

МИНЕРАЛОГИЯ СУПЕРКРУПНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Додин Д.А., Изоитко В.М., Говорова Л.К., Коваленко Л.Н.

Санкт-Петербургское отделение ВНИИОкеангеология. okeangeo@vniio.ru;
ЗАО «Механобр Инжиниринг»; ОАО «ГМК «Норильский никель»

MINERALOGY OF SUPERLARGE TECHNOGENE DEPOSITS OF PLATINUM GROUP METALS (PGM)

Dodin D.A., Izoitko V.M., Govorova L.K., Kovalenko L.N.

St.-Petersburg's Department. All-Russian Research Institute for Geology and Mineral
Resources of the World Ocean. okeangeo@vniio.ru;
AC "Mechanobr Ingeneering"; OAC "GMK "Norilsky nickel"

Все разрабатываемые месторождения платиновых металлов сопровождаются техногенными объектами различной значимости. И только с известным Талнахско-Норильским рудным гигантом связаны суперкрупные (даже гигантские) техногенные платиносодержащие месторождения. Они представлены хвостами обогащения (норильский техногенный тип), пирротиновыми и магнетитовыми концентратами (талнахский техногенный тип).

1. К первому типу отнесены хвосты обогащения норильских месторождений. Наиболее крупным объектом является хвостохранилище №1 Норильской обогатительной фабрики (НОФ), площадью 6,2 км², образованное в 1948 – 1975 гг. при переделе руд Норильского и Талнахского месторождений и складировании хвостов их обогащения до процесса получения товарных пирротиновых концентратов – своеобразных техногенных месторождений талнахского типа. Хвостохранилище используется для пропуска паводковых вод руч. Разведочного и наполнения хвостохранилища № 2 в период намыва; сложено оно плохо отсортированными глинами, суглинками, супесями и песками с прослоями льда. Авторами было выполнено геохимическое опробование хвостохранилища по 12 широтным профилям, а в южной части хвостохранилища пробурено три скважины глубиной 6 м, 13 м и 13 м. Из скважин отобрано 35 проб (Додин и др., 1993).

Техногенные образования хвостохранилища очень сходны по минеральному и химическому составу с вкрапленными рудами указанных месторождений, исключая извлеченные сульфиды, в связи с этим количество нерудных минералов составляет 94–96 % (Додин и др., 1993, 1994).

Большая часть платиновых минералов находится в хвостах в минеральной форме, а основные запасы (87 % Pt, 74,8 % Pd)

сосредоточены в классе – 0,140 мм. Гравитационное обогащение лежалых хвостов приводит к получению отвалных хвостов-II и гравитационного концентрата, содержащего (в г/т): Pt – 22,1; Pd – 33,5; Rh – 2,0, а также 2,07 % Ni при извлечении соответственно 65 %, 56 %, 44 % и 28 %.

Ведущее положение в группе платиновых металлов занимает тетраферроплатина, изоферроплатина, сперрилит, станниды палладия (паоловит, таймырит, атокит), реже отмечаются соболевскит, нигглиит, мертиит, брэггит, каббрит, масловит, урванцевит, рустенбургит, инсизваит. Форма платиновых минералов – изометричная, размеры их различны, также как и соотношения в разных классах крупности. В классах – 0,14+0,050 мм и +0,140 мм более 90 % составляют тетраферроплатина и изоферроплатина со средними размерами 81 и 75 мкм. В тонком классе (-0,140+0,074 и -0,074 мм) преобладают сперрилит и станниды палладия. Преимущественно микронные размеры таймырита и атокита и других, редко встречающихся минералов обусловлены их кристаллизацией в виде тонких включений в минералах-хозяевах. Из-за этого лишь часть зёрен этих минералов переходит в тонкий класс, остальные же так и остаются нераскрытыми в виде тонких включений в крупных выделениях ферроплатины и изоферроплатины. В целом сростки и агрегаты платиноидов встречаются реже, чем мономинеральные «раскрытые» зёрна (Додин и др., 1994). Кроме того, рудные минералы представлены пирротинном (3-4 %), халькопиритом (0,2 %), пентландитом (0,2 %), пиритом, кубанитом, борнитом. В незначительном количестве встречаются халькозин, миллерит, виоларит, сфалерит и галенит. Среди оксидов (2-4 %) преобладают магнетит, хромшпинелиды, титаномагнетит и ильменит.

Хвосты отмечаются повышенными концентрациями платины (0,02-2,1 г/т), палладия (0,02-5,8 г/т), родия (0,01-0,24 г/т), иридия (до 0,044 г/т), рутения и осмия (до 0,05 г/т), золота (до 1,4 г/т), меди (до 0,8 г/т), никеля (до 0,6 г/т). Среднее содержание платины по 100 пробам составляет 0,14 г/т, а палладия – 1,27 г/т. Неоднородность распределения содержаний платиновых металлов (МПП) обусловлена различием количеств МПП в отрабатываемых рудах, эффектом просадки, рельефом местности и постоянной гидромеханической переработкой вещества хвостов в бассейне ручья Разведочного.

Выполненные технологические испытания на центробежных сепараторах привели к получению из лежалых хвостов платинометалльного концентрата с содержанием до 20 кг/т МПП; основная часть платиновых металлов сосредоточена в немагнитной фракции.

