

УДК 553.481(571.61:571.66)

В.А. Степанов, А.В. Мельников

СВОЕОБРАЗИЕ СУЛЬФИДНЫХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТИХООКЕАНСКОГО РУДНОГО ПОЯСА

Приведено описание сульфидных медно-никелевых месторождений, расположенных в пределах Тихоокеанского рудного пояса. С своеобразие месторождений заключается в приуроченности их к нерасслоенным малым интрузиям, дайкам и силлам базит-ультрабазитового состава, в отличие от медно-никелевых сульфидных месторождений, располагающихся в расслоенных ультрабазитовых плутонах. Рудные тела представляют собой трубообразные, столбообразные, линзовидные, пластообразные или жилообразные формы тела вкрапленных, прожилковых и массивных сульфидных руд. В составе руд преобладают пирротин, пентландит и халькопирит, менее развиты линнеит, виоларит, пирит, магнетит и группа минералов благородных металлов. Содержания никеля в рудах не редко высокое и достигает 5-7%. Отношение Ni/Cu меняется от 1 до 7,0. Палладий и платина отмечаются в количестве от десятых долей до первых граммов на тонну, отношение Pt/Pd – от 0,3 до 0,9.

Ключевые слова: медно-никелевое месторождение, рудное тело, сульфиды, платина, палладий.

THE PERFORMANCE OF SULFIDE COPPER-NICKEL DEPOSITS OF THE PACIFIC ORE BELT

A description is given of sulfide copper-nickel deposits located within the Pacific ore belt. The peculiarity of the deposits is in the confinement to non-stratified small intrusions, dikes and sills of basite-ultrabasic composition, in contrast to copper-nickel sulfide deposits located in layered ultrabasic plutons. Ore bodies are pipelike, pillarlike, lenticular, plate-like or vein-shaped body of interspersed, vein-bearing and massive sulphide ores. In the composition of ores pyrrhotite, pentlandite and chalcopyrite predominate, linneite, violarite, pyrite, magnetite and a group of minerals of noble metals are less developed. The content of nickel in ores is often high and reaches 5-7%. The Ni / Cu ratio varies from 1 to 7.0. Palladium and platinum are noted in amounts ranging from tenths to the first gram per tonne, the ratio of Pt / Pd from 0.3 to 0.9.

Key words: copper-nickel deposit, ore body, sulphides, platinum, palladium.

Введение

В пределах Тихоокеанского рудного пояса находится ряд своеобразных сульфидных медно-никелевых месторождений мезо-кайнозойского возраста. В отличие от хорошо известных месторождений, приуроченных к крупным расслоенным ультрабазитовым плутонам – Норильск, Печенга (Россия), Дулут (США), Линн-Лейк (Канада), Хунчилин (Китай), Инсизва (ЮАР) и др., – они ассоцииру-

ют с малыми интрузиями и дайками базит-ультрабазитового состава. Эти месторождения известны на Камчатке и в Приамурье, а также на западном побережье Северной Америки (рис. 1).

