

УДК (523:551.4):551.71:549.211:552.323.6

О ВОЗМОЖНОСТИ ИМПАКТНОГО СОПРОИСХОЖДЕНИЯ АЛМАЗОНОСНЫХ ЭКЛОГИТОВ, СЕРО-ГНЕЙСОВЫХ И БАЗАЛЬТ-КОМАТИТОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

© 2002 г. Б. А. Блюман

Представлено академиком Д.В. Рундквистом 14.11.2001 г.

Поступило 21.12.2001 г.

Общими для алмазоносных эклогитов, серо-гнейсовых–тоналит-трондьемит-гранитоидных (ТТГ) и базальт-коматиитовых комплексов гранитоидно-зеленокаменных областей (ГЗО) являются их пространственная совмещенность и близкоодновременное становление в интервале 3.5–2.5 млрд. лет, что позволяет предполагать и их петрогенетическую общность. Ключом к пониманию их генетических взаимоотношений являются сингенетические включения в алмазах разновозрастных кимберлитов – недавно обнаруженные в алмазах совместно с эклогитовыми гипербарические включения. Характеристике внутреннего строения алмазов и сингенетических включений в них посвящены публикации В.С., Н.В. и В.Н. Соболевых, Г.П. Булановой, В.К. Гаранина, А.С. Марфунина, З. Специуса и многих других отечественных исследователей, а также Р.Мура, Дж. Гарни, Л. Тейлора, Г. Снайдерса, С. Хаггерти, Т. Гаспарика, Т. Стачела, У. Гриффина и других зарубежных исследователей. Наряду с детальной характеристикой минералов-включений эклогитового парагенеза в алмазах особо следует отметить сведения о наличии во включениях в алмазах гипербарических минеральных ассоциаций: стишовита, вюститита, ферропериклаза, натриевого и калиевого голландита [1]; ферропериклаза, перовскита, голландита [2]; титанита, ларнита, вальстромита [3]. Одновременно с присутствием в центральных частях зерен алмаза протогенетических гипербарических минералов-включений отмечается: а) неоднородность состава и структуры включений в одном зерне алмаза, б) присутствие во включениях минералов фаз распада твердого раствора (гранат в клинопироксене и др.) – свидетельства резкой декомпрессии при образовании алмазов и содержащихся в них гипербарических включений, становление которых проис-

ходило в условиях давлений 20–50 ГПа и температур до 2000°C [1–3].

Практически одновременно с появлением работ (1999–2000 гг.) о присутствии гипербарических минералов-включений в алмазах появились работы о наличии таких же гипербарических минеральных ассоциаций в метеоритах, и в частности в шерготтитах, подвергшихся импактному воздействию – шоковому метаморфизму [4, 5]. В расплавных стеклах импактного происхождения в метеорите-шерготтите Загами обнаружены минералы эклогитового парагенезиса наряду со стишовитом, голландитом, перовскитом, вюститом, акимотоитом (высокобарическим энстатитом), армалколитом и кальциево-силикатным титанитом – минеральными ассоциациями, обнаруженными также во включениях в алмазах. Одновременно отмечено [5], что кристаллизация импактных стекол происходит последовательно от центра жилки импактного расплава, где образуются наиболее высокобарические (более 23 ГПа) “полевошпатовые” голландитовые фазы, к их периферии, где кристаллизуется относительно менее высокобарический (около 10 ГПа) пироксен. Так же, как и во включениях в алмазе, в минералах импактных стекол отмечается появление фаз распада твердого раствора (ламелли граната в клинопироксене), свидетельствующих о резкой декомпрессии после образования гипербарических минеральных фаз. Эта же особенность – появление минеральных фаз распада твердых растворов – характерна как для эклогитовых минеральных включений в алмазе эклогитов, так и для самих алмазоносных эклогитов (гранат в клинопироксене, клинопироксен с “губчатой” структурой – диопсид + плагиоклаз), а в ряде случаев и для двупироксеновых гранулитов. Наряду с повышенными содержаниями натрия в клинопироксене и гранате алмазоносных эклогитов отмечают их обогащенность радиогенным стронцием (ϵ_{Sr} до +200–300) и аномальная неодимовая деплетированность (ϵ_{Nd} до +200 и более) и в целом повышенное отношение Sr/Nd [6]. Повышенные величины ϵ_{Sr} отмечаются [7] и для импактных стекол –

“корок” гнейсовых бомб Попигаевского импактного кратера.

