

К ВОПРОСУ О ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРИРОДЕ КОЛЬЦЕВЫХ ДАЕК НОРИТОВЫХ ПОРФИРИТОВ ЕЛКИНСКОГО СУЛЬФИДНОГО ПЛАТИНОИДНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЦЕНТРАЛЬНАЯ РОССИЯ)

М. Н. Чернышова

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 2 июня 2014 г.

Аннотация: впервые, на примере Елkinsкого сульфидного платиноидно-медно-никелевого месторождения ВКМ, приведены результаты исследований геологии, состава и внутреннего строения кольцевых даек норитовых порфириров, предложена генетическая модель их формирования как автономных, пространственно сопряженных вулкано-интрузивных систем.

Ключевые слова: Елkinsкое месторождение, кольцевые дайки, модель формирования, вулкано-интрузивное происхождение.

TO THE PROBLEM OF THE GENETIC NATURE OF RING-FORMED DYKES OF THE NORITE PORPHYRYTES OF THE ELKINSKOE SULPHIDIC PGE-COPPER-NICKEL DEPOSIT (CENTRAL RUSSIA)

Abstract: for the first time, on example of the Elkinskoe PGE-copper-nickel deposit of the VCM, the results of investigations of geology, composition and internal structure of the ring-formed dykes of the norite porphyrites are given, proposed a genetic model of their formation as autonomous, spatially conjugate volcanic-intrusive systems.

Key words: Elkinskoe deposit, ring-formed dykes, model of formation, volcanic-intrusive origin.

Дайковые образования, являющиеся важным структурно-вещественным компонентом вулканических, вулканоинтрузивных и интрузивных породных ассоциаций, представляют исключительный интерес для решения фундаментальных проблем геологии, геодинамики, петрологии и рудообразования. Дайковые серии и комплексы выступают в качестве: а) важнейших индикаторов разнотипных геодинамических палеообстановок; б) своеобразных систем подводящих каналов промежуточных коровых очагов головных частей разномасштабных мантийных плюмов; в) возможных компонентов раннеархейского рециклинга и реликтов крупных магматических провинций в пределах древних щитов; г) рубежных реперов многостадийного становления магматических формаций и нескольких, последовательно сменяющихся во времени, процессов магматической активизации в связи с длительно формирующимися тектоническими зонами, контролирующими, нередко, размещение месторождений полезных ископаемых в пределах разноранговых структур земной коры. Особая роль принадлежит дайкам при определении возрастного расчленения и условий формирования разнотипных по составу и формационно-генетической принадлежности интрузивно-дайковых магматических комплексов, оценке их металлогенической специализации и потенциальной рудоносности, в условиях закрытых регионов, к числу которых относится Воронежский кристаллический массив (ВКМ) с известными сульфидными платиноидно-медно-никелевыми месторождениями и

рудопроявлениями.

Наиболее важные в промышленном отношении месторождения (Нижнемамонское, Подколдновское, Юбилейное) связаны с раннепротерозойскими ультрамафит-мафитовыми интрузивами этапа рассеянного спрединга (мамонский тип; 2100–2080 млн лет [1–3]) и ортопироксенит-норит-диоритовыми интрузивами (Еланское, Ёлкинское) этапа реактивизации позднеархейских структур (еланский тип; 2060–2050 ± 14 млн лет [1–3]), целиком сосредоточенные в пределах Воронежского региона (рис. 1) Хоперского мегаблока ВКМ.

Ведущая структурно-вещественная и рудонесущая роль в этих типах рудообразующих систем принадлежит разнообразным по составу, возрасту, соотношению с рудными телами, дайкам [1, 2, 4, 5]. Весьма разнообразны их структурно-морфологические типы [3, 6], среди которых особый рудно-генетический интерес представляют многочисленные кольцевые дайки норитовых порфириров, приуроченные к Елkinsкому месторождению (рис. 2). Пространственно они "залегают", как внутри приконтактных зон тел (мощностью до 10–15 м), но и, прежде всего, вне этих контактов среди вмещающих пород воронцовской серии, удаленных на сотни метров, при мощности до 27–52 м и прослеживаются на первые сотни метров (см. рис. 2).

