

## **DHOFAR 304, 305, 306 И 307: НОВЫЕ ЛУННЫЕ МАТЕРИКОВЫЕ МЕТЕОРИТЫ ИЗ ОМАНА.**

С.И. Демидова<sup>1</sup>, М.А. Назаров<sup>1</sup>, Л.А. Тейлор<sup>2</sup> и А. Патчен<sup>2</sup>, <sup>1</sup>Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского ([demidova@geokhi.ru](mailto:demidova@geokhi.ru)), <sup>2</sup>Университет Теннесси ([lataylor@utk.edu](mailto:lataylor@utk.edu)).

**Абстракт:** Представлены первые данные по петрологии и минералогии лунных материковых метеоритов Dhofar 304, 305, 306 и 307. Dhofar 304 может быть парным с Dhofar 025. Возможно являются парными и Dhofar 302, 303, 305, 306 и 307.

**Введение:** Несколько лунных материковых метеоритов было найдено в районе Дофар Омана. Здесь представлены первые данные по петрографии и минералогии четырех новых лунных метеоритов Dhofar 304, 305, 306 и 307. Dh-304 был найден недалеко от Dh-025 и 301, тогда как Dh-305, 306 и 307 были обнаружены недалеко от Dh-081, 280, 302 и 303. Новые метеориты представляют собой умеренно выветренные брекчии ударного расплава. В них не обнаружено присутствия KREEP или морской составляющей. Dh-304, вероятно, является парным с Dh-025 и 301. Dh-305, 306 и 307 возможно пары с Dh-302 и 303, однако Dh-302 и 305 могут представлять и другие падения. Однако все эти метеориты определенно отличаются от Dh-081 и 280.

**Dhofar 304** представляет собой коричневато-серый, средне-выветренный фрагмент весом 10 г. Это брекчия ударного расплава, в которой минеральные фрагменты и класты пород находятся в тонкозернистой матрице ударного расплава. Среди кластов пород преобладают брекчии ударного расплава, однако изверженные породы и гранулиты также присутствуют. Породы имеют главным образом анортозитовый и габбро-норитовый составы. Химия минералов: полевой шпат  $An_{93-98}$ , оливин  $Fo_{62-89}$ , клинопироксен  $Wo_{5-41}En_{39-78}$ , ортопироксен  $Wo_{3-5}En_{44-80}$ . Среди аксессуарных минералов присутствуют обогащенный Ti хромит, Cr-плеонаст, ильменит (7-8 вес.% MgO), троилит и FeNi металл (7.8 вес.% Ni и 0.6 вес.% Co). Состав матрицы:  $SiO_2$  45.0,  $TiO_2$  0.34,  $Al_2O_3$  25.3,  $Cr_2O_3$  0.17, FeO 5.71, MnO 0.12, MgO 7.09, CaO 14.8,  $Na_2O$  0.37,  $K_2O$  0.04 и  $P_2O_5$  0.07 (вес.%). На графике An-MG# (Рис. 1) большинство кластов пород и минералов занимает промежуточное положение между породами магнезиальной серии (HMS) и железистыми анортозитами (FAN).

**Dhofar 305** светло-серый фрагмент весом 7 г, который является бреучией ударного расплава. Метеорит состоит из минеральных фрагментов и кластов пород, заключенных в тонкозернистой хорошо раскристаллизованной матрице ударного расплава. Среди кластов наиболее распространены класты ударного расплава; гранулиты и возможные изверженные породы редки; большинство кластов имеет анортозитовый и троктолитовый составы. Среди слагающих минералов наблюдаются широкие вариации составов: полевой шпат  $An_{88-97}$ , оливин  $Fo_{45-89}$ , клинопироксен  $Wo_{5-47}En_{30-80}$ , ортопироксен  $Wo_{1-5}En_{37-85}$ . Аксессуарными являются робогащенный Ti хромит, Cr-плеонаст, ильменит (1-8 wt.% MgO), армалколит, троилит и FeNi металл (17-32 вес.% Ni и 1.3-2.3 вес.% Co). Состав матрицы:  $SiO_2$  43.9,  $TiO_2$  0.16,  $Al_2O_3$  28.5,  $Cr_2O_3$  0.10, FeO 3.69, MnO 0.07, MgO 6.08, CaO 15.9,  $Na_2O$  0.36,  $K_2O$  0.02 и  $P_2O_5$  0.04 (вес.%). Также были обнаружены два класта оливиновых пироксенитов. Они состоят из низкокальциевого пироксена ( $Wo_{2-8}$ ,  $En_{70-75}$ ) с незначительным количеством оливина ( $Fo_{74-75}$ ) и плагиоклаза ( $An_{90-96}$ ). Этот метеорит имеет очень полимиктовый состав и содержит как представителей FAN, так и HMS пород. Однако большинство кластов пород попадает в промежуток между двумя этими группами (Рис. 2). Минеральные фрагменты показывают более широкие вариации составов.

**Dhofar 306** это средне выветренный светло-серый камень весом 12,6 г. Метеорит представляет собой брекчию ударного расплава, состоящую из минеральных фрагментов и кластов пород, сцементированных тонкозернистой матрицей ударного расплава. Среди кластов преобладают брекчии ударного расплава, но гранулиты и катакластические изверженные породы анортозитового, троктолитового и норитового составов также

присутствуют. А также были обнаружены фрагменты девитрифицированных стекол. Мафические минеральные фрагменты показывают широкий разброс составов: оливин  $Fo_{49-94}$ , клинопироксен  $Wo_{5-45}En_{25-77}$ , ортопироксен  $Wo_{2-5}En_{48-85}$ , однако вариации составов полевого шпата незначительны ( $An_{94-98}$ ). Акцессорные фазы представлены обогащенным Ti хромитом, Cr-плеонастом, ильменитом (3-7 вес.% MgO), армалколитом, фазами кремнезема, Са-фосфатом, троилитом и FeNi металлом (7-68 вес.% Ni и 0.3-3.4 вес.% Co). Состав ударного расплава матрицы следующий:  $SiO_2$  44.0,  $TiO_2$  0.15,  $Al_2O_3$  27.2,  $Cr_2O_3$  0.12, FeO 4.00, MnO 0.05, MgO 7.55, CaO 15.5,  $Na_2O$  0.33,  $K_2O$  0.04 и  $P_2O_5$  0.07 (вес.%). Большинство кластов пород Dh-306 компактно расположены в промежутке между группами FAN и HMS (Рис. 3).