Согласно данным [6, 8], эклогиты комплементарны по составу, петро- и геохимическим особенностям архейским ТТГ и совместно формировались в результате плавления исходного базальтового протолита, состав которого сходен с составом архейских базальтов. По данным экспериментальной работы Р. Раппа и Е. Ватсона [9], плавление базальтового протолита в высокобарических условиях (до 22 ГПа) производит расплав состава ТТГ, равновесный с эклогитовым реститом, имеющим состав, близкий многим, в том числе и алмазоносным, биминеральным эклогитам (30–38 мол. % жадеита в клинопироксене, гранат, обогащенный хромом). При этом экспериментально установлено, что повышение давления способствует формированию все большего количества ТТГ-расплава, а экстракция значительных объемов ТТГ облегчается высокой степенью частичного плавления и суспензионной природой эклогитового рестита. При давлении около 22 ГПа сегрегации, аккумуляции и подъему ТТГ-магм могут способствовать деформационные “триггеры”. В условиях различных давлений и единого базальтового протолита, по экспериментальным данным [9], формируются реститы различного состава – от гранатовых амфиболитов и двупироксеновых гранулитов до эклогитов. В связи с этим необходимо отметить естественную ассоциированность этих пород в раннедокембрийских комплексах и их “родственные” взаимоотношения в серии пород – гранатовый гранулит–гранатовый “пироксенит”–эклогит. Характерной особенностью этой родственной ассоциации, включая ТТГ, свидетельствующей в пользу их происхождения и комплементарности, является отчетливо выраженная деплетированность ТТГ тяжелыми редкоземельными элементами (ТРЗЭ), обусловленная обогащенностью гранатом эклогитового рестита.

С серо-гнейсовыми (ТТГ) комплексами, включающими перечисленные выше родственные ассоциации, пространственно совмещены и относительно сближены во времени базальт-коматиитовые–зеленокаменные области (ГЗО). А. Смит и Дж. Ладден [10] установили корреляцию между изотопными характеристиками коматиитов и существованием двух их разновидностей: алюминиево-деплетированных (АДК) и алюминиево-недеплетированных (АНК). АДК преобладают в раннеархейских ГЗО и характеризуются низкими Al/Ti - и высокими Ca/Al -отношениями и значимо деплетированы ТРЗЭ. Позднеархейские АНК имеют близкие к хондриту Ca/Al - и Al/Ti -отношения и “плоский” спектр РЗЭ. По мнению Е. Отани [11], различия между АДК и АНК могут связываться только с гранатом – главной минеральной фазой эклогитов, способной фракционировать

ТРЗЭ и менять величины Ca/Al . Некоторые исследователи подчеркивают обогащение раннеархейских АДК никелем и хромом.