Детальная характеристика минералого-петрографических, петрохимических и других особенностей жильных норитовых порфириров, приведена в ряде

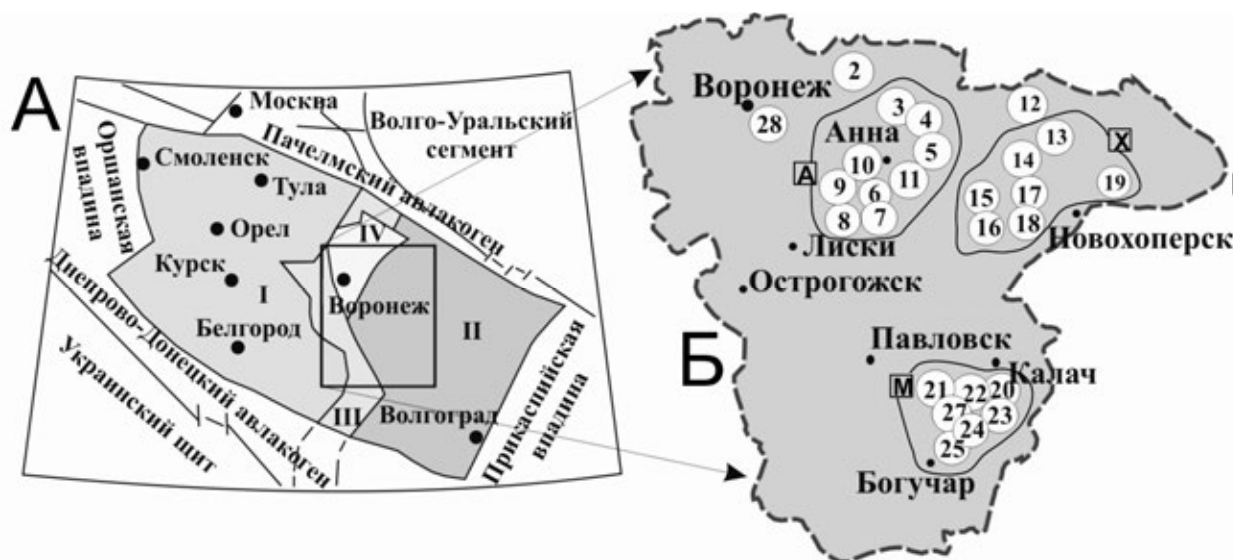


Рис. 1. Схема тектонического районирования ВКМ. Условные обозначения: (а), размещение сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений мамонского и еланского типов в пределах Воронежской области (б), положение Еланского месторождения, Центрального и Абрамовского рудопроявлений в структуре Елань-Коленовского плутона мамонского комплекса (в) и геологическая карта и разрез центральной части Еланского месторождения (г); а) I – мегаблок КМА; II – Хоперский мегаблок; III – Лосевская шовная зона; IV – Ольховско-Шукавская грабенсинклиналь; б) рудные районы: А – Анненский, М – Нижнемамонский, Х – Хоперский; месторождения, рудопроявления и потенциально перспективные участки: 2 – Шукавский; 3 – Садовский; 4 – Вост. Садовский; 5 – Моховской; 6 – Шишовский; 7 – Астаховский; 8 – Песковатский; 9 – Икорецкий; 10 – Рябиновско-Большемартыновский; 11 – Анненский; 12 – Новогольский; 13 – Жердевский; 14 – Троицкий; 15 – Елань-Коленовский; 16 – Центральный; 17 – Еланский; 18 – Елkinский; 19 – Уваровский; 20 – Ширяевский; 21 – Нижнемамонский; 22 – Артюховский; 23 – Бычковский; 24 – Юбилейный; 25 – Подколodновский; 26 – Пионерский (Липов Куст); 27 – Сухой Яр; 28 – Воронежский

