. С. 32—43.
8. Полетаев В.А. Сульфидные платиноидно-медно-никелевые месторождения и рудопроявления перидотит-пироксенит-норитовой формации центральной Камчатки // Платина России. Т. 3. Кн. 2. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. С. 191—199.
9. Сидоров М.Д., Степанов В.А. Геофизические поля и никеленосность Камчатского срединного массива // Вестник КРАУНЦ. 2006. № 8. С. 140—150.
10. Степанов В.А., Мельников А.В., Палажченко В.И. и др. Коренные источники платинометалльных россыпей проявлений Дамбукинского района Верхне-Амурской провинции // Тихоокеанская геология. 2002. Т. 24. № 4. С. 69—78.
11. Степанов В.А., Октябрьский Р.А., Гвоздев В.И. Малые интрузии гипербазитов и медно-никелевое оруденение Дамбукинского рудно-россыпного узла Верхнего Приамурья // Докл. РАН. 2006. Т. 409. № 4. С. 514—517.
12. Степанов В.А., Мельников А.В., Стриха В.Е. Становая никеленосная провинция Дальнего Востока // Вестник СВНЦ. 2008. № 2. С. 13—21.
13. Стриха В.Е., Степанов В.А., Родионов Н.И. Раннемеловая кортландит-пироксенит-габбровая ассоциация Верхнего Приамурья: геохронологические и геохимические данные // Докл. РАН. 2006. Т. 407, № 5. С. 664—668.
14. Трухин Ю.П., Степанов В.А., Сидоров М.Д. Камчатская никеленосная провинция // Докл. РАН. 2008. Т. 418. № 6. С. 802—805.
15. Ханчук А.И. Геология и происхождение Срединнокамчатского кристаллического массива // Тихоокеанская геология. 1983. № 4. С. 45—53.
16. Шека С.А., Чубаров В.М. Никеленосные кортландиты Камчатки // Известия АН СССР. Сер. геол. 1987. № 12. С. 50—61.

<sup>1</sup> Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН, (683002, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, д. 30, а/я 56; e-mail: vitsyuranov@yandex.ru)

<sup>2</sup> Институт геологии и природопользования ДВО РАН (675000, г. Благовещенск, пер. Рёлочный, д.1; e-mail: anton\_amur@mail.ru)

<sup>3</sup> Дальневосточный геологический институт ДВО РАН (690022, г. Владивосток, проспект 100 лет Владивостоку, д. 159; e-mail: gvozdev@mail.ru)

Рецензент — П.А. Игнатов