

УДК 523.3:537.533.2

АСТРОНОМИЯ

Р. И. МИНЦ, И. И. МИЛЬМАН, В. И. КРЮК, Л. С. ТАРАСОВ

**ПРИРОДНАЯ ЭКЗОЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ АНОРТОЗИТОВЫХ ПОРОД, ДОСТАВЛЕННЫХ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СТАНЦИЕЙ ЛУНА-20**

(Представлено академиком А. П. Виноградовым 21 XII 1972)

В настоящей работе изучалась экзоэлектронная эмиссия отдельных полевошпатовых частиц лунного грунта, доставленного советской автоматической станцией Луна-20 (проба 2004, фракция +0,45 мм).

В соответствии с особенностями структуры все частицы условно можно разделить на две группы. К первой группе относятся два монозерна полевого шпата: прозрачное (М535) и мутноватое (М536). Они, и особенно образец М535, представляют собой наименее измененные минералы, хотя фрагмент М536, по-видимому, подверглся частичной перекристаллизации. Вторую группу частиц составляют образцы М537, М539, М538, М541. Эти фрагменты представляют собой мелкозернистые породы, близкие к собственно анортозитам. Частицы 537 и 539 относятся к слабо перекристаллизованным разностям анортозитов, 538 и 541 — к более перекристаллизованному типу анортозитов.

Эксперименты выполнялись по методике, описанной в <sup>(1, 2)</sup>. Регистрация экзоэлектронов в вакууме  $10^{-6}$  тор осуществлялась вторично-электронным умножителем, линейный нагрев образцов проводился со скоростями около  $0,20^\circ \text{C/сек}$ .

С поверхности всех исследуемых фрагментов зарегистрирована природная экзоэлектронная эмиссия без какой-либо предварительной обработки частиц.

Особенностью полученных экспериментальных результатов является достаточно четко выраженный «индивидуальный» характер параметров экзоэмиссии отдельных частиц, заключающийся в различном количестве максимумов термоэмиссии, их температурном положении и энергии активации  $E$  (величины  $E$  рассчитывались по методу <sup>(3)</sup>).

На рис. 1а представлены кривые экзоэлектронной эмиссии образцов первой группы — монозерен полевого шпата М535 и М536. Фрагмент М535 (минерал без видимых изменений) характеризуется двумя эмиссионными максимумами, энергия активации которых примерно одинакова и находится в пределах 0,45—0,50 эв. Образец М536 имеет более сложный эмиссионный спектр с тремя пиками ниже  $100^\circ \text{C}$  (их энергия активации примерно 1,4 эв) и с тремя относительно высокотемпературными пиками (энергии активации соответственно 0,7; 3,4 и 2,8 эв).

Переход к образцам второй группы, состоящей из фрагментов пород, имеющих признаки перекристаллизации (рис. 1б), сопровождается усложнением эмиссионного спектра высокотемпературной области. Если наименее перекристаллизованная частица М537 описывается двумя пиками при 140 и  $260^\circ$  ( $E$  соответственно 0,46 и 2,1 эв), то образец М539 имеет уже четыре высокотемпературных максимума (энергии активации 2,1; 2,1; 2,4 и 3,2 эв), а тонкозернистые фрагменты М538 и М541 характеризуются соответственно 6 и 7 пиками экзоэмиссии (энергии активации процесса составляют для М538 0,9; 1,7; 5,5; 3,4; 6,0; 4,1 эв; для М541 1,0; 2,7; 1,4;

3,4; 3,4; 4,1; 5,5 эв). Отжиг поверхностных состояний у фрагментов этой группы, сопровождающийся эжекцией экзоэлектронов, в отдельных случаях происходит не полностью (у образцов М538 и М541 повторный нагрев без нарушения вакуума сопровождается воспроизведением эмиссионных максимумов).

Полученные результаты могут, по-видимому, свидетельствовать о наличии у исследуемых фрагментов структурных дефектов, возникновение которых могло происходить при различных условиях.

Заметная разница в температурах проявления экзоэмиссии и в ее кинетике (энергии активации различаются почти на порядок) позволяет предположить наличие вблизи поверхности частиц анортозитов структурных нарушений, неравноценных по своей энергетической стабильности.

