

*Работы выполнены при финансовой поддержке Гранта Президента РФ «Ведущие научные школы» (НШ-2211.2008.5) и РФФИ (грант № 08-05-00158а), а также ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы (госконтракт № 02.740.11.0021)*

*Литература*

1. *Голивкин Н.И.* Железные руды КМА. / Голивкин Н.И., Н.Д. Кононов, В.П. Орлов, под ред. В.П. Орлова. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. 616 с.
2. *Рундквист Д.В., Миц М.В., Чернышов Н.М. и др.* Металлогения рядов геодинамических обстановок раннего докембрия. М. Изд-во ВСЕГЕИ, 1999. 398 с.
3. *Петров С.В., Головина Т.А.* Ресурсный потенциал и проблема попутного извлечения благородных металлов Костомукшинского месторождения железистых кварцитов (Карелия) // Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вестник ВГУ, Сер.: Геология. 2007. № 2. С. 159-167.
4. *Тигунов Л.П., Быховский Л.З.* Проблемы и перспективы попутного получения благородных металлов из нетрадиционных источников минерального сырья // Геология, генезис и вопросы освоения комплексных месторождений благородных металлов. Матер. Всероссийского симпозиума. М.: 2002. С. 381–384.
5. *Чернышов Н.М., Изюитко В.М., Петров С.В., Молотков С.П.* Первые находки минеральных форм элементов платиновой группы в железистых кварцитах КМА (Центральная Россия) // Доклады РАН. 2003. Т. 391, № 1. С. 104–107.
6. *Чернышов Н.М.* Платиноносные формации Курско-Воронежского региона (Центральная Россия) // Воронеж. Изд-во Воронеж. гос. ун-та. 2004. 448 с.
7. *Чернышов Н.М., Петров С.В.* Новые минеральные формы платиноидов и золота в железистых кварцитах Лебединского месторождения КМА (Центральная Россия) // Доклады РАН, 2006. Т.408, № 4. С. 586-589.
8. *Чернышов Н.М.* Типы, закономерности размещения, состав золото-платинометалльного оруденения в месторождениях-гигантах КМА – новый источник стратегически важных металлов (Центральная Россия) // Месторождения природного и техногенного сырья. Материалы междунар. конф. Воронеж: Воронежпечать, 2008. С. 216-218.
9. *Шелехов А.Н.* Золото- и платиноносность железистых кварцитов Русской платформы и пути их практического использования в XXI веке // Руды и металлы. 1999. № 1. С. 123–125.
10. *Юшин А.А., Лебедь Н.И.* Платина Украины. История, состояние, перспективы. // Минералогический журнал. 1998. № 1. С. 130-138.
11. *Шер С.Д.* Металлогения золота / М.: Недра, 1972. 295 с.
12. *Olivo G.R., Gaunter M., Bardoux M.* // Miner. Mag. 1994. V.58. № 4. P. 579-587.

**Роль даек в формировании сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудообразующих систем**

**Чернышова М.Н.**

Воронежский госуниверситет, г. Воронеж, e-mail: petrology@list.ru

Дайковые образования представляют исключительный интерес в решении фундаментальных проблем геологии, геодинамики, петрологии и рудообразования. Особенно широко они представлены в магматическом рудогенезе. Пространственно и генетически связанные с различными по степени насыщенности дайковыми образованиями вулканические, вулкано-интрузивные и интрузивные ультрамафит-мафитовые и мафитовые комплексы в совокупности с месторождениями образуют специфические рудно-магматические системы (РМС). Последние рассматриваются как целостные природные сообщества магматических, метаморфических и рудных формаций, связанных общностью геодинамических и эндогенных режимов и являющихся производными единых, неоднократно повторяющихся в геологическом времени и пространстве петрорудогенетических процессов, включающих зарождение, перенос и мобилизацию рудного вещества. В подобных РМС дайковые образования являются не только важнейшим структурно-вещественным, но и рудонесущим компонентом [7]. Эта особенность наиболее отчетливо прослеживается в сульфидных платиноидно-медно-никелевых РМС (норильско-талнахский, дулутский, печенгский, еланский, садберийский, мамонский, мончегорский, бушвельдский, камбалдийский и др.)