Прогнозные ресурсы Р₃ МПП в лежалых хвостах превышают 800-1000 т, полученный платиновый концентрат пригоден для повторного введения в технологическую цепочку Норильского комбината. Оработка техногенного сырья с использованием отвалных хвостов в стройиндустрии приведет к улучшению экологической обстановки в регионе и Арктике в целом. Это явится началом создания системы

рационального природопользования и естественного ресурсосбережения в Норильском промышленном районе. Однако, учитывая состояние минерально-сырьевой базы платиновых металлов в Талнахской группе месторождений, правильнее будет платиноносные лежалые хвосты перевести в «Фонд будущих поколений», что будет полностью соответствовать основным положениям Устойчивого развития (Додин, 2005). Тем более что лежалые хвосты Норильских месторождений по ресурсам платиновых металлов являются единственными в мире и не имеют аналогов.

2. В рамках талнахского техногенного типа разведаны два хранилища пирротиновых (ПХ-1 площадью 0,4 км² и мощностью 14 м и ПХ-2 с параметрами 1,1 км² и 5,5 м (Стехин и др., 1995) и одно магнетитовых концентратов (Фомичев и др., 2000).

В пирротиновых концентратах платиновые металлы слагают преимущественно (до 68 %) тетраферроплатину, сперрилит, куперит, таймырит, сплавы платины и палладия с оловом, мышьяком, висмутом, свинцом, а также твердые растворы в сульфидах, сульфоарсенидах, арсенидах. Рассматриваемые образования содержат до 10 г/т и более МПГ, 0,3 г/т Au, >10 г/т Ag, 1-3% никеля и меди, 0,1% кобальта (Говорова и др., 1984). Из пирротиновых концентратов МПГ извлекаются с помощью комбинированных методов обогащения и металлургического передела.

Хранилище магнетитовых концентратов сформировалось к 1975 г при переработке на НОФ богатых халькопиритовых руд Талнахского месторождения (Фомичев и др., 2000). В те годы ферроплатина из этих руд по действующей схеме не извлекалась, и содержание МПГ в хвостах флотации достигало 26 г/т. В 1999 г. началась промышленная отработка техногенного месторождения магнетитового концентрата. Использование концентратов Knelson и концентрационных столов “Gemeni” обусловило получение гравитационного концентрата, содержащего 5-7 кг/т благородных металлов и пригодного для дальнейшего передела в Металлургическом цеху. Уже в первый год из магнетитовых концентратов было получено 1200 кг МПГ, около 1500 т никеля и 1000 т меди.

3. Приведены также авторские данные по вещественному составу и технологическим свойствам хвостов обогащения золото-извлекательной фабрики им. Матросова, работающей на одном из крупнейших в России Наталкинском платиноидно-золоторудном месторождении и аналогичные материалы Л.В.Разина и Т.В.Башлыковой (1999) по крупным техногенным платинометальным россыпям Урала.

Целый ряд известных данных по платиноносности отходов получения золота (черносланцевая формация) и нефелина (кияшалтырский тип, Сазонов и др., 1997) нуждаются в дополнительном изучении.

Авторы благодарны Д.В.Леньчуку и В.А.Шаткову за помощь при проведении исследований.

Исследования выполнены по программе «Платина России».

1. *Говорова Л.К., Коваленко Л.Н., Николаев Ю.М. и др.* Атлас продуктов Норильского комбината. Справочник. Норильск: Изд-во Норильского ГМК, 1984. 400 с.
2. *Додин Д.А., Леньчук Д.В., Изоитко В.М.* Техногенные месторождения Норильского района // Геолого-технологическая оценка и переработка руд разных генетических типов. СПб.: Механообр, 1993. С. 10-12.
3. *Додин Д.А., Изоитко В.М., Говорова Л.К. и др.* Техногенные месторождения платинометалльного сырья Норильского региона // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО «Геоинформмарк», 1994. С. 115-128.
4. *Додин Д.А., Говорова Л.К., Изоитко В.М., Леньчук Д.В.* Новый нетрадиционный тип платиносодержащего сырья – техногенный (внутреннее строение, платиноносность, технологии переработки) // Платина в геологических формациях Сибири. Тез. докл. общероссийского семинара 20-21 сентября 2001 г., г. Красноярск, КНИИГиМС, 2001. 184 с.
5. *Додин Д.А.* Устойчивое развитие Арктики (проблемы и перспективы). СПб.: Наука, 2005. 283 с.
6. *Разин Л.В., Башлыкова Т.В.* Моделирование современного технологического процесса рентабельного извлечения ценных тяжелых минералов из техногенных платино-хромитовых россыпей Урала // Платина России. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999, Т. 4. С. 242-245.
7. *Сазонов О.И., Гринев О.М., Шведов Г.И., Сотников В.И.* Нетрадиционная платиноидная минерализация Средней Сибири. Томск: ТПУ, 1997. 148 с.
8. *Стехин А.И., Кунилов В.И., Олешкевич О.И.* Техногенные месторождения цветных и благородных металлов // Недра Таймыра. СПб.: ВСЕГЕИ, 1995. Вып. 1 С. 85-93.
9. *Фомичев В.Б., Благодатин Ю.В., Сухарев С.В.* Технология переработки техногенного магнетитового месторождения // Цветные металлы. 2000. № 6. С. 27-29.