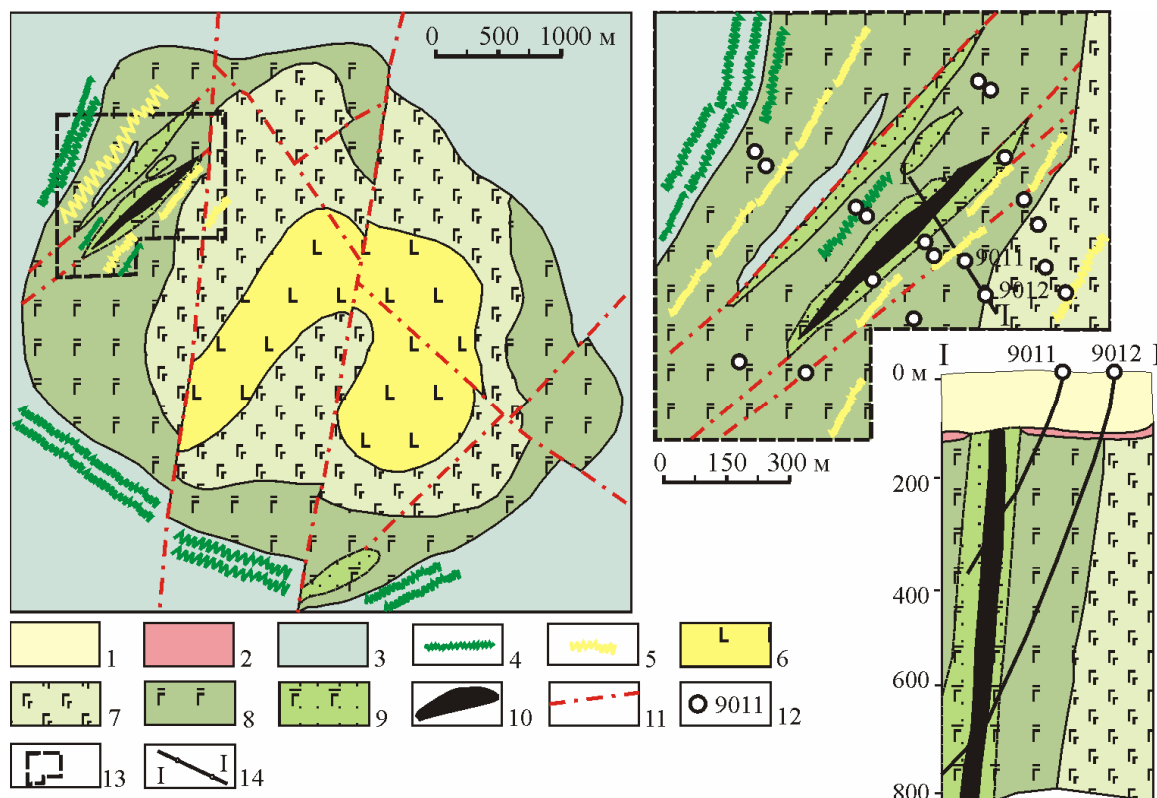


Рис. 2. Геологическая карта Елkinского месторождения: Условные обозначения: 1 – породы платформенного чехла (на разрезе); 2 – кора выветривания на кристаллическом фундаменте (на разрезе); 3 – песчаниково-сланцевые отложения воронцовской серии; 4 – дайки норитовых порфиров; 5 – дайки диоритов и диоритовых порфиров; 6 – диориты; 7 – нориты мелкозернистые мелано-мезократовые; 8 – нориты среднезернистые лейкокатовые и полевошпатизированные; 9 – нориты амфиболитизированные с сульфидной вкрапленностью; 10 – рудные тела; 11 – тектонические нарушения; сульфидная вкрапленность; 12 – скважины; 13 – контур врезки; 14 – линия геологического разреза

публикаций автора [3–6, 8]. При этом, основное внимание обращалось на их комагматичность норитовой породной группы.