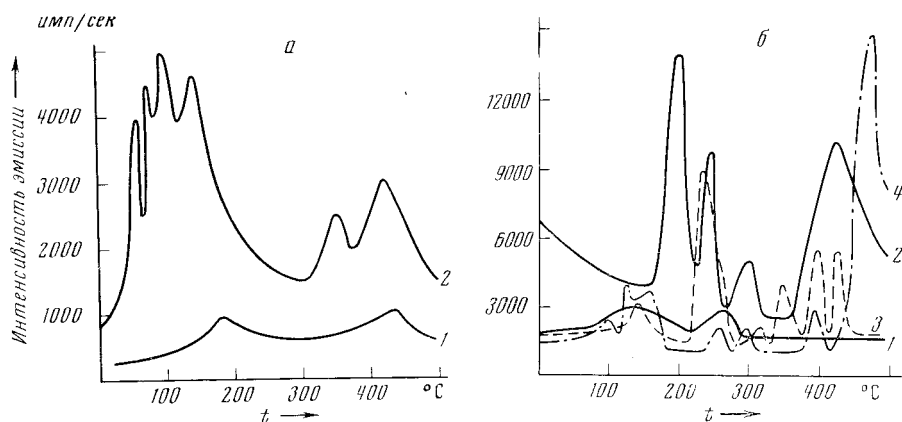


Рис. 1. Экзоэлектронная эмиссия: а — полевошатовые зерна М535 (1) и М536 (2); б — фрагменты перекристаллизованных анортозитовых пород М537 (1), М539 (2), М538 (3) и М541 (4)

Анализ кривых экзоэмиссии образцов первой и второй групп указывает, вероятно, на то, что локальными эмиссионными центрами, ответственными за низкотемпературные пики эмиссии с энергиями активации 0,45—1,5 эв являются дефекты, возникновение которых непосредственно не связано с перекристаллизацией пород, а обусловлено деформационными воздействиями, характерными для лунной обстановки. Кинетика низкотемпературных максимумов экзоэмиссии лимитируется, по-видимому, диффузионными процессами типа миграции вакансий в поверхностных слоях.

Эмиссия электронов при повышенных температурах (250° и выше) может быть вызвана отжигом более глубоких изменений структурного состояния образцов, обусловленных их термической предысторией, в частности дефектов типа границ аморфной фазы с кристаллитами и границ кристаллов. На это обстоятельство, вероятно, указывают высокие значения энергии активации высокотемпературных пиков экзоэмиссии. Найденные величины энергии активации (2—6 эв) лежат в пределах значений для процессов, протекающих в силикатных системах<sup>(1)</sup>.

Близкие значения температурного положения и величин  $E$  ряда пиков эмиссии для всех частиц свидетельствуют о наличии у них подобных структурных нарушений.

Полученные результаты показывают, что по мере увеличения степени перекристаллизации фрагментов анортозитовых пород возрастает как число эмиссионных пиков, особенно число высокотемпературных пиков, так и соответствующие энергии активации. Спектры экзоэлектронной эмиссии подобного типа ранее не отмечались. Особенности экзоэмиссии вещества, доставленного Луной-20, по сравнению с экзоэмиссией морского реголита<sup>(1, 2)</sup>, указывают на значительно более сложную историю возникновения

деформаций в апортозитовых породах материкового реголита и их более сложный характер, обусловленный, по-видимому, действием различных факторов.

Уральский политехнический институт им. С. М. Кирова  
Свердловск

Поступило  
9 XI 1972

Институт геохимии и аналитической химии  
им. В. И. Вернадского  
Академии наук СССР  
Москва

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Р. И. Минц и др., Сборн. Лунный грунт из Моря Изобилия, «Наука», 1972.  
<sup>2</sup> Р. И. Минц, В. И. Алимов и др., Сборн. Лунный грунт из Моря Изобилия, «Наука», 1972. <sup>3</sup> M. Balarin, A. Zetzsche, Phys. Stat. Sol., 2, 1962, p. 1670.  
<sup>4</sup> Р. Л. Мюллер, В сборн. Химия твердого тела, II, 1965, стр. 9.