

К ВОПРОСУ О ПРОИСХОЖДЕНИИ СТЕКОЛ УГЛИСТОГО ХОНДРИТА Kaidun CR2

Кашкаров Л.Л., Калинина Г.В., Скрипник А.Я.

Институт геохимии и аналитической химии им В.И. Вернадского (ГЕОХИ) РАН.

119991 Москва, В-334, ул. Косыгина 19.

ugeochem@geochem.home.chg.ru

Ключевые слова: метеорит Kaidun CR2, стеклянные включения, химический состав, треки

Введение

Углистый хондрит Kaidun CR2 [1,2] содержит стеклянные включения, изучение которых имеет существенное значение при выяснении как условий их происхождения, так и истории формирования и эволюции вещества метеорита в целом [3]. В данном сообщении приводятся результаты структурных, петролого-химических и трековых исследований стеклянных включений метеорита Kaidun: На основании полученных данных рассматриваются возможные процессы образования этих стекол на ранней стадии формирования родительского тела метеорита.

Петролого-химические характеристики стеклянных включений.

Стеклянные фрагменты включений и хондр (средний размер 0,5-1,5 мм) в углистой матрице Kaidun составляют $\geq 20\%$ от всей силикатной фракции метеорита. Наличие кристаллов в стеклянных фрагментах указывает на расплавленную природу образования этих объектов. Структурные и петролого-химические характеристики позволяют выделить не менее четырех типов содержащих стекло объектов [4], химический состав которых приведен в таблице: чистые стекла, порфириновые и криптокристаллические включения, хондры.

Таблица

Химический состав (вес. %) стекол углистого хондрита Kaidun CR2

Компонент	Химическая группа стекол			
	I (5)"	II (9)"	III (4)"	IV (1)"
SiO ₂	68.0 (66.2-69.25)""	62.2 (58.5-65.4)""	64.4 (60.9-67.6)""	45.70
TiO ₂	0.14 (0.10-0.2)	0.14 (0.12-0.19)	0.98 (0.62-1.34)	0.88
Al ₂ O ₃	15.9 (14.36-7.1)	14.64 (11.9-15.8)	14.3 (13.3-15.8)	14.97
Cr ₂ O ₃	0.04 (0.00-0.09)	0.14 (0.05-0.3)	0.08 (0.04-0.14)	0.56
FeO	0.77 (0.18-1.41)	5.38 (3.82-8.48)	8.43 (7.22-9.20)	20.48
MnO	0.01 (0.00-0.04)	0.09 (0.05-0.14)	0.24 (0.17-0.34)	0.35
MgO	4.86 (4.30-5.89)	9.22 (6.07-15.25)	2.75 (1.73-4.51)	4.78
CaO	5.55 (4.96-6.00)	5.02 (4.46-5.38)	3.67 (3.07-4.73)	11.67
Na ₂ O	1.98 (1.14-2.48)	1.82 (0.54-2.86)	1.58 (1.15-2.16)	0.58
K ₂ O	0.59 (0.24-0.74)	0.38 (0.08-0.53)	0.72 (0.52-1.04)	н.о.
Сумма	97.88	99.03	97.27	99.97
Fe/(Fe+Mg)""	0.08 (0.02÷0.14)	0.25 (0.45÷0.80)	0.64 (0.52÷0.75)	0.70
Ca/(Ca+Na+K)	0.57 (0.52÷0.73)	0.62 (0.45÷0.80)	0.49 (0.45÷0.55)	0.92

Примечание. В скобках: "-" число изученных образцов стекла ""- интервалы измеренных величин

"" - Отношения атомных процентных содержаний.

Результаты трековых исследований

Оценка величины вклада в измеренную в каждом из изученных фрагментов стекла плотность треков (ρ) от доаккреционного облучения определялась из выражения "фоновой" плотности треков: $\rho_{\text{фон}} = \rho_{\text{сп}} + \rho_{\text{инд}} + \rho_{\text{ГКЛ}}$. Здесь $\rho_{\text{сп}}$ и $\rho_{\text{инд}}$ - плотности треков спонтанного и индуцированного космическими лучами деления ^{238}U и ^{232}Th . При содержании урана $\sim 10^{-8}$ г/г в стеклах за $4,5 \cdot 10^9$ лет образуется $\rho_{\text{сп}} \sim 10^4 \text{ см}^{-2}$. Оценка $\rho_{\text{инд}}$ дает величину $\sim (10^3 - 10^4) \text{ см}^{-2}$. $\rho_{\text{ГКЛ}}$ - плотность треков от ядер VН-группы галактических космических лучей (ГКЛ). При радиационном возрасте метеорита $T_{\text{рад}} = (0,5-1) \cdot 10^6$ лет [5] и глубине залегания исследуемых образцов (20 ± 5) см в теле метеороида радиусом $(25-30)$ см [6] $\rho_{\text{ГКЛ}} \sim (10^3 - 10^4) \text{ см}^{-2}$. Только в тех случаях, когда измеренная величина $\rho_{\text{изм}} > \rho_{\text{фон}}$, можно было считать доказанным наличие следов облучения, образовавшихся на доаккреционном этапе формирования вещества метеорита.