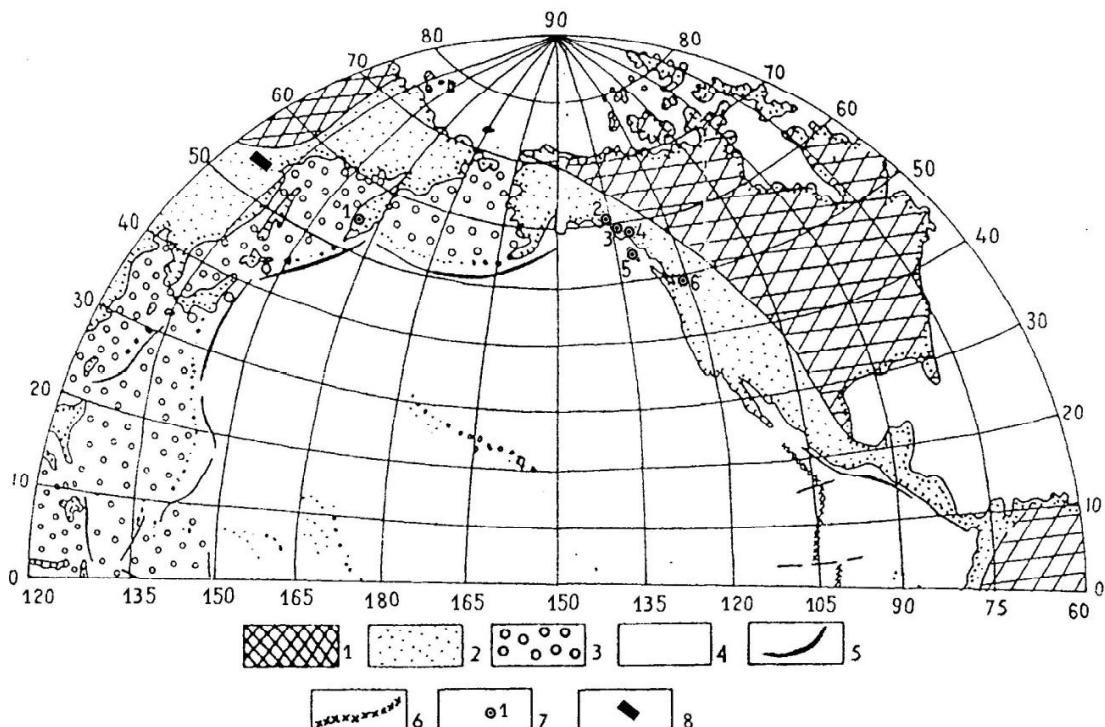


Рис. 1. Медно-никелевые месторождения в северном сегменте Тихоокеанского подвижного пояса: 1 – древние платформы; 2 – складчатые и складчато-глыбовые структуры; 3 – окраинные моря; 4 – котловины океанов; 5 – глубоководные желоба; 6 – осевая зона срединно-океанических хребтов; 7 – сульфидные медно-никелевые месторождения и их номера (1 – Шануч, 2 – Брэди Глейсер, 3 – Богемия Базин и Мирроу Харбор, 4 – Фунтер Бей, 5 – Снайл Бей, 6 – Прайд оф Эмори); 8 – Дамбукинский никеленосный район.

Камчатка

В пределах Камчатки находится Камчатская никеленосная провинция, приуроченная к однотипному срединному массиву. В пределах провинции известны месторождение Шануч и ряд перспективных рудопроявлений сульфидной медно-никелевой формации.

Месторождение *Шануч* расположено в северной части Камчатской никеленосной провинции [8]. Никеленосными являются малые интрузии, дайки и силлы меладиоритов, габбро, пироксенитов, горблендитов и кортландитов дукукского комплекса. Содержание MgO в породах колеблется в пределах 5-23 мас. %. Изотопный возраст никеленосных интрузий эоценовый ($49,2 \pm 2,7$ млн. лет) [6]. Наблюдаются жилообразная, штокообразная и линзовидная формы рудных тел (рис. 2). Центральная часть рудных тел, как правило, сложена массивными сульфидными рудами. Они оконтурены зонами брекчиивидных и брекчиивидно-прожилковых руд, которые сменяются к периферии прожилковыми и вкрашенными. В состав основных рудных минералов входят пирротин, пентландит и халькопирит. Менее развиты виоларит, пирит, сфалерит, магнетит, редки – борнит, халькозин, ковеллин, линнеит, зигенит, маккинавит, полидимит, миллерит, молибденит, леллингит, кобальтин, брейгауптит, ульманит и мелонит. Минералы благородных элементов – самородное золото, сперрилит, котульскит, майченерит и изоферроплатина. В рудах высокие содержания никеля (первые проценты) и низкие – меди и кобальта (десятые доли процента). Содержания золота, палладия и платины достигают десятых долей грамма на тонну. Наибольшие содержания промышленно ценных компонентов наблюдаются в массивных рудах. Среднее содержание в них (вес. %): никеля – 7,58, меди – 1,1, кобальта – 0,19, золота – 0,32 г/т, сумма платиноидов составляет 0,73 г/т, при преобладании палладия. Отношение Ni/Cu=7, Pt/Pd= 0,3.

