

УДК 552.2:553.4(470.32)

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЙКОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В РАЗНОТИПНЫХ СУЛЬФИДНЫХ ПЛАТИНОСОДЕРЖАЩИХ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУДНОМАГМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ВКМ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)

М.Н. Чернышова

Воронежский государственный университет

На основе анализа количественной распространенности дайковых образований в шести разномасштабных по степени продуктивности типах сульфидных платиносодержащих медно-никелевых РМС, сформировавшихся в различных геодинамических режимах развития ВКМ, количественная роль даек как важнейшего структурно-вещественного и рудонесущего компонента многократно возрастает в промышленно значимых месторождениях мамонского, еланского и потенциально перспективного смородинско-новогольского типов.

Магматогенные сульфидные платиносодержащие медно-никелевые месторождения концентрируют около 25% мировых ресурсов элементов платиновой группы (ЭПГ). Они являются составными частями вулканно-интрузивных и интрузивных ультрамафит-мафитовых и мафитовых комплексов, с которыми образуют специфические рудно-магматические системы (РМС), сформировавшимися из мантийных и мантийно-коровых (контаминированных) расплавов в различных геодинамических обстановках и являющиеся производными единых, неоднократно повторяющихся в геологическом времени и пространстве петрорудогенетических процессов, включая зарождение, перенос и локализацию рудного вещества [1].

В пределах Воронежского кристаллического массива (ВКМ) группа сульфидных платиносодержащих медно-никелевых РМС включает шесть типов, которые в соответствии с разработанной моделью геодинамического развития ВКМ [2, 3] входят в состав СВК, сформировавшихся в условиях раннеархейской нуклеократонизации (AR_1 ; бесединский тип), энсиалического рифтогенеза (AR_2 ; олимпийский тип), рассеянного спрединга, сопровождавшего в раннем протерозое процесс субдукции Хоперского и Курского мегаблоков (мамонский и еланский типы), а также постколлизийного (тафрогенного; шукавский тип) и раннеплатформенного и платформенного (смородинско-новогольский тип) этапов нижнего протерозоя. Петролого-геохимический облик, состав и степень продуктивности разнотипных сульфидных платиносодержащих медно-никелевых месторождений и рудопроявлений ВКМ, как составных частей РМС, обобщены в таблице 1.

Важнейшим структурно-вещественным и рудонесущим компонентом РМС являются дайковые образования, состав и характер распределения которых в значительной мере определяется условиями формирования разнотипных по составу и формационной принадлежности никель-платиноносных комплексов [4, 5]. В соответствии с разработанной систематикой среди дайковых образований сульфидных медно-никелевых

РМС выделяются две формационно и генетически разнородные группы [4, 6]. Первая из них, сопряженная со становлением никель-платиноносных комплексов, представлена: а) дайковыми телами-апофизами интрузивных эквивалентов во вмещающих породах (перимагматические дайки, или дайки-апофизы конечного внедрения); б) жильными отщеплениями интеркумуляусного расплава автономно кристаллизующихся никель-платиноносных рудномагматических систем (интрамагматические дайки). Ко второй группе относятся дайки более поздних, различных по формационной принадлежности комплексов, а также гетерогенные по своей формационной природе и составу лампрофиры [7].

В оценке состава, количественной роли и характера распределения дайковых образований в разнотипных по геодинамическим режимам формирования, возрасту, рудно-геохимическим параметрам и степени продуктивности РМС особая роль принадлежит, прежде всего, группе даек, характеризующихся тесной пространственно-временной связью с определенными интрузивными дифференциатами и с которыми они образуют единые сингенетически родственные ряды пород с общей гомодромной направленностью процесса их формирования. Состав породных ассоциаций интрамагматических даек и последовательность их формирования определяется составом исходного магматического расплава и степенью проявления глубинной (фазной) и внутрикамерной его дифференциации в процессе становления интрузий никель-платиноносных комплексов.