Полигенность условий формирования и пространственно-генетическая связь сульфидного платиноидно-медно-никелевого оруденения с различными по составу и формационной принадлежности рудообразующими и рудоконтролирующими структурно-вещественными комплексами, сформировавшимися в геодинамических режимах наиболее интенсивной эндогенной активности и структурной дифференциации земной коры, обуславливают в совокупности многообразие формационно-генетических типов месторождений, поливариантный характер распределения количественных содержаний благородных (платиноиды) и цветных (Ni, Cu, Co) металлов и соотношений их ассоциаций с лито- и сидерофильными элементами [5]. Эти же факторы определяют минералого-геохимический облик, масштабы и степень продуктивности всей рудообразующей системы, включая дайковые образования [6].

В составе разнотипных никель-платиноносных РМС выделяется три группы даек, различных по структурно-петрологической принадлежности, возрасту и месту в общей длительной эволюции сульфидных платиноидно-медно-никелевого рудообразования [7].

Первая из них представлена сложными по морфологии и составу дайками - длительно функционирующими каналами с неоднократным поступлением новых порций сульфидизированных расплавов в конечную камеру, определяя тем самым состав и условия формирования интрузивно-дайковых комплексов и ассоциирующих с ними сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений. Нередко подобные питающие дайки являются определяющим рудонесущим и рудовмещающим компонентом сульфидных платиноидно-медно-никелевых РМС. Эта группа в разной мере проявлена, по существу, в большинстве выделенных типов РМС (месторождения Ланнон, Фишер, Джуан, Мак-Матон, Кеп, размещающиеся в архейском куполе Камбалда (Зап. Австралия)). Эруптивные центры, сопровождающиеся сульфидным оруденением, рассматриваются в качестве лавовых каналов в областях раннепротерозойского магматизма Канады (месторождение Дюмонт в Квебеке; ряд месторождений в никелевом поясе Томпсон [4]).

Одним из наиболее типичных примеров проявления питающих дайкообразных тел – магматических рудонесущих каналов является месторождение Войсис Бэй (Лабрадор, Канада). Месторождение связано с обнажённым, сложным по морфологии, нижнепротерозойским дайкообразным телом и включает пять зон (рудных тел), четыре из которых (Овоид, Миниовоид, Холм Открытия, Рид Брук) непосредственно приурочены к питающему магматическому проводнику (рис.1, А,Б). К этой же группе относится гигантская по степени продуктивности и масштабам (протяжённость 550 км при ширине от 4 до 14 км) Великая Дайка (Зимбабве).

Различные по составу, масштабам и степени проявления дайки второй группы являются важнейшим структурно-вещественным компонентом разнотипных сульфидных платиноидно-медно-никелевых РМС, связанных преимущественно со становлением интрузивных массивов в конечных камерах. Являясь их производными они представлены: а) дайками – апофизами интрузивных эквивалентов (разнообразными по составу дифференциатами) во вмещающих породах (перимагматические дайки; [2,7]); б) внутриинтрузивными жильными отщеплениями интеркумулусного расплава автономно кристаллизующихся петрорудосистем. Дайки – апофизы, в том числе рудоносные, характерны для большинства главных типов сульфидных платиносодержащих медно-никелевых РМС [1,3,4,7]. Среди уникальных по масштабам проявления и рудонесущей роли особое место занимают дайки – апофизы, получившие название офсетов Садбери (Канада, шт. Онтарио), импактного по своей природе и крупнейшего по запасам цветных и благородных металлов месторождения.