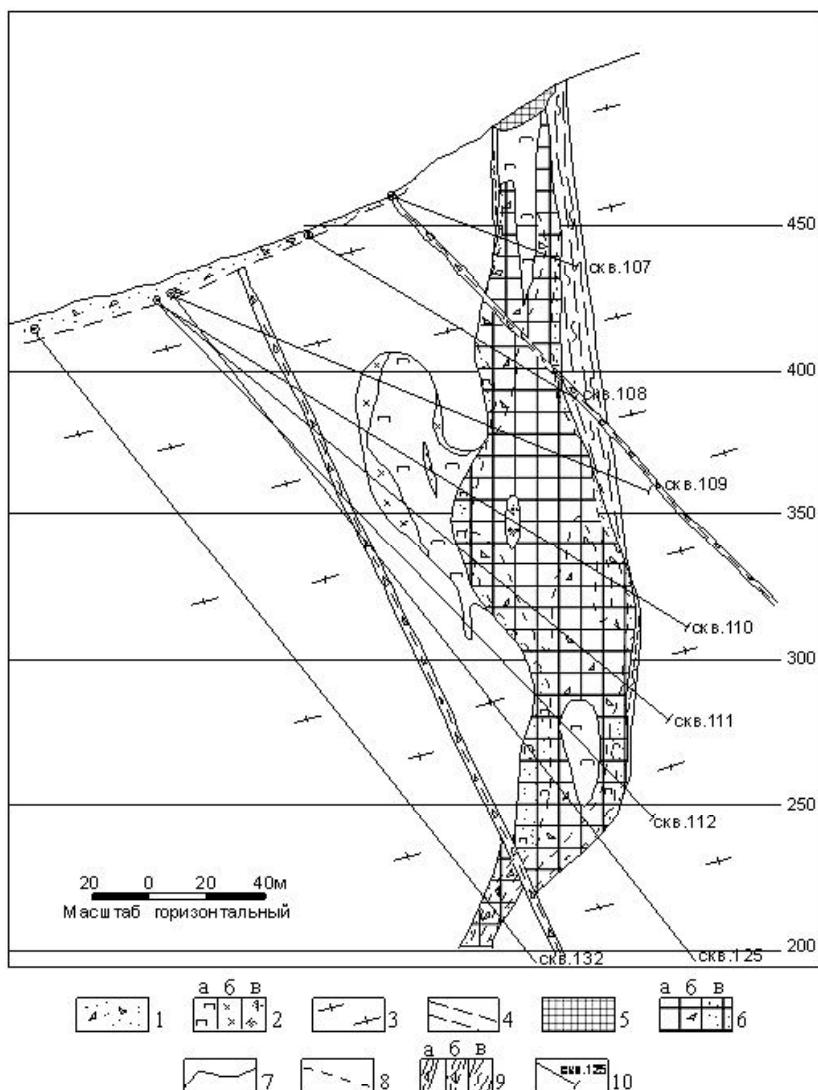


Рис. 2. Схематический разрез по рудному телу № 1 месторождения Шануч [6]:

1 – рыхлые четвертичные отложения; 2 – интрузии дукукского комплекса (а – габбро, б – меладиориты, в – диориты); 3 – гнейсовидные плагиограниты, гнейсограниты; 4 – кристаллические сланцы гранат-ставролит-биотитового состава; 5 – окисленные руды; 6 – сульфидные медно-никелевые руды (а – массивные, б – брекчий-свидные, в – прожилково-вкрапленные и вкрапленные); 7 – геологические границы; 8 – границы между типами руд; 9 – зоны дробления (а – достоверные, б – предполагаемые, в – зоны милонитизации); 10 – скважины.

Приамурье

В Амурской области сульфидное медно-никелевое оруденение расположено в Дамбукинском никеленосном районе Становой провинции и представлено рудопроявлениями *Никелевое*, *Стрелка* и др. (рис. 3).

Формирование оруденения связано с внедрением, кристаллизацией и постмагматической деятельностью джалтинского комплекса малых интрузий, силлов и даек габбро-пироксенит-кортландитовой ассоциации [6]. Изотопное датирование цирконов U-Pb методом, произведенное в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ, установило их раннемеловой возраст – $121,2 \pm 1,8$ млн. лет [7]. Руды – от вкрапленных и прожилково-вкрапленных до массивных. Они состоят из моноклинного и гексагонального пирротина, халькопирита и пентландита. В качестве примесей отмечаются виоларит, миллерит, куприт, пирит, галенит, сфалерит, герсдорфит, ковеллин, молибденит, котульский и самородное золото. На рудопроявлении Никелевое среднее содержание никеля в штуфных пробах достигает 3,51%, меди – 0,61%. Примеси благородных металлов составляют (г/т): Au – 0,23-0,41, Ag – до 6, Pt – 1,38, Pd – 4,52. Отношение Ni/Cu=5,7, Pt/Pd=0,30 [4].