Выполненный на основе этих принципов анализ показывает (см. табл. 1), что наибольшим разнообразием состава и высокой степенью насыщенности (6-12% объема рудовмещающих интрузивов) характеризуются дайки, ассоциирующие с промышленно значимыми многофазными интрузивами мамонского и еланского типов РМС, сформировавшиеся в условиях рассеянного спрединга и реактивизации рифтогенных структур. Важной особенностью даек этого типа РМС является наличие в них высоких (до промышленных масштабов)

Таблица 1

Распределение дайковых образований в различных типах сульфидных платиносодержащих медно-никелевых РМС и связанных с ними месторождений и рудопроявлений ВКМ*

Тип магмородулирующих структур	Тип рудовмещающих магматических формаций		Рудовмещающие породы (условия локализации оруденения)	Дайковые комагматы и их количественная роль (об. %)	Минеральный тип и состав руд	Рудно-петрохимические особенности	Месторождения, рудопроявления					
	Эффузивные	Интрузивные					Крупные	Средние и мелкие	Рудопроявления	Крупные	Средние и мелкие	Прогнозируемые
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Смординско-новогольский умеренномагнезиальный никелево-медный тип раннеплатформенного этапа (новогольский подтип верхнего Карелия; 1,8 млрд лет и смородинский подтип нижнего Карелия; 2,06 млрд лет)												
Рифты и реактивные зированные разломы внутриплитного развития	Трапповая (толеит-базальтовая)	Троктолит-габород-леритовая (трапповая); (смородинский и новогольский комплексы)	Троктолитовые габродоливериты* оливинсодержащие, долерит-пегматиты (нижние горизонты дифференцированных интрузивов)	Плагиоклазовые и микроклиновые граниты, диориты, лампрофиры, долерит-пегматиты (до 10% объема дифференцированных тел)	Пентландит-халькопирит-пирротиновый (пирротин, халькопирит, пентландит ± пирит, маккинавит, сфалерит, миллерит, кубанит, валлерит, магнетит, титаномagnetит, ильменит и др.)	MgO = 8,0-11,0 мас. %; Ni/Cu < 1,0; Pt = 20,0-80,0 мг/т; Pd = 20,0-190,0 мг/т; Au = 20,0-70,0 мг/т; Pd/Pt > 2; δ ³⁴ S ‰ = 1,5-3,0			+	■	■	■
Шукавский повышенномагнезиальный медно-никелевый тип (нижнекарельский тафразенез; < 2,0 млрд лет)												
Реактивные зированные разломы в наложенных прогибах	Габро-верлитовая (шукавский комплекс)	Дуниты, верлиты ± дерцолиты, клинопироксениты (ультрамафиты дифференцированных интрузий)	Диориты, габбро-диабазы, клинопироксены (2,5%)	Халькопирит-пентландит-пирротиновый (пирротин, халькопирит, пентландит, цинксодержащие хромшпинелиды, титаномagnetит, магнетит, пирит, арсенопирит, миллерит, кобальтин и др.)	MgO = 20,5-38,0 мас. %; Ni/Cu = 2,0-3,0; Ni/Co > 20,0; Pt = 60,0-80,0 мг/т; Pd = 20,0-30,0 мг/т; Au = 3,0-6,0 мг/т; Pd/Pt = 0,3-0,4				+	■		
Еланский маломагнезиальный медисто-кобальт-никелевый тип (нижнекарельский этап реактивизации рифтогенных структур; 2,065-2,050 млрд лет)												
Зоны реактивизации в пределах погресбнных поздисархейских зеленокаменных поясов	Ортопироксенит-норит-диоритовая субвулканическая-дайковая (еланский комплекс)	Ортопироксениты, нориты, диориты	Ортопироксениты, роговообманковое габбро, норит-порфириты, диоритовые порфириты, диориты, гранодиориты, лампрофиры, плагиоклазиты (6-7%)	Пентландит-пирротиновый (± халькопирит) и арсенид-сульфоарсенид-халькопирит-пентландит-пирротиновый (пирротин, троилит, пентландит, высокохромистые хромшпинелиды, аргентопентландит, кубанит, миллерит, арсениды и сульфоарсениды Ni, Co, теллурувисмутит, молибденит, сфалерит, маккинавит, галенит, самородное золото и др.)	MgO = 6,0-12,0 мас. %; Ni/Cu = 6,7-114,4 (33,3); Ni/Co = 12,3-42,0 (26,7); Pt = 20,0-170,0 (91,0) мг/т; Pd = 53,0-360,0 (182,0) мг/т; Au = (200,0) мг/т; Pd/Pt = 2,0; δ ³⁴ S ‰ = -3,6 ÷ -6,0 (-4,3)					◆	◆	◆