По составу вкрапленников, среди норитовых порфиров резко преобладают плагиоклаз-ортопироксеновые разновидности, количественно-минеральный состав которых характеризуется следующими содержаниями (об. %): а) вкрапленники (35–60) – ортопироксенит-бронзит (Fs_{13-24}) – 5–45 (27,5), в разной мере замещенный тремолитом, актинолитом ($f = 17-22$ мол. %), биотитом – 0–30 (3,5); плагиоклаз-андезин-лабрадор (An_{32-63}) – 8–25 (16,3), сульфиды – 0,5–7, иногда до 10 (2,5) ± кварц, оливин; б) основная масса – 40–65 – плагиоклаз-альбит (An_{5-10}) – 15–30 (22,5), биотит ($a = 28-30$ мас. %) – 2–16 (8,5), иногда мусковит, кварц – 0–17 (6,2), сульфиды, рутил, магнетит – 2–20 (8,5), калиево-натриевые полевые шпаты – 0–10 (4,0), аксессуарные минералы (циркон, апатит) – 0,1–0,8 (0,5). В редких случаях отмечаются сравнительно крупные (до 3–8 мм) зерна кварца, которые обычно отличаются овальной извилистой конфигурацией, иногда резорбированы общей массой.

Особенностью жильных норитовых порфиров является постоянное наличие в их составе сульфидных (пирротин, пентландит ± халькопирит) капель, обычно с реакционной биотитовой оторочкой, а также сульфидно-силикатных и других морфологически весьма разнообразных и трудно диагностируемых включений, представленных вероятно слабо раскристаллизованным вулканическим стеклом или сложным сочетанием изотропного вещества с чешуйчатыми агрегатами вторичных и рудных минералов; иногда эти включения имеют характер миндалин (сферолитов).

Дайки норитовых порфиров отличаются высокой степенью кристалломорфологической неоднородности вкрапленников пироксена и, отчасти, плагиоклаза, наличием разнообразных ксеногенных включений и контрастным различием между размерами фенокристаллов ортопироксена (1–4 мм) и минералов основной массы (0,03–0,4 мм).

Наличие в норитовых порфиридах двух описанных в специальной работе [7, 4] разновозрастных минеральных ассоциаций вкрапленников: а) ранних, ксеногенных по отношению к норитовому расплаву и близких по составу к минералам интрузивной фации норитов (плагиоклаз, ортопироксен, ± оливин, кварц, хромшпинелиды, биотит с комплексом вторичных минералов) и б) поздних, сингенетических норитовым порфиридам (ортопироксен повышенной железистости, плагиоклаз с пониженным содержанием анортитового компонента, ± биотит, сульфиды, рутил и др.) свидетельствует об их генетической связи с интрузивными норитами и формирование их (даек) за счет автономного самостоятельного расплава.

При сравнении жильных пород с интрузивными норитовыми комплексами отчетливо прослеживается снижение роли Mg (от 13,20 до 8,9 мас. % в интрузивах, до 5,3–8,0 мас. % в дайковых телах) при одновременном повышении содержания SiO_2 (с 53,5–54,24