Все отмеченное выше, включая: а) присутствие гипербарических минеральных фаз в эклогитовом парагенезе сингенетических включений в алмазе, б) свидетельствования высокобарического становления самих алмазоносных эклогитов, в) сходство гипербарических включений в алмазоносных эклогитах и расплавных стеклах импактно преобразованных метеоритов, позволяет предполагать импактную природу происхождения как эклогитов, так и содержащихся в них алмазов, датированных, как и вмещающие их эклогиты, ранним докембрием (до 3.3–3.6 млрд. лет). Эклогиты пространственно и во времени ассоциированы с раннедокембрийскими ТТГ и ГЗО, а петрохимические, радиогеохронологические и изотопно-геохимические особенности ТТГ и коматиитов ГЗО свидетельствуют об участии эклогитового рестита в их становлении, возможном парагенетическом становлении алмазоносных эклогитов, ТТГ и базальт-коматиитовых комплексов в процессе кристаллизации расплавов, формирование которых предположительно может быть связано с древнейшими импактными событиями. Возможность формирования значительных объемов импактных расплавов доказывается их появлением в импактных структурах, подобных Садбери [12] с поперечником около 250 км и в одной из крупнейших структур неогей – Чиксулуб – диаметром около 300 км, где “пластина” импактных расплавов имеет мощность 3.5 км и диаметр около 70 км [13]. Скорее всего, не случайным является и совпадение временных интервалов формирования древнейших ТТГ и ГЗО (3.6–3.2 и 2.7–2.4 млрд. лет) и обнаружение в синхронных отложениях Австралии и Южной Африки слоев сферул, рассматриваемых Б. Симонсеном и др. [14, 15] как дистальные импактные выбросы, что подтверждается, кроме присутствия расплавных сферул в этих слоях, и повышенными содержаниями в них иридия, никеля, кобальта и хрома, коррелирующих с повышенными содержаниями никеля и хрома в раннеархейских вулканитах.

Все приведенное выше позволяет предполагать импактное и парагенетически ассоциированное происхождение раннедокембрийских алмазоносных эклогитов, ТТГ и ГЗО и считать, что значение и роль палеоимпактных событий в ранней истории Земли недооценены. Специфика палеоимпактных событий раннего докембрия – проблема, требующая дополнительного тщательного анализа, но предварительно можно отметить, что своеобразие этих событий в ранней истории Земли обусловлено во многом значительными размерами палеоимпакторов и сравнительным однообразием мишени – базальтовой

протоколы – реликта базальтового магматического океана.

Автор считает приятным долгом выразить благодарность В.Л. Масайтису, доброжелательные консультации которого во многом способствовали подготовке работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Gasparik T.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 2000. V. 183. № 1/2. P. 1–5.
2. *Stachel G., Brey G.P., Harris J.W.* // Contribs Mineral. and Petrol. 2000. V. 140. № 1. P. 1–15.
3. *Joswig W., Stachel T., Harris J.W., Baur W.H., Brey G.P.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 1999. V. 173. P. 1–6.
4. *Langenhorst F., Poirier J.-P.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 2000. V. 176. № 3/4. P. 259–265.
5. *Langenhorst F., Poirier J.-P.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 2000. V. 184. № 1. P. 37–55.
6. *Ireland T.R., Rudnick R.L.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 1994. V. 128. № 3/4. P. 199–213.
7. *Масайтис В.Л.* Алмазоносные импактиты Попи-гайской астроблемы. СПб., 1998. 179 с.
8. *Rollinson H.* // Nature. 1997. V. 389. № 11. P. 173–176.
9. *Rapp R.B., Watson E.B., Miller C.F.* // Precamb. Res. 1991. V. 51. P. 1–25.
10. *Smith A., Ludden J.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 1989. V. 93. № 1. P. 14–22.
11. *Ohtani E.* // Precamb. Res. 1990. V. 48. № 3. P. 195–203.
12. *Масайтис В.Л.* // Зап. ВМО. 1993. Ч. 122. № 4. С. 1–18.
13. *Morgan J., Warner M., Collins G., Melosh H., Christensen G.* // Earth and Planet. Sci. Lett. 2000. V. 183. № 3/4. P. 347–355.
14. *Simonsen B., Harnik P.* // Geology. 2000. V. 28. № 11. P. 975–978.
15. *Simonsen B., Coeberle G., McDonald J., Reimond W.* // Geology. 2000. V. 28. № 12. P. 1103–1106.