Продолжение таблицы 1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Мамонский <i>повышенно- и умеренномагнезиальный медно- и медисто-никелевый тип (нижнекарельский этап рассеянного спрединга; 2,1–2,08 млрд лет)</i>												
Пояс рассейного спрединга и зоны глубинных разломов с ограниченным латеральным растяжением		Дунит-перидотит-габбронорит-габбровая (мамонский комплекс)	Дуниты, перидотиты (гарцбургиты, перцолиты, верлиты); орто- и клинопироксениты, габбро-нориты, габбро, (высоко- и умеренно-магнезиальные ультрамафиты дифференцированных интрузий)	Ортопироксениты, клинопироксениты, титанитостороговообманковые пироксениты, горнблендиты, габбро роговообманковое, микрогаббро, нориты, габбропорфириты, плагиопорфириты, диориты, диоритовые порфириты, плагиоклазиты, лампрофиты (до 12%)	Халькопирит-пентландит-пирротиновый, реже пентландит-пирротиновый (пирротин, троилит, пентландит, халькопирит, хромшпинелиды, магнетит, сульфосерениды Ni, Cu, Co, валлерит, пирит, точилит, кубанит, хизлеудит, миллерит, молибденит, сфалерит, галенит; Au, Ag, Pd, Ni, Cu самородные, минералы ЭПП и др.; всего около 40 минералов).	MgO = 20,0–25,0 мас. %; 3,0–35,0 Ni/Cu = 0,7–180,0 (2,9); Ni/Co = 5,0–28,0 (17,2); Pt = 10,0–1000,0 (170,0) мг/г; Pd = 40,0–2500,0 (387,0) мг/г; Au = 50,0–1400,0 (125,0) мг/г; Pd/Pt = 0,8–8,1 (2,3); $\delta^{34}S_{\text{‰}} = 4,1 \pm 0,4$							
	Олимпийский <i>высокомагнезиальный медисто-никелевый тип (позднеархейский рифтогенез; 3,0–2,5 млрд лет)</i>												
Рифтогенные и линейные зоны повышенной проницаемости (вершинные сланцевые свиты михайловской серни)	Коматитовая базальтовая (александровская свита михайловской серни)	Дунит-перидотитовая (железнодорожный комплекс)	Дуниты, перидотиты и их серпентиниты. Толелитовые и коматитовые базальты, перидотитовые и пироксенитовые коматиты	Тарасовский комплекс даек габбро-диабазов (1–3 %) в «верхних» зеленочерных поясах	Пентландит-пирротиновый и полидимит-пирротиновый (пирротин, пентландит, халькопирит ± пирит, хромсодержащий магнетит, высокохромистые цинксодержащие хромшпинелиды, никелин, хизлеудит)	MgO = 20,0–33,0 мас. %; Ni/Cu > 3,0–10,0; Ni/Co = 10,0–20,0; Pt = 60,0–140,0 мг/г; Pd = 23,0–75,0 мг/г; Au до 90,0 мг/г; Pd/Pt = 0,38–0,40; $\delta^{34}S_{\text{‰}} = 1,65$							
	Бесединский <i>повышенно магнезиальный медисто-никелевый тип (раннеархейский этап нуклеократонизации; 3,0 млрд лет)</i>												
Арсальные вулканические тектонические структуры и магматические подводящие линсаменты («нижние» зеленочерные пояса)	Примитивная коматит-пикрит(?) базальтовая (в составе обоянского СВК)	Перидотит-пироксенит-габбронорит-анортозитовая(?) (бесединский комплекс)	Габбро, анортозиты, габбронориты, перидотиты, пироксениты, Коматитовые (пикритовые?) ультрамафиты, толелитовые базальты	Горнблендиты, габбронориты (до 1 %)	Пентландит-пирротиновый (пирротин, пентландит, халькопирит ± пирит, молибденит, ильменит, магнетит, титаномagnetит, шпинель)	MgO = 10,0–30,0 мас. %; Ni/Cu > 10,0; Ni/Co = 10,0–40,0; Pt = 170,0–1300,0 мг/г; Pd = 14,0–360,0 мг/г; Au = 2,8–4,5 мг/г; Pd/Pt = 0,08–0,28; $\delta^{34}S_{\text{‰}} = 1,0 \pm 0,5$							