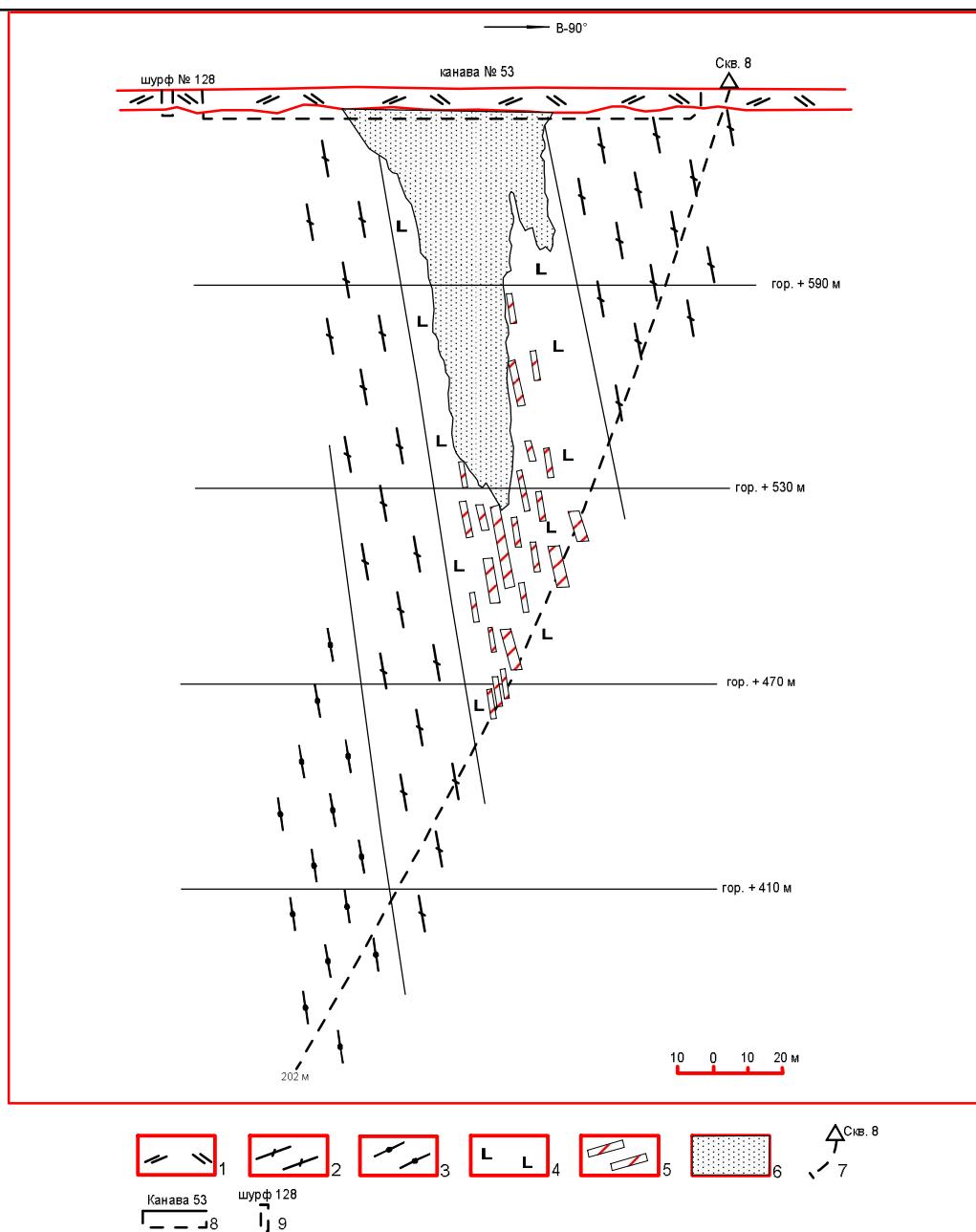


Рис. 3. Схематический разрез по скважине № 8 рудопроявления Стрелка с упрощениями и дополнениями по результатам осмотра керна:

1 – почвенно-растительный слой; 2 – гнейсы графит-биотитовые, рассланцованые и брекчированные с вкрапленностью пирротина; 3 – амфиболиты; 4 – пироксениты крупнозернистые, местами брекчированные с прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией; 5 – сплошные сульфидные руды; 6 – зона окисления гематит-графит-каолинового состава; 7 – скважина; 8 – канава; 9 – шурф.

Западное побережье Северной Америки

На западном побережье Северной Америки расположены медно-никелевые месторождения Брэди Глейсер, Богемиа Базин, Миррор Харбор, Фунтер Бей, Джант Маскот и Снайп Бей [3].