мас. % до 58,94 мас. %), роли CaO и Al_2O_3 , щелочей (до 4,9–5,15 мас. % ($Na_2O > K_2O$)), Ti, P, Rb, Ba, Zr, Ni, Co, Cu, Zn, Pb, Mo и др. [7, 3]. Было установлено [7], что количество SiO_2 и MgO, в дайках норитовых порфиров, зависит от их пространственно-временного сонахождения с определенными разновозрастными телами вмещающих норитов Элкинского месторождения. Эта зависимость существенно нарушается при сравнении количественного распределения элементов в кольцевых дайковых телах, располагающихся в породах воронцовской серии, что несомненно отражает особые условия их формирования, в соответствии с моделью, базирующейся на кумулюсной теории [3, 8, 9], дополненной последующими теоретическими [10, 13] и экспериментальными [5, 10–12] исследованиями по конвективным процессам. В частности, прекращение конвекции с падением температуры кристаллизующейся магмы сопровождается значительным (на 6–8 %) сокращением ее объема [9, 13] и приводит к обособлению в участках контракции ранее закристаллизовавшейся интрузивной матрицы остаточного интеркумулясного расплава, который неизбежно обогащался не только флюидами, но и SiO_2 , щелочами относительно MgO, Cr_2O_3 и других элементов. Снижение объема кристаллизующегося расплава и возникновение контракционных зон неизбежно сопровождалось резким перепадом давлений и интенсивным (иногда с проявлениями эксплозивных процессов и частичным переплавлением вмещающей интрузивной матрицы) заполнением контракционных трещин интеркумулясным расплавом и его обособленной автономной эволюцией с образованием дайковых тел и сложных по морфологии жил норитовых порфиров [13].

Предложенный механизм формирования [5, 9–13] наиболее полно отражает весь комплекс их специфических признаков: а) тесную пространственно-временную сопряженность жильных норитовых порфиров с интрузивной фацией норитов и неоднозначный характер их взаимоотношений с вмещающими породами; б) тонкокристаллический порфировый облик (с элементами трахитоидности и флюидалности) и наличие в структурно-неоднородной биотит-кварц-плагиоклаз-калишпатовой основной массе двух ранее описанных разновозрастных, кристалломорфологически резко отличных типов вкрапленников ортопироксена и плагиоклаза и разнообразных по составу ксеногенных микрообломков и включений [3, 5]; в) сравнительно отчетливо выраженную комплементарность парагенезисов порообразующих, рудных и аксессуарных минералов и распределение петрогенных компонентов (в том числе упоминавшийся ранее [3, 5] нелинейный характер распределения MgO и SiO_2) и элементов-примесей жильных норитовых порфиров и норитов интрузивной фации при отчетливо выраженной тенденции смещения составов норитовых порфиров и их порообразующих минералов в область повышенной кремнеземистости, щелочности, относительной железистости при одновременном снижении количественной роли MgO, Cr_2O_3 и

других элементов.

Такой подход достаточно полно отражает предложенную модель для случаев пространственно-временного совмещения даек и интрузивных коагматов. Что касается кольцевых даек Елkinsкого месторождения, располагающихся на значительном удалении от интрузивной колонны, механизм их образования не исключает субвулканическую природу, а само строение даек, несущих в своей сложной структуре отчетливые признаки вулканогенных пород (включая, в ряде их зон, наличие обломков вмещающих пород воронцовской серии, кварца, специфических крупных форм выделения ортопироксена), несущих отчетливые признаки нарушенной целостности (опацизация, мозаичное погасание), характерные для последующей стадии отделения рудонесущего интеркумулусного расплава.

Следует отметить, что роль кольцевых даек, сопровождающихся богатыми сульфидными медно-никелевыми рудами, широко известна в комплексе Садбери, в ряде месторождений Западной Австралии и др. [9, 15–0 и др.].

