

СОСТАВ И СТРУКТУРА ИМПАКТНЫХ СТЕКОЛ.

Лебедева С. М. (Имин УрО РАН), Вишневский С. А. (ОИГТМ СО РАН),

Быков В. Н. (Имин УрО РАН)

lebedeva@ilmeny.ac.ru; факс: (35135) 7-02-86; тел.: (35135) 7-04-08

Ключевые слова: астроблема, спектроскопия, ионы железа, импактные стекла

Импактные стекла появились в результате кратковременного воздействия сверхвысоких температур и давлений при ударе метеорита. Экстремальные условия образования стекол обуславливают необычность их химического состава, аномальность структурного состояния основных и примесных элементов, наличие редких минеральных фаз. Для изучения природы и свойств данных стекол нами проведены комплексные исследования, включающие в себя методы рентгеновской дифракции, рентгеновский микрозондовый анализ, газовую хроматографию, массбауэровскую и инфракрасную спектроскопию. Объектом изучения служили импактные стекла из кратера Жаманшин и Попигайской астроблемы, а также вьетнамские тектиты Муонг-Нонг.

Исследованные стёкла Попигайской астроблемы сложены тонким чередованием двух разновидностей. Стёкла I типа в шлифах чистые прозрачные бледно-зеленовато-жёлтые, с показателем преломления как немного большим, так и меньшим, чем у канадского бальзама (1.537). Стёкла II типа буро-коричневые, раскристаллизованные в полупросвечивающие агрегаты, которые представляют тесное переплетение игольчатых и табличчатых микролитов толщиной в 1–2 мкм и длиной до 20–30 мкм.

Стекла кратера Жаманшин представляют закалённые порции импактного расплава, сложенные чередованием нескольких разновидностей. Среди этих разновидностей в шлифах выделяются следующие типы стёкол: тип I – чистое прозрачное бледно-жёлтое стекло; тип II – чистое прозрачное стекло с микропятнистой светло-коричневой окраской; тип III – полупросвечивающее стекло, которое имеет коричневый цвет в проходящем свете и голубой – в отражённом; тип IV – чистое прозрачное стекло с микропятнистой тёмно-коричневой окраской; тип V – чистое прозрачное стекло с однородной светло-коричневой окраской. Распределение описываемых стёкол в объёме образцов очень неоднородно.

Тектиты Вьетнама представляют закалённое стекло. В шлифах образцов КТ-1 и КТ-2 оно гомогенное, бледно-жёлтое и содержит единичные сферические пузырьки. В шлифах образцов МНТ-3 и МНТ-4 стекло имеет выраженное тонко-полосчатое сложение и состоит из чередования светлых и тёмных полос.

Химические составы стекол Попигайской астроблемы, сложенных чередованием светлых и тёмных полос, весьма близки между собой. Химические составы исследованных образцов кратера Жаманшин отмечают следующие особенности: для 5 образцов полосчатая текстура образована чередованием химически близких разновидностей I и II; в остальных образцах полосчатая текстура обусловлена чередованием разных по составу стекол петрографических типов III, IV и V. Вьетнамские тектиты также как и Попигайские слагаются двумя типами стекол и практически аналогичны по составу.

Дифрактометрическое исследование образцов показало, что все образцы имеют неупорядоченную рентгеноаморфную структуру. В двух образцах кратера Жаманшин ничего не обнаружено; во всех остальных образцах отмечены следы кварца. Кроме того, иногда присутствуют следы полевого шпата, кристобалита и рутила. Все исследованные стекла Попигайской астроблемы наряду с аморфной фазой содержат линии кварца и полевого шпата. Один образец содержит кристобалит и следы магнетита, которые можно считать продуктами раскристаллизации стекла. Все тектиты Вьетнама исключительно свежие и совершенно рентгеноаморфны.

Содержания воды в стёклах были определены газовым хроматографическим анализом. В стёклах Попигайской астроблемы обнаружены значительные количества воды; при этом нераскристаллизованные стёкла I существенно беднее водой, чем раскристаллизованные стёкла II. В последних содержание воды достигает 2.25 вес. %. Этот результат находится в хорошем соответствии с ранее полученными данными для других расплавных импактных пород Попигай-

ской астроблемы [1; 2], а именно, что по содержанию воды все эти породы подразделяются на «водосодержащие» и «сухие» разности и то, что в «водосодержащих» импактитах (среднее содержание H_2O в этих породах составило 2.23 вес. %, а максимальные содержания – до 3.2 вес. %) эта вода имела важное значение в процессах раскristализации стекла. В стёклах кратера Жаманшин содержание воды очень низкое (0.001–0.059 вес. %) и характеризуется очень неоднородным распределением, однако при этом не обнаруживает связи с петрографическими типами стёкол. Таким образом, роль воды в образовании полосчатой текстуры исследованных образцов исключается. Содержание воды в исследованных вьетнамских тектитах очень низкое (0.0008–0.016 вес. %). По низкому содержанию воды исследованные тектиты типа Муонг-Нонг проявляют ещё одно сходство с тонкополосчатыми стёклами кратера Жаманшин.