Содержание (C_U) и микрораспределение урана в стеклах

Определение содержания и микрораспределения урана в объеме индивидуальных образцов стекол проводилось с помощью трековой методики, позволяющей измерять крайне низкие величины концентрации урана (до $\sim 10^{-9}$ г/г) в стеклах размером до ~ 100 мкм [7]. Показано, что в криптокристаллических стеклах (24 образца) C_U варьирует в пределах $\sim (0,5-7,5) \cdot 10^{-7}$ г/г. Для 38 образцов прозрачных стекол четко могут быть выделены две группы, средние величинами C_U в которых равны $(3,2 \pm 0,6) \cdot 10^{-7}$ и $(7,0 \pm 1,3) \cdot 10^{-7}$ г/г соответственно. В нескольких образцах прозрачных стекол зафиксированы участки размером ≤ 10 мкм с C_U , отличающейся в 2–3 раза от среднего значения C_U образца в целом. Предполагается, что наблюдаемый огромный разброс величины C_U как для отдельных образцов стекол, так и для разных участков в некоторых из них, связан с сильной неоднородностью и разной степенью плавления исходного вещества, а также небольшим (порядка мм размеров) объемом образовавшейся стекляннной фазы.

Соотношение плотности древних треков и C_U .

Среди изученных ~ 50 фрагментов стекол примерно в 10% образцов обнаружены треки доаккреционного облучения. Анализ соотношения плотности древних треков и C_U показал: (а) Модальный трековый возраст $\sim 10\%$ образцов стекла существенно превышает $\sim 4,5$ млрд. лет, что, вероятно, связано с существенным вкладом треков, образованных осколками деления вымершего ^{244}Pu ; (б) Возраст $\sim 50\%$ фрагментов стекла лежит в пределах $\sim (4,5 - 4,0)$ млрд. лет; (в) Для остальных фрагментов стекол $\rho_{\text{изм}} < \rho_{\text{фон}}$, что может быть обусловлено частичным или полным отжигом древних треков.

Основные выводы

Преобладающая часть стекляннных фрагментов хондрита Kaidun CR2 образовалась на ранней доаккреционной стадии формирования первичных тел Солнечной системы;

Процессы полного или частичного плавления исходного пылевого вещества ДПО, вероятно, связаны с прохождением ударных волн и электрическими разрядами, сопровождающими истечение плазмы солнечного ветра высокоактивного Солнца на стадии Т–Тельца;

Процесс образования стекол, характеризующихся большим интервалом степени плавления исходного вещества, обусловлен, прежде всего, локальными ударно-термическими событиями разной мощности.

Огромный (превышающий один порядок величины) разброс величин C_U в индивидуальных фрагментах стекла метеорита также указывает на их образование в результате имевших место локальных термических событий, приводящих к плавлению исходного вещества разного химического состава.

В дальнейшем значительная доля стекол не нагревалась до температуры выше ~ 400 °С в течение более ~ 1 часа, что привело бы в них к полному исчезновению древних треков.

Литература

1. Иванов А.В. и др. // Докл. АН СССР. 1985. Т. 280. №2. С. 473.
2. Иванов А.В. // Геохимия. 1989. №2. С. 259.

3. *Кашикаров Л.Л. и др.*//Геохимия. 1995. №10. С. 1409.
4. *Skripnik A.Ya. et al.* //Abstr.23rd LPS Conf. Houston. 1992. P. 1309.
5. *Шуколюков Ю.А. и др.*//Метеоритика. 1986. Вып. 45. С. 31.
6. *Fleisher R.L. et al.*//Nuclear Tracks in Solids. Berkely. Univ. California Press. 1975. 605 p.
7. *Kashkarov L.L. et al.* //XII SSNTD Conf. Mexico. 1983. P. 168.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПГ-2003)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2003/informbul-1/planet-13.pdf

Опубликовано 15 июля 2003 г.

© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003

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