Рудонесущие офсеты представляют собой дайки и дайкоподобные тела, расположенные радиально, в некоторых случаях концентрически, по отношению к главному телу магматического комплекса Садбери (МКС; рис. 2А). Они удаляются на расстояние до 20 км от главного тела, обычно имея ширину (мощность) 70-100 м. Месторождения офсетов локализованы в образующих их дайках габбро-диоритов. Типичным является офсет Коппер Клифф, который удаляется, по крайней мере, на 10 км от главного тела МКС в виде относительно маломощной (50-150 м) дайки. Рудные зоны представляют собой круто падающие линзовидные тела массивных и интерстиционных руд, развитые в местах, где габбро-диориты содержат большое количество породных включений (габбро, метапироксениты и метаперидотиты, нориты и кварцевые диориты МКС). Предполагается, что сульфидсодержащий, обогащённый этими включениями был внедрён позднее, чем кварцевые диориты, составляющие основной объём офсета [4].

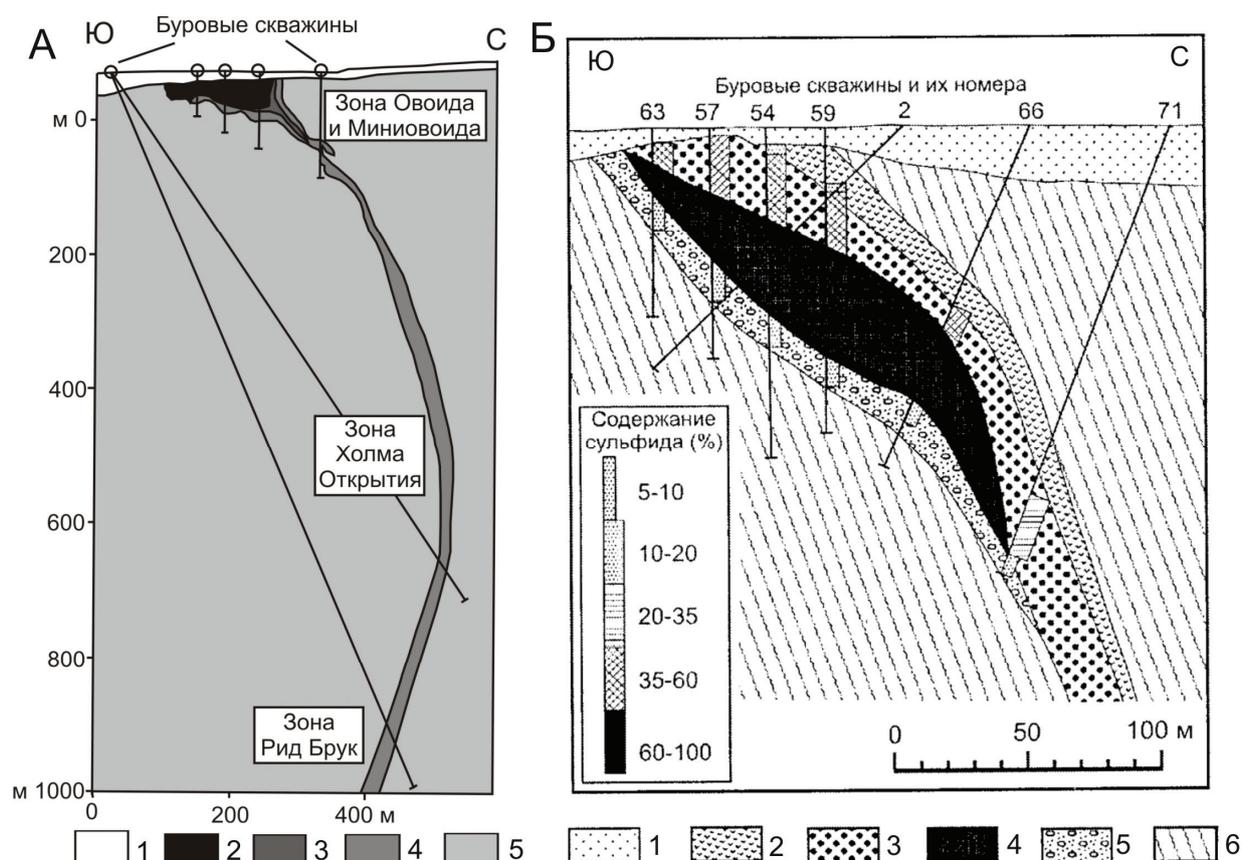


Рис.1. Обобщённый геологический разрез (по [4]), отображающий морфологию магматического проводника в зонах Овоида, Миновоида, Холма Открытия и Рид Брук (А):