Примечание: *) таблица составлена с использованием данных [1, 2, 5] с дополнениями;

**) подчеркнуты породы, в которых концентрируется главная масса цветных и благородных металлов.

концентраций Ni, Cu, Co, ЭПГ [5, 6]. Широко развитые дайковые образования в составе дифференцированных тел смородинско-новогольского типа раннеплатформенного этапа (до 10 %) выступают в качестве одной из важных прогнозно-поисковых предпосылок выявления промышленно значимых [2, 8] месторождений.

Анализ этих данных свидетельствует о том, что изменение геодинамических режимов в процессе длительного ($AR_1 - K_2$) формирования коры континентального типа и ее структурно-вещественной эволюции сопровождалось изменением типов РМС и ассоциирующих с ними сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений, усложнением состава и степени дифференцированности рудовмещающих интрузивов, а также возрастанием количественной роли и многообразием видов и разновидностей дайковых образований, выступающих в качестве важнейшего структурно-вещественного и рудонесущего компонента промышленно значимых месторождений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 05-05-96408 цчр)

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов, Н.М. Структурно-вещественная эволюция сульфидно-никелевых рудномагматических систем докембрия / Н.М. Чернышов // Геология и геофизика. – 1991. – № 6. – С. 11-19.

2. Чернышов, Н.М. Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия) /

Н.М. Чернышов. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2004. – 448 с.

3. Чернышов, Н.М. Модель геодинамического развития Воронежского кристаллического массива в раннем докембрии / Н.М. Чернышов, В.М. Ненахов, И.П. Лебедев и др. // Геотектоника. – 1997. – № 3. – С. 21-30.

4. Чернышова, М.Н. Дайки мамонского никеленосного комплекса и их соотношение с оруденением / Н.М. Чернышов. – Воронеж : ВГУ, 1999. – 121 с.

5. Чернышова, М.Н. Место и роль даек в формировании сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудномагматических систем различных геодинамических режимов (на примере ВКМ) / Н.М. Чернышов // Строение, геодинамика и минерагенические процессы в литосфере : материалы одиннадцатой международной конференции. Ин-т геологии Коми НЦ УрО РАН. – Сыктывкар, 2005. – С. 374-376.

6. Чернышова, М.Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений еланского типа и их соотношение с оруденением (Воронежский кристаллический массив) / М.Н. Чернышова. – Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 184 с.

7. Чернышова М.Н. Лампрофиры никеленосных интрузий ВКМ / М.Н. Чернышова // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. Геология. – Воронеж, 1996. – № 1. – С. 66-79.

8. Альбеков, А.Ю. Геология, петрология и минерагеническая оценка перспектив рудоносности габбродолеритовых массивов трапповой формации Воронежского кристаллического массива : автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Воронеж, 2002. – 24 с.