Наиболее изучено крупное медно-никелевое месторождение *Прайд оф Эмори*, называемое также Джант Никель, Джант Маскот, Пацифик Никель и Вестерн Никель. Оно расположено в юго-западной части Британской Колумбии (Аляска). Район месторождения сложен метаосадочными и метавулканическими породами палеозоя, прорваными интрузивами базит-гипербазитового состава, слагающими Тихоокеанский никеленосный пояс. Среди них выделяется крупный батолит Опоссум диоритового состава, внутри которого располагается ряд штокообразных тел никеленосных базит-ультрабазитов, представленных пироксенитами и кортландитами, дуниты редки. Изотопный возраст

никеленосных интрузий – в пределах 95-96 млн. лет (поздний мел) [12, 13]. В них располагаются тела сульфидных медно-никелевых руд, имеющие крутонаклонную трубкообразную форму. Они имеют протяженность по вертикали от 30 до 360 м, при сечении от 75 на 40 м до 6 на 8 м. Медно-никелевая минерализация встречается в виде рассеянных, прожилковых и массивных скоплений сульфидов. Среди сульфидов преобладают пирротин, пентландит и халькопирит, менее развиты пирит и сфалерит. В небольшом количестве находятся троилит, магнетит, аргентопентландит, маккинавит, кубанит, кобальтит, герсдорфит и никелин. Из минералов элементов платиновой группы обнаружены меренскит, мончейт, палладиевый мелонит и фрудит. Среди гипергенных минералов отмечаются лимонит, халькозин, ковеллин, виоларит, мелантерит и моренозит. В 1958-1974 гг. на месторождении из 26 рудных тел добыто 4,7 млн. тонн руды, содержащей 26,8 тыс. тонн никеля и 12,7 тыс. тонн меди. Кроме того, в 1971-1973 гг. добыто 140 т кобальта, 16,5 кг серебра и 1,0 кг золота [14]. Среднее содержание никеля в руде составляет 0,77%, меди – 0,34%, кобальта – до 0,1%. Концентрация благородных металлов составляет (в г/т): платина – 0,713, палладий – 0,893, золото – 0,379. Отношение Ni/Cu=2,3, Pt/Pd=0,8.

Месторождение *Брэди Глейсер* расположено в Якутском рудном районе, в пределах Национального парка Брэди Глейсер (Аляска). Вмещающими породами служат перидотиты и габбро массива Криллион-Лапероуз третичного возраста, а также метаморфические сланцы. Интрузия и вмещающие породы рассечены дайками и неправильной формы телами габбро и диоритов. Сульфидное медно-никелевое оруденение расположено среди перидотитов с линзами габбро и габбро-пегматитов. Месторождение состоит из протяженных зон со штокверковым и вкрапленным сульфидным оруденением. Зоны до 120 м мощности содержат до 10% сульфидов. Линзы с массивными сульфидными рудами мощностью до 3 м расположены около контакта габброидов и ультрабазитовых кумулаторов. Основное рудное тело имеет трубкообразную форму. Оно прослежено на глубину около 550 м, при диаметре около 240 м. Рудные минералы образуют вкрапленность, прожилки и лентаобразные массы мощностью до 4,5 м в диаметре и 10 м длиной. Массивные сульфидные ленты составляют около 15% оруденения. Преобладающими сульфидами являются пирротин, пентландит и халькопирит. Алтант, кубанит и никелин встречаются в меньших количествах. Борнит, маккинавит и виоларит вторичны. Из редких минералов отмечаются грейгит, кобальтин, иридарсенит, роарсит, осарсит, ирасит, никель-висмут-палладиевый теллурид, палладий-висмутовый теллурид и палладиевый теллурид. Изотопный возраст месторождения определен Ar-Ar методом в 30 млн. лет (олигоцен) [9]. Запасы руды на 1983 г. составляют 90 млн. тонн, с содержанием 0,5% никеля и 0,3% меди (т.е. 450 тыс. тонн никеля и 270 тыс. тонн меди). Отношение Ni/Cu = 1,7. Руды содержат низкие концентрации Pd – 0,20 г/т, Pt – 0,11 г/т, Pt/Pd = 0,55 [9].