ИК-спектры исследованных тектитов состоят из типичных для силикатных стекол полос поглощения. В области $1000-1200\text{см}^{-1}$ наблюдается полоса поглощения, характерная для всех силикатов, которая относится к валентным антисимметричным колебаниям мостиковых связей $Si-O-Si$. Полоса с максимумом в области 800 см^{-1} связана с колебаниями тетраэдров AlO_4 , которые накладываются на симметричные валентные колебания связей $Si-O-Si(Al)$. В области $400-500\text{ см}^{-1}$ спектров отмечается полоса поглощения, обусловленная деформационными колебаниями $Si-O-Si(Al)$ [3; 4]. В некоторых образцах в области $580-640\text{ см}^{-1}$ наблюдается полоса, которая может быть связана с колебаниями группировок AlO_5 и AlO_6 [5]. Также в некоторых образцах присутствует плечо в области $900-1000\text{ см}^{-1}$, которое обусловлено валентными колебаниями немостиковых связей $Si-O$.

В исследованных нами тектитах и импактитах трехвалентное железо находится в тетраэдрической позиции. Его содержание в образцах приблизительно постоянно и составляет 2-7% от общего содержания железа в стеклах. Аномально низкое значение доли трехвалентного железа является надежно установленным характеристическим признаком тектитов [6]. Ионы двухвалентного железа располагаются в октаэдрической координации и занимают три структурно неэквивалентные позиции. Такой вывод сделан на основании постепенного уменьшения изомерных сдвигов от максимальных значений, отвечающих заведомо октаэдрической координации Fe^{2+} , до минимальных при одновременном уменьшении квадрупольных расщеплений, что должно происходить по мере увеличения степени искажения симметрии октаэдрического окружения двухвалентного железа по сравнению с кубической. Ионы Fe^{2+} в позиции II, имеют значения изомерного сдвига и квадрупольного расщепления, типичные для октаэдрической координации. Две остальные позиции ионов Fe^{2+} имеют более низкие значения этих параметров, особенно сильно уменьшается квадрупольное расщепление. Заметная разница в величинах квадрупольного расщепления ($\Delta(II) > \Delta(I)$) для $Fe^{2+}(I)$ и $Fe^{2+}(II)$ может быть связана с более сильной степенью искажения анионного октаэдра для $Fe^{2+}(I)$. Таким образом, позиции I и III соответствуют ионам Fe^{2+} , которые находятся в анионных октаэдрах с более сильной степенью искажения. С ростом доли совершенных октаэдров [$Fe^{2+}(II)$] доля ионов Fe^{2+} , занимающих промежуточные позиции между октаэдрами и тетраэдрами [$Fe^{2+}(III)$], уменьшается. Можно предположить, что эти изменения связаны с различной степенью упорядочения и соответственно с разной скоростью закалки стекол.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 04-05-96070)

Литература

1. *Vishnevsky S.A.* Two groups of Popigai impact glasses: a result of initial water content in target rocks // *Chemie der Erde*. 1996. V.56. PP. 493-497.
2. *Vishnevsky S.A., Montanari A.* The Popigai impact structure (Arctic Siberia, Russia): geology, petrology, geochemistry and geochronology of glass-bearing impactites // *Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution II*. Eds. Dressler B.O., Sharpton V.L. Geological Society of America Special Paper N 339. Boulder, Colorado. 1999. PP. 19-59.
3. *Taylor W.R.* Application of infrared spectroscopy to studies of silicate glass structure: Examples from the melilite glasses and the systems Na_2O-SiO_2 and $Na_2O-Al_2O_3-SiO_2$ // *Proceedings Indian Academy of Sciences. Earth and Planetary Sciences*, 1990. V.99. PP. 99-117.
4. *Poe B.T., Mc Millan P.F., Angell C.A., Sato R.K.* Al and Si coordination in $SiO_2-Al_2O_3$ glasses and liquids: A study by NMR and IR spectroscopy and MD simulations // *Chemical Geology*, 1992, V.96. PP. 333-349.

5. *McMillan P. F., Wolf G. H., Poe B. T.* Vibrational spectroscopy of silicate liquids and glasses // *Chem. Geol.*, 1992. V. 96. PP. 351-366.
 6. *Dunlap R. A., Eelman D. A., Mackay G. R.* A Mössbauer effect investigations of correlated hyperfine parameters in natural glasses (tektites) // *J. Non Cryst. Sol.* 1998. N 223. PP. 141-146.
-

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(22) 2004

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2004 года (ЕСЭМПГ-2004)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2004/informbul-1/planet-5.pdf

Опубликовано 1 июля 2004 г.

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2004*

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна