

**ФОРМИРОВАНИЕ СКЛАДЧАТЫХ ПОЯСОВ  
И ВОЗМОЖНОСТИ НАХОЖДЕНИЯ В НИХ  
ПЛАТИНО-МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Лихачев А.П.**

*Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных  
и благородных металлов (ЦНИГРИ) МПР РФ, Москва, Россия  
e-mail: alexanderlikhachev@rambler.ru*

**FORMATION OF FOLDED BELTS AND POSSIBILITY  
OF A PRESENCE IN THEM OF PGE-CU-NI DEPOSITS**

**Likhachev A.P.**

*Central Research Institute of Geological Exploration for Base and Precious  
Metals MNR RF, Moscow, Russia  
e-mail: alexanderlikhachev@rambler.ru*

Folded (mobile) belts are thought to be formed in relation with the penetration of surface water into the mantle and its effect on mantle material. Water induces hydration of mantle rocks and, hence, an increase in their volume and a decrease in density. This, in turn, results in the ascent of mantle material in the form of diapirs, uplifting, extension, breakup of crustal rock sequences, and the development of subparallel rift structures. The ascent of a diapir induces the decompressional melting of mantle and crustal material and magmatic activity of various types characteristic of mobile belts. If water stops coming into the mantle, the volume decreases, and the diapir descends, thus inducing orogenesis in rift structures. Areas of decompressional magmatism (within spreading zones of the seafloor and continental mobile belts) commonly do not include any significant accumulations of PGE-Cu-Ni ores. The reason for this is the relatively low temperatures of decompressional melts ( $\leq 1250^{\circ}\text{C}$ ), which cannot dispersion sulfide liquid and bring it to upper crustal levels. The possibility of finding important accumulations of PGE-Cu-Ni ores is believed to be related to the probability of the ascent of deep levels of a mantle diapir (a «settler» of segregated sulfides) to crustal levels.

Рассматриваемая тема обсуждается с позиции ранее сформулированных представлений об определяющей роли воды в формировании и эволюции Земли и ее коры [4-6, 8].

Формирование складчатых (подвижных) поясов связывается с проникновением поверхностной воды по вытянутым ослабленным зонам коры в мантию и с ее воздействием на мантийное вещество. Вода вызывает гидратацию вещества мантии, увеличение его объема и уменьшение плотности, что приводит к диапировому всплытию мантийных масс, обуславливающему подъем коровых толщ, их растяжение и разрыв с образованием субпараллельных рифтовых структур (рис. 1а,б). Подъем диапира вызывает разуплотнение нижележащего вещества мантии и его декомпрессионное плавление, обеспечивающее проявление свойственных подвижным поясам типов магматизма.

В центральной, наиболее поднятой, части диапира мантийное вещество в расплавленном и твердом состоянии достигает наиболее высоких уровней разреза земной коры и ее поверхности, тогда как в краевых частях в земную кору поступают в основном гибридные магматические продукты «островодужного» типа, возникающие в результате взаимодействия мантийных масс с веществом коры. Подъем диапира и проявление сопровождающих его процессов осуществляются с остановками и перерывами на протяжении длительного времени.

Рудообразование в подвижных поясах связано с внедрением и становлением мантийного материала ультрамафит-мафитового состава (Cr, Ni, ЭПГ и др.) и с экстракцией и концентрацией водными растворами рудных компонентов (Fe, Cu, Zn, Pb, Au, Ag, As, S и др.) вещества осадочно-вулканогенных толщ формирующихся депрессионных (рифтогенных) структур. Экстракция и концентрация рудных компонентов происходит вследствие термического воздействия на вмещающую среду внедряющихся магматических масс и тепловой энергии процессов гидрата-

ции ультрабазитов, подобных осуществляемым в поле Рейнбоу САХ, где вследствие гидратации ультраосновных тел проявляется активное действие рудообразующих черных курильщиков [1, 3].

С наступлением времени уменьшения, а затем и прекращения доступа воды в пределы негидратированной мантии (в связи с формированием мощной осадочно-вулканогенной толщи, затрудняющей проникновение воды), подъем диапира и проявление связанных с ним процессов сначала замедляются, а затем практически останавливаются. С этого времени начинается стадия уменьшения объема диапира, его частичной дегидратации, кристаллизации, уплотнения и погружения, чему способствуют также вытеснение из диапира в земную кору гидратированной и расплавленной составляющих, как и общее охлаждение материала мантии.