Месторождение *Богемия Базин* расположено на острове Якоби, в 130 милях к западу от г. Джуно (Аляска). Район месторождения сложен интрузиями формации Лапероуз третичного возраста, состоящими из норитов, габбро, диоритов и кварцевых диоритов. Они прорывают меловые метавулканические и метаосадочные породы, а также амфиболиты и гнейсы палеозоя. Месторождение состоит из рудных тел с вкрапленными и прожилково-вкрапленными рудами, содержащими пирротин (48%), пентландит (35%) и халькопирит (17%). Кроме того, отмечаются бравоит, марказит и магнетит. Рудные тела располагаются в нерасслоенных штоках норитового состава или залегают на контакте их с вмещающими породами параллельно этому контакту. Они имеют воронкообразную или неправильную пластинчатую форму (рис. 4). Согласно [11], месторождение содержит 20,1 млн. тонн руды с содержанием 0,31% никеля, 0,18% меди и 0,04% кобальта (т.е. 62,3 тыс. тонн никеля, 36,2 тыс. тонн меди и 8 тыс. тонн кобальта). Суммарное содержание палладия, платины и родия в базитах формации Лапероуз составляет 0,18 г/т, в сульфидах и сульфидных концентратах медно-никелевых руд достигает 1,2-1,5 г/т.

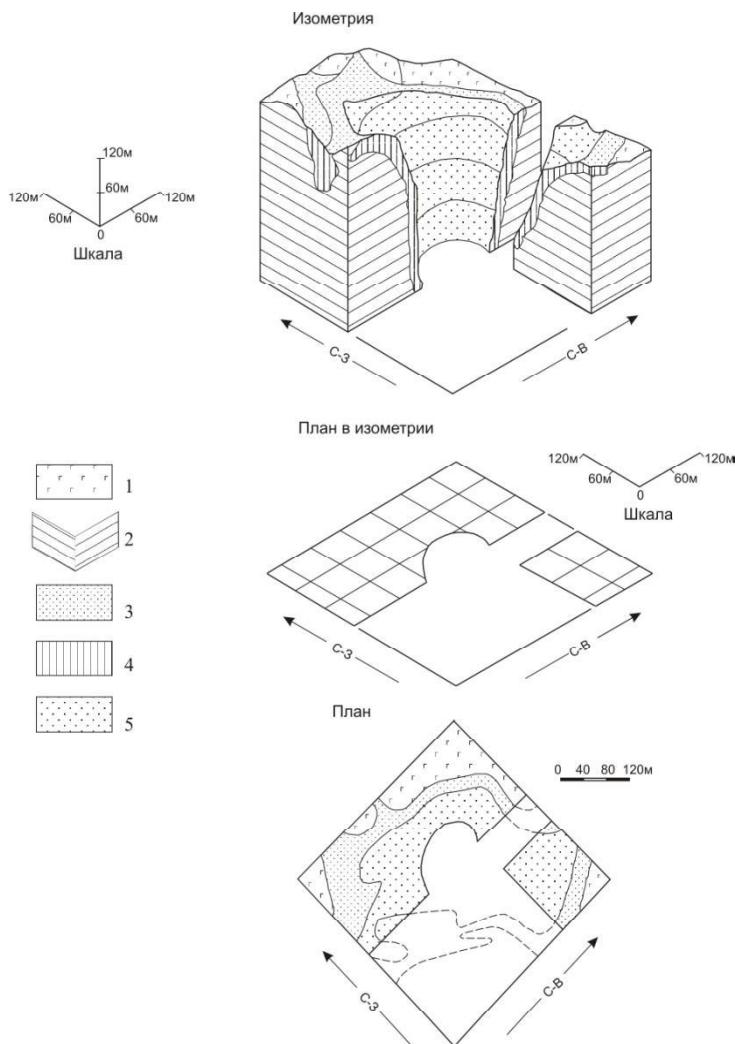


Рис. 4. Объемная модель рудного тела Базин месторождения Богемия Базин [11]:

1 – рудоносные нориты на дневной поверхности; 2 – вмещающие породы на вертикальной плоскости; 3 – минерализованные нориты на внутренней поверхности; 4 – те же нориты на вертикальной плоскости; 5 – внутренняя зона минерализованных норитов.

Месторождение *Mirrpor Harbor* расположено на острове Чичагов (Аляска). Оно приурочено к северной части интрузива габбро-норитового состава, вытянутого в северо-западном направлении на 1,5 км, при ширине от 300 до 600 м. В габбро-норитах располагаются три рудных тела. В двух из них выявлены массивные сульфидные руды, в третьем – вкрапленные. Среди сульфидов преобладают пирротин, пентландит и халькопирит. В первом трубкоподобном рудном теле запасы богатой руды составляют 7,3 тыс. тонн, с содержанием никеля 1,6% и меди 0,90% [11]. Во втором плитообразном рудном теле запасы руды составляют несколько тонн, с меньшими содержаниями никеля и меди. Третье рудное тело содержит 900 тыс. тонн бедной руды, с содержанием никеля 0,172% и меди 0,049%.

