

## ВОДА И АЛМАЗОНОСНОСТЬ ПОПИГАЙСКИХ ИМПАКТИТОВ-ТАГАМИТОВ

Вишневский С.А.

*Институт геологии и минералогии СО РАН, Новосибирск, svish@uiggm.nsc.ru*

Попигайская астроблема представляет уникальный по величине (диаметр 100 км), молодому возрасту (~35.7 млн лет), степени сохранности и обнажённости импактный кратер. Он является модельным объектом для различных исследований по вопросам импакто- и минералогенеза. Астроблема детально описана в ряде работ [2, 5 и ссылки здесь], а в её пределах широко распространены импактиты-тагамиты – базальтоподобные породы, возникшие при ударном плавлении (давления >50-60 ГПа) архейских кристаллических пород Анабарского щита. После того, как в тагамитах и других породах астроблемы были найдены апографитовые импактные алмазы, алмазность этих пород стала предметом детального изучения со стороны ряда организаций, в том числе и с участием автора этого сообщения. Некоторые результаты таких работ были позже опубликованы [3, 6 и др.]. Среди тагамитов выявлены две серии пород, разные по своей алмазности, но единого мнения об их петрологической интерпретации пока нет. По [5, 6] указанные серии отвечают высоко- и низко-температурным тагамитам. По [7, 8] специфика этих серий, определившая их разную пост-импактную эволюцию, обязана разному исходному водосодержанию соответствующих расплавов, и среди которых выделены «сухие» ( $0.74 \pm 0.18$  мас.%  $H_2O$ ) и «влажные» ( $2.23 \pm 0.48$  мас.%  $H_2O$ ) разности. Как бы то ни было, но эти серии заметно контролируют алмазность тагамитов, и некоторые заключения на этот счёт излагаются ниже. Ещё первые данные по алмазности тагамитов в 1971-72 гг. показали, что одна их серия (тип I) – представляет относительно богатые («перспективные») разности, в то время как другая серия (тип II) – представляет относительно бедные разности. Характерная макроскопия тех и других тагамитов позволила проводить их целенаправленное полевое опробование, результаты которого (см. рис. 1) покрыли западную, центральную и южную части астроблемы. Для обеих серий тагамитов выявлено бимодальное распределение содержаний алмазов, согласно которому одни разности этих пород обладают низкой до нуля (тип I – 47,5 %, тип II ~ 80 % всех анализов), а другие – повышенной алмазностью (тип I – 42,5 %, тип II – 15,5 % всех анализов). В целом, тагамиты I типа оказались на 30-40 % богаче алмазами, чем тагамиты II типа; аналогичные результаты получены и авторами [6].

Тагамиты обеих серий петрохимически чрезвычайно близки к друг другу, что можно видеть из сравнения содержаний их главных компонентов (средние и ст. отклонения, в мас.%, тип I, 44 анализа / тип II, 33 анализа):  $SiO_2$   $62.97 \pm 1.14$  /  $62.86 \pm 1.18$ ;  $TiO_2$   $0.74 \pm 0.04$  /  $0.74 \pm 0.04$ ;  $Al_2O_3$   $14.8 \pm 0.63$  /  $14.63 \pm 0.67$ ;  $FeO$   $6.54 \pm 1.85$  /  $6.72 \pm 1.66$ ;  $Fe_2O_3$   $1.02 \pm 0.82$  /  $0.78 \pm 0.55$ ;  $MgO$   $3.27 \pm 0.47$  /  $3.27 \pm 0.58$ ;  $MnO$   $0.08 \pm 0.01$  /  $0.08 \pm 0.01$ ;  $CaO$   $3.32 \pm 0.4$  /  $3.35 \pm 0.38$ ;  $Na_2O$   $2.1 \pm 0.19$  /  $2.08 \pm 0.2$ ;  $K_2O$   $2.55 \pm 0.4$  /  $2.5 \pm 0.18$ ;  $P_2O_5$   $0.1 \pm 0.03$  /  $0.09 \pm 0.03$ ;  $H_2O$   $0.41 \pm 0.24$  /  $0.54 \pm 0.34$ ; ППП  $1.72 \pm 0.58$  /  $2.23 \pm 0.83$ ; суммы анализов  $99.75 \pm 0.37$  /  $99.83 \pm 0.32$ . Эти составы, а также содержания редких и редкоземельных элементов указывают на апогнейсовый источник обеих серий, преимущественно из пород хапчанской серии архейского кристаллического фундамента. При этом «сухие» тагамиты I типа возникли по исходным гнейсам, а «влажные» тагамиты II типа – по апогнейсовым диафторитам.