Увеличение плотности и уменьшение объема вещества мантийного диапира приводят к погружению (затягиванию в направлении к мантии) сформированных коровых масс, уменьшению их площади, к сжатию, складчатости и надвигам одних толщ на другие, т.е. к формированию орогенного пояса (рис. 1в). Этому способствует и боковое давление окружающих континентальных плит.

В этот же период происходит смещение вниз региональной изотермы 500°C (основной границы гидратации-дегидратации веществ), поднятой во время подъема диапира и соответствующей границе МОХО. Подобная депрессия, например, фиксируется в центральной части УСС, где изотерма 500°C и граница МОХО находятся на глубине 50 км и более [2, 7].

В случае крупного сравнительно изометричного («площадного») подъема мантийных масс в коре образуются многочисленные рифтовые зоны с проявлением свойственного им мафитового магматизма.

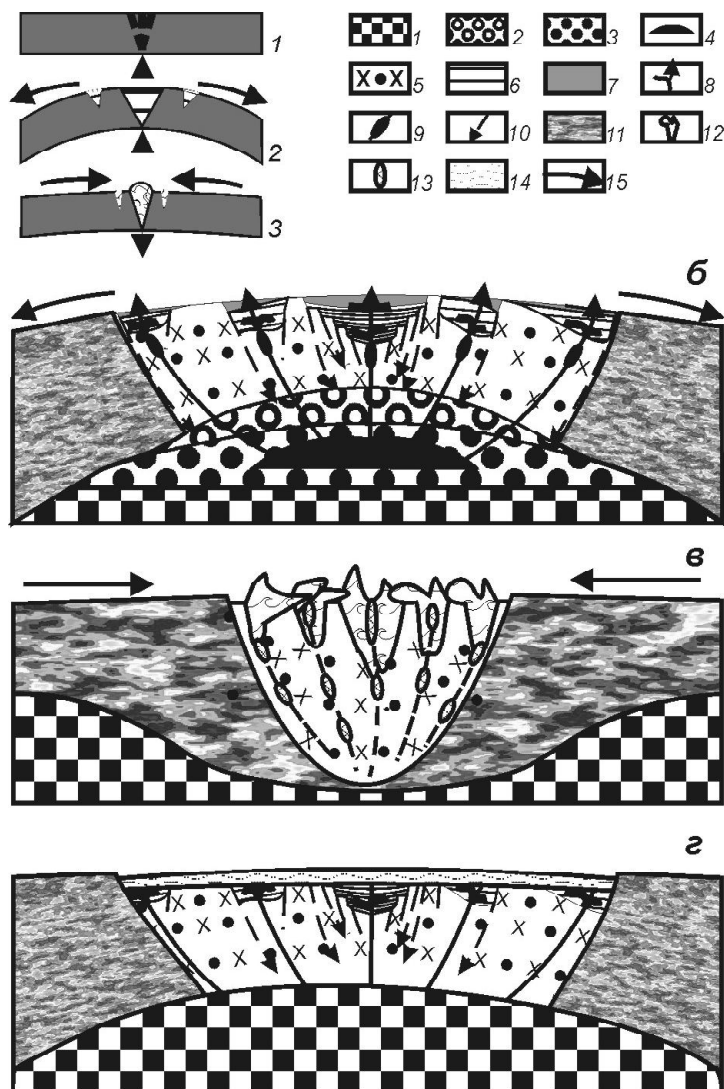


Рис. 1. Схемы формирования и эволюции подвижных поясов и депрессионных структур.

а – принципиальная схема преобразования плоского тела под действием подъемной (1,2) и опускающей силы (3); б-г – схемы образования подвижных поясов и депрессионных структур: б – стадия подъема мантийного диапира и образования рифтогенных структур в вытянутой зоне уральского типа, в – стадия опускания мантийного рестита и сжатия рифтовых структур; г – подъем крупного изометричного диапира мантии, образующего рифтогенные депрессии и, на стадии его охлаждения и опускания, структуру общего проседания (погружения) типа Западно-Сибирской плиты.

1-4 – вещество мантии: твердое (исходное) (1), гидратированное (2), частично расплавленное (3), расплавленное (4); 5 – вещество (фундамент) активизированной зоны земной коры; 6 – образования депрессионных (рифтогенных) структур; 7 – вода поверхностных бассейнов; 8 – вулканические постройки и магматические тела; 9 – промежуточные магматические очаги и каналы движения магм; 10 – тектонические нарушения и места проникновения воды в мантию; 11 – континентальная кора; 12 – образования депрессионных структур, подвергшиеся дислокации (сжатию); 13 – гидратированные блоки вещества мантии (серпентиниты); 14 – осадочный покров (чехол) депрессионных структур; 15 – направление усилий и движений земной коры.