Месторождение *Фантер Бей* расположено на северной оконечности острова Адмиралти (Аляска). Рудовмещающим является силл оливиновых габбро мощностью около 40 м, расположенный среди палеозойских мраморов, филлитов и зеленосланцевых пород. Рудных минералов менее 2%. Они представлены пирротином (66,2%), магнетитом (17,1%), халькопиритом (11,4%) и пентландитом (5,3%). В руде содержится 0,34% никеля, 0,35% меди и 0,14% кобальта. Содержание золота достигает 1г/т, элементы платиновой группы не установлены [10]. Месторождение мелкое. Запасы руды – 560 тыс. тонн, никеля и меди – по 2 тыс. тонн.

Месторождение *Снайп Бей* расположено на западном побережье острова Баранов (Аляска). Район месторождения сложен кварцитами и сланцами раннемелового возраста, прорванными интрузи-

вами мелового или третичного возраста. Никеленосными являются габбро-нориты. Сульфидные минералы образуют рассеянную вкрапленность, шлиры, тонкие прожилки, иногда массивные выделения. Содержания их колеблются от 1% до почти 100%. Они представлены пирротином, в меньшей степени – пентландитом и халькопиритом, реже встречается пирит. Массивные сульфиды слагают небольшое тело, длиной 3,6 м и шириной 1,2 м. Оно прослежено на глубину 1,8 м и вмещает около 30 тонн богатой руды, с содержанием 3,67% никеля и 2,87% меди, отношение Ni/Cu=1,3. Данные о содержании платиноидов отсутствуют. Прогнозные ресурсы месторождения оцениваются в 390 млн. тонн руды, с содержанием 0,3% никеля, 0,3% меди, 4,5г/т серебра (т.е. по 1,17 млн. т никеля и меди [15].

Заключение

Для сульфидных медно-никелевых месторождений мезо-кайнозойского возраста, расположенных в пределах Тихоокеанского подвижного пояса, характерна приуроченность к нерасслоенным малым интрузиям, дайкам и силлам габбро-пироксенит-кортландитовой формации. Рудные тела представляют собой трубкообразные, столбообразные, линзовидной, пластообразной или жилообразной формы тела вкрапленных, прожилковых и массивных сульфидных руд. В составе руд преобладают пирротин, пентландит и халькопирит, менее развиты линнеит, виоларит, пирит, магнетит и группа минералов благородных металлов. Содержание никеля в рудах нередко высокое и достигает 5-7%. Ni/Cu отношение меняется от 1 до 7,0. Палладий и платина отмечаются в количестве от десятых долей до первых граммов на тонну, отношение Pt/Pd от 0,3 до 0,9.

На выявление новых месторождений рассматриваемого типа в пределах России наиболее перспективны территории Камчатской и Становой никеленосных провинций, в пределах которых широко развиты интрузии никеленосной габбро-пироксенит-кортландитовой формации [4, 8]. Первочередными для дальнейшего изучения являются объекты Шанучского и Кувалорогского рудных районов Камчатской, а также Дамбукинского никеленосного района Становой провинции.