1 – четвертичные отложения, 2 – массивные сульфиды, 3 – породы габбро-троктолитового состава, содержащие 10-25% мод. сульфидов, 4 – породы габбро-троктолитового состава, содержащие менее 10% мод. сульфидов, 5 – вмещающие гнейсы; и геологический разрез месторождения Миновоида (Б): 1 – четвертичные отложения, 2 – оливковые габбро проводника, 3 – леопардовые троктолиты, 4 – массивные сульфиды, 5 – магматические брекчии, 6 – эндрбитовые гнейсы.

Обобщённая модель развития рудонесущих офсетных даек Садбери приведена на рис. 2Б.

К этой группе относится ряд внутриинтрузивных (интрамагматических) даек Мончегорского плутона [3]. Помимо пегматоидных жильных образований с сульфидной медно-никелевой минерализацией, встречающихся по всему разрезу плутона, на месторождениях Сопчи и НКТ многие из богатых по содержанию Ni, Cu, Co и благородных металлов рудных жил переходят в диорит-пегматиты интеркумуляусной природы, при этом парагенезис рудообразующих минералов аналогичен минералам основных залежей сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений. В поле рудоносной интрузии Норильск I описана дайка мощностью 8-20 метров, состоящая из контактового габбро-долерита и такситового габбро-долерита с сульфидной медно-никелевой минерализацией. Здесь же присутствуют эруптивные дайки [1].

Комплекс Бушвельд (Южная Африка) – один из крупнейших в мире многофазный мафит-ультрамафитовый дифференцированный (ритмично-расслоенный) плутон с рядом автономных платиносодержащих петрорудосистем сопровождается многочисленными, разнообразными по составу рудонесущими силами, дайками, своеобразными вертикально залегающими пегматоидными трубками (дунитовые и гортонолитовые платиноносные трубки Онвервах, Мооихек, Дрископ, никеленосные сульфидосодержащие бронзититовые типа Твифонтейн и др.). В ультрамафит-мафитовом комплексе Лак дес Ил (Канада, шт. Онтарио) в платиноносном интрузивном субкомплексе широко развиты интрамагматические секущие тела такситовых габбро с рудоносной зоной Роби, переходящие в пегматоидные лейкогаббро, которые в свою очередь пересекаются жилами габбровых пегматитов и пегматитов.

