

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОФАЗНОГО МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЖЕЛЕЗА В РЕГОЛИТЕ ЛУНЫ

Сорокин Е.М.¹, Герасимов М.В.², Зайцев М.А.², Щербаков В.Д.³,
Рязанцев К.М.¹, Крашенинников С.П.¹, Яковлев О.И.¹, Слюта Е.Н.¹

¹ Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, Москва Россия.

² Институт космических исследований РАН, Москва, Россия.

³ МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия (e-mail: egorgeohim@ya.ru)

Одним из признаков «космического выветривания» на Луне, а это действие солнечного ветра и микрометеоритной бомбардировки [Нарке, 2001; Pieters, Noble, 2016], является формирование в реголите Луны нанофазного металлического железа (npFe^0), наблюдаемого в конденсатных плёнках на поверхности минеральных зёрен реголита и в стёклах агглютинатов. В докладе описываются результаты импульсных лазерных экспериментов, имитирующих микрометеоритный удар по базальтовым мишеням и оливинам [Sorokin et al., 2020]. В кратерах полученных лазерным «ударом» по базальтовому стеклу и оливинам обнаружены наноглобулы железа, структурированные в цепочки (рис.1). Эксперименты наглядно показали, что npFe^0 может формироваться без участия восстановителя – имплантированных ионов водорода солнечного ветра, а также минуя процесс конденсации железа из ударно-образованного пара. Аналогичные цепочечные структуры из npFe^0 наблюдались в импактном стекле лунного реголита.

Кроме того, в результате эксперимента были получены относительно крупные металлические сферулы (до 2–5 мкм), что позволило измерить их методом ЭДС на сканирующем электронном микроскопе. Такие сферулы содержали в восстановленных формах около одного процента никеля, до 5 % кремния, фосфора – до 14%, а также серы до 0,2% (табл. 1).

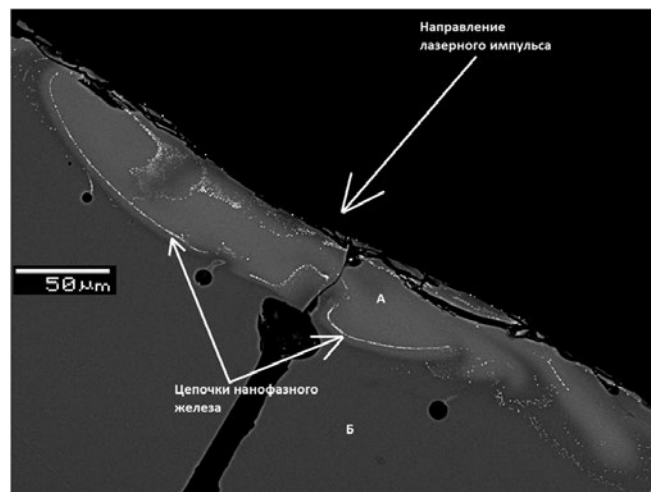


Рис. 1. Снимок со сканирующего электронного микроскопа. Профиль кратера после лазерного «удара». Зона А – изменённая в следствии химической дифференциации в ударном процессе, зона; Б – исходного базальтового стекла

Таблица 1. Среднее содержание химических элементов в субмикросферах в мишенях из железистого оливина и базальтового стекла

Элемент	O	Na	Mg	Al	Si	S	P	Ca	Mn	Fe	Ni	Всего
Fe-оливин	1,9	0	1,95	0,06	1,44	0,01	0	0,03	0,04	90,39	0,27	96,1
Базал. стекло	6,91	0,71	1,32	1,74	9,23	0	3,86	1,03	0,45	70,76	0,19	96,41

ЛИТЕРАТУРА

1. Hapke, B. Space weathering from Mercury to the asteroid belt. J. Geophys. Res., 106, 10039–10073, (2001).
2. Pieters, C.M., Noble S.K.: Space weathering on airless bodies. J. Geophys. Res. Planets, 121, 1865–1884, (2016).
3. Sorokin E.M., Yakovlev O.I., Slyuta E.N., Gerasimov M.V., Zaitsev M.A., Shcherbakov V.D., Ryazantsev K.M., Krashenniniko S.P. (2020) Experimental Modeling of a Micrometeorite Impact on the Moon. Geochemistry International, 58, 2, 113–127.