ЛИТЕРАТУРА

1. Чернышов Н. М. Промышленно-генетические типы сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений новой никеленозной провинции России и проблема их освоения / Н. М. Чернышов // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж, 1993. – Вып.1. – С.188–215.
2. Чернышов Н. М. Еланский тип сульфидных медно-никелевых месторождений и геолого-генетическая модель их формирования (Центральная Россия) / Н. М. Чернышов // Геология рудных месторождений. – 1995. – Т. 37. – № 3. – С.220–236.
3. Чернышова М. Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива / М. Н. Чернышова // Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 368 с.
4. Чернышова М. Н. Петролого-генетические типы дайковых пород раннепротерозойских никеленозных интрузий Воронежского кристаллического массива / М. Н. Чернышова // Магматизм и геодинамика. Материалы I Всерос. Петрограф. совещ. – Кн.4 : Петрология и рудообразование. – Уфа, 1995. – С.152–153.
5. Чернышова М. Н. Место и роль даек в общей модели формирования сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений еланского типа ВКМ (Центральная Россия) / М. Н. Чернышова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – Воронеж, 2005. – № 2. – С.77–95.
6. Peterson J. S. Solidification contraction: another approach to cumulus processes and the origin of igneous layering, in: *Origins of igneous layering*, by Reidel Publishing Company / J. S. Peterson. – 1987. – 505 p.
7. Чернышова М. Н. О генетической природе жильных норит-порфиритов еланского никеленозного комплекса ВКМ / М. Н. Чернышова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Геология. – 1997. – № 3. – С.65–75.
8. Чернышова М. Н. Модель транскоровой эволюции интрузивно-дайковой рудномагматической системы над локальными плюмами при формировании сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений ВКМ (Центральная Россия) / Чернышова М. Н. // Активные геологические и геофизические процессы в литосфере. Методы, средства и результаты изучения: международ. конф., Воронеж, сент. 2006. – Воронеж, 2006. – С. 241–244.
9. Уэйджер Л. Расслоенные изверженные породы / Л. Уэйджер, Г. Браун. – М.: Мир, 1970. – 552 с.
10. Modern methods of igneous petrology: understanding magmatic processes (ed. J. Nikkols, J. K. Russel) *Reviews in mineralogy*. – 1990. – V. 24. – 314 p.
11. Tait S. R. The role of compositional convection in the formation of adcumulus rocks, *Litos* / S. R. Tait, H. E. Huppert, R. S. Sparks. – 1984. – V. 17. – P. 136–146.
12. Leshner C. E. Cumulate maturation and melt migration in a temperature gradient / C. E. Leshner, D. Walker // *J. Geophys. Res.* – 1988. – Vol. 93. – № 89. – P.10295.
13. Chen C. F. Crystallization of double-diffusive system / C. F. Chen, J. S. Turner // *J. Geophys. Res.* – 1980. – Vol. 85. – P. 2573–2593.
14. Чернышов Н. М., Чернышова М. Н. Рудонесущая роль даек сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудонесущих систем / Н. М. Чернышов, М. Н. Чернышова // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Сер. Геология, 2008. – № 2. – С.109–132.
15. Лихачев А. П. Платино-медно-никелевые и платиновые месторождения / А. П. Лихачев. – М.: Эслан, 2006. – 496 с.
16. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд / А. Дж. Налдретт. – СПб.: СПбГУ, 2003. – 487 с.
17. Farrow C. E. G. Sudbury PGE Revisited: Toward and Integrated Model In *The Geology, Geochemistry, Mineralogy and Mineral Beneficiation of Platinum-Group Elements* (ed. L.J. Cabri) / Farrow C. E. G. and Lightfoot, P. S. . – Ottawa, Ontario, Canadian Institute of Mining and Metallurgy Special, 2002. – Vol. 54.– P.273–297.
18. Lightfoot P. C. Chemical Evolution and Origin of Nickel Sulfide Mineralization in the Sudbury Igneous Complex / P. C. Lightfoot, R. R. Keays and W. Doherty. – Ontario, Canada. *Economic Geology*, 2001. – Vol. 96. – P.1855–1875.
- Wilson A. H. Platinum-group element mineralization in the Great Dyke, Zimbabwe, and its relationship to magma evolution and magmachamber structure / A. H. Wilson and M. H. Prendergast // *South African Journal of Geology*, 2001. – Vol. 104. – P.319–342.

Воронежский государственный университет

Voronezh State University

Чернышова М. Н., доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры минералогии и петрологии

Chernyshova M. N., Doctor of the Mineralogical and Geological Sciences, Professor of the Mineralogy and Petrology Department

E-mail: petrology@list.ru
Тел.: 8(473)220-84-34

E-mail: petrology@list.ru
Tel.: 8(473)220-84-34