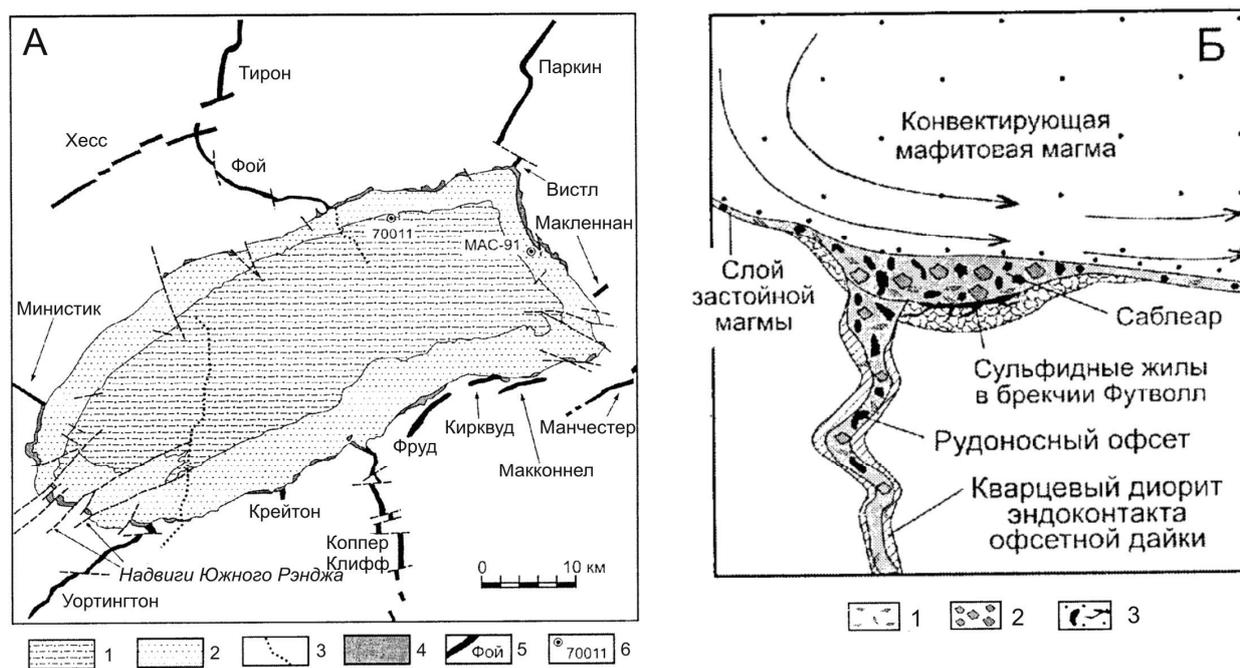


Рис. 2. Распространённость даек офсетов в магматическом комплексе Садбери (А):

1 – группа Уайтуотер, 2 – главное тело магматического комплекса Садбери, 3 – линии сейсмических профилей «Литопроба», 4 – саблеар (выходы на поверхность), 5 – офсеты, 6 – буровые скважины; и модель развития офсетной дайки (Б) при накоплении сульфидов (по [4,8]): 1 – обломки местных подстилающих пород, 2 – обломки мафит-ультрамафитовых пород, 3 – сульфиды.

Дайковые образования являются важнейшим структурно-вещественным и рудонесущим компонентом мамонского и еланского типов РМС (до 6-12 % объёма)[7]. На примере этих типов сульфидных платиноидно-медно-никелевых РМС приведена подробная характеристика рудонесущих даек первой, второй и третьей групп (дайки более поздних магматических комплексов и лампрофиров), пространственно-временных соотношений их с основными рудными залежами в интрузивных дифференциатах, которые подтверждают длительный многоэтапный характер становления РМС и существенный вклад даек (нередко сопровождающихся месторождениями) в общий металлогенический потенциал цветных и благородных металлов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-05-99003-р-офи) и гранта Президента РФ (НШ-2211.2008.05).

#### Литература

1. Додин Д.А. Металлогения Таймыро-Норильского региона. СПб.: Наука, 2002. 822 с.
2. Ефремова С.В. Дайки и эндогенное оруденение. М.: Недра, 1983. 224 с.
3. Козлов Е.К. Естественные ряды пород никеленосных интрузий и их металлогения Л.: Наука, 1973. 288 с.
4. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометаллических руд. СПб.: СПбГУ, 2003. 487 с.
5. Чернышов Н.М. Сульфидно-никелевые рудно-магматические системы (типизация и эволюция) // Изв. АН СССР. Сер.геол. 1990. № 11. С. 94-106.
6. Чернышова М.Н. Место и роль даек в общей модели формирования сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений еланского типа ВКМ (Центральная Россия) // Вестн. Воронеж. ун-та, Сер. Геол. 2005. № 2. С. 77-95.
7. Чернышова М.Н. Дайки сульфидных платиноидно-медно-никелевых месторождений Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. 368 с.
8. Lightfoot, P.C., Keays, R.R. and Doherty, W. Chemical Evolution and Origin of Nickel Sulfide Mineralization in the Sudbury Igneous Complex, Ontario, Canada. *Economic Geology*, 2001. Vol. 96. P. 1855-1875.