1. Додин, Д.А., Чернышев, Н.М., Яцкевич, Б.А. Платинометалльные месторождения России. – СПб: Наука. 2000. – 755с.
2. Лихачев, А.П. Платино-медно-никелевые и платиновые месторождения. – М.: Эслан, 2006. – 496 с.
3. Степанов, В.А. Медно-никелевые месторождения северного сегмента Тихоокеанского рудного пояса // Изв. вузов. Геол. и разв. – 2011. – № 56. – С. 49-56.
4. Степанов, В.А., Мельников, А.В. Никеленосность Верхнего Приамурья. – Владивосток: Дальнаука, 2010. – 217 с.
5. Степанов, В.А., Октябрьский, Р.А., Гвоздев, В.И. Малые интрузии гипербазитов и медно-никелевое оруденение Дамбукинского рудно-россыпного узла Верхнего Приамурья // ДАН. – 2006. – Т. 409, № 4. – С. 514-517.
6. Степанов, В.А., Трухин, Ю.П. О возрасте Шанучского медно-никелевого месторождения // ДАН. – 2007. – Т. 417, № 1. – С. 84-86.
7. Стриха, В.Е., Степанов, В.А., Родионов, Н.И. Раннемеловая кортландит-пироксенит-габбровая ассоциация Верхнего Приамурья: геохронологические и геохимические данные // ДАН. – 2006. – Т. 407, № 5. – С. 664-668.
8. Трухин, Ю.П., Степанов, В.А., Сидоров, М.Д. Камчатская никеленосная провинция // ДАН. – 2008. – Т. 418, № 6. – С. 802-805.
9. Himmelberg, G.R., Loney, R.A. Petrology of the ultramafic and gabbroic rocks of the Brady Glacier nickel-copper deposit, Fairweather range, southeastern Alaska. U.S. // Geological Survey Professional Paper. – 1981. – № 1195. – 26 p.
10. Holt, S.P., Moss, J.M. Exploration of nickel-copper-cobalt deposit at Funter Bay Admiralty. – Island. – Alaska. US department of the interior, Bureau of mines, 1946. – 15 p.
11. Kimball, A.L. Mineral Land Assessment of Yakobi Island and Adjacent Parts of Chichagoff Island, Southeastern Alaska. BuMines MLA 97-82. – 1982. – 199 p.
12. Metcalfe, P., McLaren, M., Gabites, J., Houle, J. Ni-Cu-PGE Deposits in the Pacific Nickel Complex, Southwestern BC; A Profile for Magmatic Ni-Cu-PGE Mineralization in a Transpressional Magmatic // Arc. Exploration and Mining in British Columbia. – 2002. – P. 63-79.
13. Manor, M.J., Scoates, J.S., Nixon, G.T., Ames, D.E. Platinum-group mineralogy of the Giant Mascot Ni-Cu-PGE deposit, Hope, B.C. // British Columbia Ministry of Energy and Mines, British Columbia Geological Survey Paper. – 2014. – P. 141-156.

14. Pincent, R.H. Ni-Cu-PGE Potential of the Giant Maskot and Codburn Ultramafic-Mafic Bodies, Harrison-Hope Area, Southwestern British Columbia // British Columbia Geological Survey Paper. – 2002. – P. 211-236.
15. Reed, J.C., Gates, G.O. Nickel-copper deposit at Snipe Bay Baranov Island, Alaska. United States Department of Interior. – Bulletin 936-M. – Washington, 1942. – 16 p.

Т.В. Иваныкина, М.Н. Попова

**ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФГКУ «1 ОТРЯД ФЕДЕРАЛЬНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ
СЛУЖБЫ ПО РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)», г. АЛДАН**

Рассматривается деятельность противопожарной службы и проводится анализ пожаров по Алданскому району, указаны объекты и причины пожаров, их последствия.

Ключевые слова: пожар, противопожарная служба, пожарная безопасность, ущерб от пожаров.

**ACTIVITIES OF FGKU «1 ORDER FEDERAL FIRE FIGHTING SERVICES
IN THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)», ALDAN**

The activity of fire service is considered and the analysis of fires on the Aldan area is given, objects and the reasons of fires, their consequences are specified.

Key words: fire, fire service, fire safety, fire damage.

Пожары – самые распространенные чрезвычайные события в современном мире, причиняющие большой материальный ущерб и связанные с гибелью людей [5]. Обеспечение пожарной безопасности является одной из актуальных проблем и важнейшей функцией государства. Существуют службы, основная деятельность которых связана с предотвращением пожаров как природного, так и антропогенного характера.

В соответствии с директивой министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий генерала армии С.К. Шойгу от 24 сентября 2003 г. №31-23-21, в целях проведения практических мероприятий по реорганизации органов, специально уполномоченных решать задачи гражданской обороны, задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в составе или при органах исполнительной власти субъектов Российской Федерации с 1 октября 2003 г. введены утвержденные С.К. Шойгу штаты органов управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям, в том числе управления Государственного пожарного надзора МЧС России по Республике Саха (Якутия) с территориальными подразделениями.

Федеральное государственное казенное учреждение «1 отряд Федеральной противопожарной службы по Республике Саха (Якутия)» расположено в г. Алдан Алданского района. К основным видам деятельности данной противопожарной службы относятся:

1. Профилактика, тушение пожаров и аварийно-спасательные работы на объектах, критически важных для национальной безопасности страны, пожароопасных объектах, особо ценных объектах культурного наследия, при проведении мероприятий федерального уровня с массовым сосредоточением людей, в закрытых административно-территориальных образованиях, а также в особо важных и режимных организациях.