**Dhofar 307** – это светло-серый средне-выветренный образец весом 50 г. Он также является брекчией ударного расплава, структурно подобной Dh-305, в которой, однако, преобладает тонкозернистая матрица ударного расплава. В ней присутствуют редкие класты анортозитового, троктолитового и габбро-норитового состава и минеральные фрагменты. Также распространены прожилки стекла. Составы минеральных фаз широко варьируют: полевой шпат  $An_{90-98}$ , оливин  $Fo_{39-94}$ , клинопироксен  $Wo_{6-46}En_{39-73}$ , ортопироксен  $Wo_{1-4}En_{46-89}$ . В качестве акцессорных присутствуют обогащенный Ti хромит, Cr-плеонаст, ильменит (2-6 вес.% MgO), армалколит, троилит и FeNi металл (8-49 вес.% Ni и 0.3-2.0 вес.% Co). Состав стекла в прожилках:  $SiO_2$  43.8,  $TiO_2$  0.09,  $Al_2O_3$  30.8,  $Cr_2O_3$  0.09, FeO 2.58, MnO 0.05, MgO 4.06, CaO 17.3,  $Na_2O$  0.36,  $K_2O$  0.01 и  $P_2O_5$  0.02 (вес.%). Характерной чертой этого метеорита является присутствие редких дунитовых фрагментов. Два класта дунитов состоят из оливина ( $Fo_{65-71}$ ) и небольшого количества пироксена ( $Wo_{3-34}En_{49-73}$ ), плагиоклаза ( $An_{95}$ ) и троилита. Подавляющее число минеральных фрагментов по составу отвечают промежутку между FAN и HMS группами (Рис. 4).

**Дискуссия:** Эти новые метеориты являются материковыми брекчиями ударного расплава. Никаких KREEPового или морского компонентов в этих породах обнаружено не было. Все они выветрены в средней степени: в них присутствуют кальцит, гипс, целестин, барит и гидроокислы Fe.

По химическому составу минералов и матрицы (Рис. 1) установлено: 1) Dh-304 очень похож на Dh-025 и 301, найденные неподалеку, поэтому эти метеориты, вероятно, являются парными. Dh-305, 306 и 307 были обнаружены недалеко от Dh-081, 280, 302 и 303. Dh-081 и 280 имеют сходный состав и степень выветривания [2] и могут быть парными. Эти два метеорита отличаются от всех собранных рядом, которые имеют заметно более высокую магнезиальность и более выветрены. Из этого следует, что Dh-302, 303, 305 и 307 возможно представляют фрагменты одного метеоритного дождя.

Dh-302 характеризуется присутствием KREEPового и морского компонентов [3], которые не были обнаружены в других найденных рядом метеоритах. Dh-303 имеет специфическую конгломератовую структуру, содержит крупные фрагменты первичного троктолита и значительное количество высокомагнезиальных мафических фаз [3]. Dh-305 и 307 по химическому составу матрицы и минералов близки Dh-303. В Dh-305 и 307 мафические фазы сильно варьируют по составу (Рис. 2,4). В этих метеоритах определенно присутствуют высокомагнезиальный материал (HMS). Однако Dh-305 содержит несколько кластов пород магнезиальной серии (HMS) с обогащенным Са плагиоклазом, которые не были найдены в Dh-307. И помимо этого в качестве второстепенного компонента Dh-305 содержит оливиновые пироксениты, в то время как Dh-307 содержит дунитовые фрагменты. Данные по редким элементам подтверждают обогащение Dh-305 пироксен-содержащим компонентом и указывают на более высокую степень выветривания породы [4]. Характерной чертой Dh-306 является четкое бимодальное распределение мафических фаз по магнезиальности. В этом метеорите широко распространены высокомагнезиальные породы (HMS), его матрица также имеет более магнезиальный состав.

Возможно, что эти различия незначительны и могут быть отнесены за счет гетерогенности лунного метеоритного тела, однако Dh-302 и Dh-305 отличаются от других и могут представлять различные метеоритные падения.

**Заключение:** Изучив текстуры и химию минералов этих метеоритов мы утверждаем, что: 1) Dh-025, 301 и 304 вероятней всего являются парными; 2) Dh-081 и 280 могут также являться парными, но они определенно отличаются от других лунных метеоритов, найденных рядом; 3) Dh-302, 303, 305, 306 и 307 возможно пары, но Dh-302 и 305 могут представлять другие падения.

**Благодарности:** Работа сделана при поддержке РФФИ (грант 02-05-64981).

**Ссылки:** [1] Cahill J.T. et al. (2001) *LPSC*, 32<sup>rd</sup>, #1840.

[2] Cahill J.T. et al. (2002) *LPSC*, 33<sup>rd</sup>, #1351.

[3] Nazarov M.A. et al. (2002) *LPSC*, 33<sup>rd</sup>, #1293.

[4] Nazarov M.A. et al. (2003) *LPSC*, 34<sup>th</sup>, #1636.