Преращение поступления воды в мантию и опускание диапира приводят к формированию обширной депрессионной структуры западно-сибирского типа (рис. 1з).

В подвижных поясах не обнаруживаются существенные скопления и крупные месторождения сульфидных платино-медно-никелевых руд. Причина тому, вероятно, состоит в особенностях зарождения здесь мантийных магм и проявления магматизма.

Промышленные концентрации платино-медно-никелевых руд обычно образуются за счет той части сульфидной фракции первичного (недеплетированного) вещества мантии, которая не растворяется в окисно-силикатном расплаве при зарождении магм, а остается в нем в виде мелких обособлений самостоятельной сульфидной жидкости, называемой сегрегационными сульфидами. Растворяющаяся же в окисно-силикатном расплаве сульфидная часть составляет незначительную величину ( $\leq 0,2\%$ ) и формирует при кристаллизации магм в основном рассеянную минерализацию так называемых ликвационных сульфидов.

Для подъема из мантии в земную кору сегрегационных сульфидов требуется высокая температура окисно-силикатного расплава ( $>1250^\circ\text{C}$ ), которая приводит к диспергированию (рассеиванию) в нем сульфидной жидкости в виде тонких выделений (способствующему удерживанию сульфидов во взвешенном состоянии) и обеспечивает тем самым транспорт тяжелого сульфидного вещества в пределы земной коры.

При диапировом магматизме, свойственном подвижным поясам, декомпрессионное плавление мантийного вещества приводит к зарождению в основном сравнительно низкотемпературных мафических магм ( $\leq 1250^\circ\text{C}$ ), неспособных диспергировать сульфидную жидкость и поднимать ее в пределы земной коры. Находящиеся в исходном веществе мантии сегрегационные сульфиды, расплавляясь, скапливаются в укрупненные обособления и опускаются под силой гравитации в нижние части диапира и подстилающую его мантию. Поэтому в районах проявления декомпрессионного магматизма (в зонах спрединга океанического дна и в континентальных подвижных поясах) обычно не обнаруживаются крупные скопления сульфидных платино-медно-никелевых руд. Встречаемая в них магматическая сульфидная минерализация (например, волковского типа на Урале) представляет собой проявления в основном ликвационных сульфидов.

Возможность обнаружения в подвижных поясах существенных скоплений сульфидных платино-медно-никелевых руд связывается с вероятностью подъема в пределы земной коры глубоких уровней мантийного диапира – «отстойников» сегрегационных сульфидов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богданов Ю.А., Бортников Н.С., Викентьев И.В. и др. Новый тип современной минералообразующей системы: «черные курильщики» гидротермального поля  $14^\circ 45'$  с.ш., Срединно-Атлантический хребет // Геол. рудн. месторожд. 1997. Т. 39. № 1. С. 68-90.
2. Каиубин Н.С., Дружинин В.С., Рыбалка А.В. Глубинные сейсмические исследования Уральского складчатого пояса // Модели земной коры и верхней мантии. С-П.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 68-72.
3. Леин А.Ю., Сагалевиц А.М. Курильщики поля Рейнбоу – район масштабного абиогенного синтеза метана // Природа. 2000. № 8. С. 44-53.
4. Лихачев А.П. Определяющая роль воды в формировании и эволюции Земли // Отечественная геология. 2006. № 1. С. 53-63.
5. Лихачев А.П. Платино-медно-никелевые и платиновые месторождения. М.: Эслан, 2006. 496 с.
6. Лихачев А.П., Ручкин Г.В. Проявление рудообразующих процессов в ходе формирования и эволюции земной коры // Проблемы геологии рудных месторождений, минералогии, петрологии и геохимии. М.: ИГЕМ, 2008. С. 127-131.
7. Рыбалка А.В., Каиубина Т.В., Петров Г.А., Каиубин Н.С. Среднеуральский трансект: новые данные по глубинному строению Урала // Модели земной коры и верхней мантии. С-П.: ВСЕГЕИ, 2007. С. 186-191.
8. Likhachev A.P. The crucial role of water in the formation and evolution of the Earth // Abstract. 32nd IGC. Italy. 2004. Part 2. P. 1087.