

ТЕКТИТЫ: ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ФОРМИРОВАНИЯ

Жаркова Е.В., Кадик А.А. (ГЕОХИ РАН)

Фельдман В.И. (МГУ)

Kadik@geokhi.ru

Исследователи выделяют две группы стекол, образование которых определяется космическими коллизиями на поверхности Земли. К ним относятся небольшие стеклянные тела, известные как тектиты и стекла - продукты ударного плавления, которые наблюдаются вблизи или непосредственно в метеоритных кратерах. Они образуют поля рассеяния в некоторых районах земного шара (Австралия, Индокитай, Филиппины, Северная Америка, Чехия и Словакия и другие). Тектиты обогащены кремнеземом и по химическому составу близки к земным вулканическим стеклам- обсидианам, хотя систематически отличаются от них более низким содержанием щелочей. Возраст тектитов составляет 0.7 – 35 миллионов лет. Импактные стекла в метеоритных кратерах варьируют по химическому составу в тесной зависимости от родоначальных пород.

Окислительно-восстановительное состояние тектитовых стекол, устанавливаемое путем измерения их собственной летучести кислорода (fO_2) или определением соотношений Fe^{2+}/Fe^{3+} , является одним из способов, который может привести к более глубокому пониманию условий формирования продуктов импактного плавления и испарения.

Для исследования были взяты три образца молдавитов (Лоченице и Коросеки, Врабче, Чехия), четыре образца индошинитов (Индокитай, Вьетнам), два образца иггизитов (кратер Жаманшин) и четыре образца импактитов из бомб различного размера из кратера Эльгыгитген. Определения собственной летучести кислорода образцов проводились на высокотемпературной установке, на основе двух твердых циркониевых электролитов в интервале температур от 800°C до 1100°C и нормальном давлении. Значения $\log fO_2$ при 900°C для измеренных образцов приведены в таблице.

Таблица

Образец	$\log fO_2$ 900°C
Молдавит, Коросеки, Чехия	-16.60
Молдавит, Лоченице, Чехия	-16.54
Молдавит, Врабче, Чехия	-16.41
Индошинит, Вьетнам	-15.49
Индошинит №2684, Индокит.	-15.20
Индошинит Муанг Нонг (LD)	-15.84
Индошинит, Вьетнам (К)	-15.72
Иргизит М, кратер Жаманшин	-14.80
Иргизит, кратер Жаманшин	-14.80
Импактит, Э-1а, кратер Эльгы-гитген, бомба разм. ~1-1.5см	-15.92
Импактит, Э-37в, кратер Эль-гыгитген, бомба разм. ≥30см	-15.81
Импактит, Э-55в, кратер Эль-гыгитген, бомба разм. ≈ 3 м	-16.32
Импактит, Э-113-1, кратер Эльгыгитген, бомба разм. неизв.	-15.58

Экспериментальные определения fO_2 молдавитов и индошинитов свидетельствует о том, что эти тектиты существенно более восстановлены по сравнению с магматическими расплавами корового и мантийного происхождения. Так значения fO_2 базальтовых магм океанического дна лежат в области от 0,5 до -1,5 $\Delta \log fO_2(QFM)$ в то время как значения fO_2 для молдавитов и индошинитов лежат в области от -3 до -6 $\Delta \log fO_2(QFM)$ при температурах 800-1200°C. Вместе с тем fO_2 молдавитов и индошинитов значительно выше тех значений летучести кислорода, которые свойственны углистому, обыкновенному и энстатитовым хондритам. Наблюдаемые импактные явления, приводящие к образованию тектитов и других продуктов плавления земной коры может быть природной моделью тех процессов, которые происходили на ранних этапах

формирования Земли под воздействием крупных ударных событий. Восстановленный характер тектитов позволяет предполагать, что они приводили к образованию силикатного материала, спецификой которого были низкие значения fO_2 .

Подводя итоги обсуждению тех факторов, которые могли повлиять на fO_2 тектитов во время их формирования в экстремальных энергетических условиях, следует исключить процессы, которые, как представляется, не могут быть ответственны за восстановленный характер тектитов. К ним относятся распределение Fe^{2+}/Fe^{3+} между кристаллами и силикатной жидкостью при плавлении, диспропорционирование FeO расплава согласно реакции (3), диссипация водорода или кислорода из расплава или паровой фазы, селективное испарение компонентов расплава.

Хотя механизмы изменения валентности железа в ударных процессах во многом остаются неясными, можно предположить, что объяснение восстановленного характера тектитовых стекол следует искать в процессах высокотемпературной конденсации силикатного вещества из ионизированного пара. В рамках этой гипотезы высокие соотношения Fe^{2+}/Fe^{3+} могут определяться особенностями вхождения компонентов железа в структуру формирующегося конденсата, которые связаны с различиями в ионных радиусах Fe^{2+} и Fe^{3+} . Какую-то роль в разделении Fe^{2+} и Fe^{3+} могли играть и кластеры испарения, природа которых остается неясной.

Выводы.

1. Электрохимические определения fO_2 молдавитов и индошинитов свидетельствует о том, что эти тектиты существенно более восстановлены по сравнению с магматическими расплавами корового и мантийного происхождения. Вместе с тем fO_2 молдавитов и индошинитов значительно выше тех значений летучести кислорода, которые свойственны углистым, обыкновенным и энстатитовым хондритам.

2. Предполагается, что восстановленный характер тектитовых стекол и высокие содержания Fe^{2+} в них связаны с особенностями химических и динамических процессов при формировании паровой и расплавных фаз при импактных событиях в условиях экстремального энергетического воздействия. Наибольшее влияние на диспропорционирование железа и других компонентов, по-видимому, имеют процессы конденсации силикатных жидкостей из высокотемпературного пара. Влияние плавления и последующего испарения образующихся расплавов представляется более ограниченным.

3. Наблюдаемые импактные явления, приводящие к образованию тектитов и других продуктов плавления земной коры, может быть природной моделью тех процессов, которые происходили на ранних этапах формирования Земли под воздействием крупных ударных событий. Восстановленный характер тектитов позволяет предполагать, что они приводили к образованию силикатного материала, спецификой которого были низкие значения fO_2 .

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 02-05-64735 и Программ ОНЗ РАН № 5 и № 10

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-1.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