Образование апографитовых алмазов в астроблема контролировалось только ударными давлениями >35-50 ГПа. Они равномерно затухали во всех направлениях от центра взрыва, и поэтому пространственные вариации содержания алмазов в тагамитах исходно отражали только неравномерное распределение графита в породах мишени. Далее, в зависимости от термической эволюции расплавов (закалка или длительное охлаждение в составе мощных погребённых масс) их начальная алмазность могла снижаться под действием процессов растворения, на что указывают следы коррозии, широко распространённые в алмазах из тагамитов. По [1, 4], главным фактором растворения алмазов является высокотемпературное воздействие K и Na в присутствии воды, которая является активным агентом такого процесса. Особенно интенсивно растворение алмазов протекало в крупных, долго остывавших массах расплава с температурой >1000°C. При закалке расплавов роль такого растворения снижалась. Однако, в целом, при всех прочих равных условиях, сохранность алмазов в «сухих» расплавах была всегда выше, чем и



Рис. 1. Содержания алмазов в тагамитах Попигайской астроблемы.

объясняется повышенная алмазность тагамитов I типа. Кроме участия в коррозии алмазов, вода как мощный агент кристаллизации влияла на постимпактную эволюцию расплавов. Их «сухие» вязкие разности были закалены в гологиалиновые продукты (бомбы тагамитов в зювитах) или образовали крипто- и тонкозернистые агрегаты (медленное остывание в составе крупных тел). «Влажные» расплавы, напротив, были частично (закалка в зювитах) или хорошо (медленное остывание в составе крупных тел) раскристаллизованы, с широким развитием остаточных стёкол, явлений растворения и импактного анатексиса реститных обломков гнейсов, ликвационных и коронарных структур. Таким образом, вода в расплавах определяла не только их итоговую алмазность, но и кристаллизационную эволюцию, что стало петрологической причиной образования тагамитов I и II типа. По [5, 6] петрологическая специфика тагамитов I и II типа, а также их итоговая алмазность была связана исключительно с постударной температурой апогнейсовых расплавов и процессами их охлаждения. Однако, при всей логичности эта гипотеза встречает ряд вопросов: 1) сомнителен механизм смешения, создавший объёмную насыщенность огромных масс тагамитов обоими типами обломками гнейсов: это не захваченные извне примеси, а реститы расплавленного гнейса; 2) сомнительна всецело высокая температура тагамитовых расплавов II типа: их гнейсовые реститы импактированы в различной степени, от шлиров лешательерита до обломков диаплектического кварца и полевых шпатов, указывая на исходно сложную тепловую микро-структуру этих расплавов, с чередованием «горячих» и «холодных» точек; 3) чередование тагамитов I и II типа в составе мощных длительно остывавших толщ не увязывается с представлением о температурной причине такого «пирога»: термодиффузия привела бы его в однородное тепловое состояние, с последующей общей кристаллизационной эволюцией. Изложенные материалы показывают важную роль воды в эволюции и итоговой алмазности тагамитов Попигайской астроблемы. Исследования по этой проблеме продолжаются, и мы надеемся, что они представят определённый научный и практический интерес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вальтер А.А. и др. Ударно-метаморфогенные минералы углерода. Киев: Наукова Думка, 1992. 172 с.
2. Вишневский С.А. Астроблемы. Новосибирск: ООО Нонпарель, 2007. 288 с.
3. Вишневский С.А. и др. Импактные алмазы: их особенности, происхождение и значение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 110 с.
4. Карклина М.И., Маслаковец Ю.П. К вопросу о травлении алмаза // ДАН СССР. 1968. Т. 183. № 6. С. 1311-1312.
5. Масайтис В.Л. и др. Геология астроблем. Л.: Недра, 1980. 231 с.
6. Масайтис В.Л. и др. Алмазные импактиты Попигайской астроблемы. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. 179 с.
7. Vishnevsky S.A. Two groups of Popigai impact glasses: a result of initial water content in target rocks // Chemie der Erde. 1996. V. 56. P. 493-497.
8. Vishnevsky S.A., Montanari A. The Popigai impact structure (Arctic Siberia, Russia): geology, petrology, geochemistry and geochronology of glass-bearing impactites // Geological Society of America Special Paper. 1999. 339. P. 19-59.