

Академик А. П. ВИНОГРАДОВ, Ю. А. СУРКОВ, Ф. Ф. КИРНОЗОВ,
В. Н. ГЛАЗОВ

СОДЕРЖАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВЕНЕРИАНСКОЙ ПОРОДЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА НА СТАНЦИИ ВЕНЕРА-8

1. В июле 1972 г. автоматическая станция Венера-8 подошла к планете и, войдя в атмосферу, совершила плавный парашютный спуск на освещенную сторону ее поверхности вблизи утреннего терминатора. Станция передавала информацию в течение часа во время спуска в атмосфере и в течение 50 мин. после посадки на поверхность. На станции был установлен комплекс научных приборов, предназначенных для дальнейшего изучения параметров атмосферы и климатических условий, существующих на ее поверхности. Кроме того перед станцией впервые была поставлена задача исследования характера пород, слагающих поверхность планеты.

С этой целью в состав научной аппаратуры Венеры-8 был включен гамма-спектрометр, позволивший определить содержание в венерианской породе естественных радиоактивных элементов по их γ -излучению.

Как известно, этот метод был применен (¹, ²) на первом спутнике Луны — автоматической станции Луна-10, когда впервые было установлено, что на Луне районы морей сложены изверженными породами, которые по содержанию в них естественных радиоактивных элементов наиболее близки к широко распространенным в земной коре базальтовым породам.

Гамма-спектрометр был установлен на спускаемом аппарате (СА) станции Венера-8. Все блоки располагались внутри герметизированного, термостатированного отсека СА. Функционально прибор включал в себя сцинтилляционный датчик, 60-канальный амплитудный анализатор и интенсиметр для интегрального счета гамма-квантов.

В соответствии с программой работы СА станции Венера-8 измерение интегральной скорости счета осуществлялось как на трассе спуска в атмосфере планеты, так и после посадки станции на ее поверхность. Измерение полного спектра гамма-излучения производилось только на поверхности планеты.

Было осуществлено три замера интегральной скорости счета при спуске и один замер после посадки на поверхность. При этом регистрируемая во время спуска скорость счета не менялась на заметную величину. После посадки спускаемого аппарата на поверхность было зарегистрировано возрастание интегральной скорости счета, что связано с добавлением эффекта от поверхности планеты.

Таким образом, измерение интегральной скорости счета γ -квантов, с одной стороны, позволило оценить эффект от γ -излучения, наведенного космическими лучами в материале станции, и, с другой, — определить общий уровень γ -излучения венерианской породы и качественно судить об относительно высоком содержании в ней естественных радиоактивных элементов.

На поверхности Венеры в течение всего времени активного существования станции производилось измерение спектрального состава γ -излучения породы. Вся информация, содержащаяся в 60 каналах спектрометра,

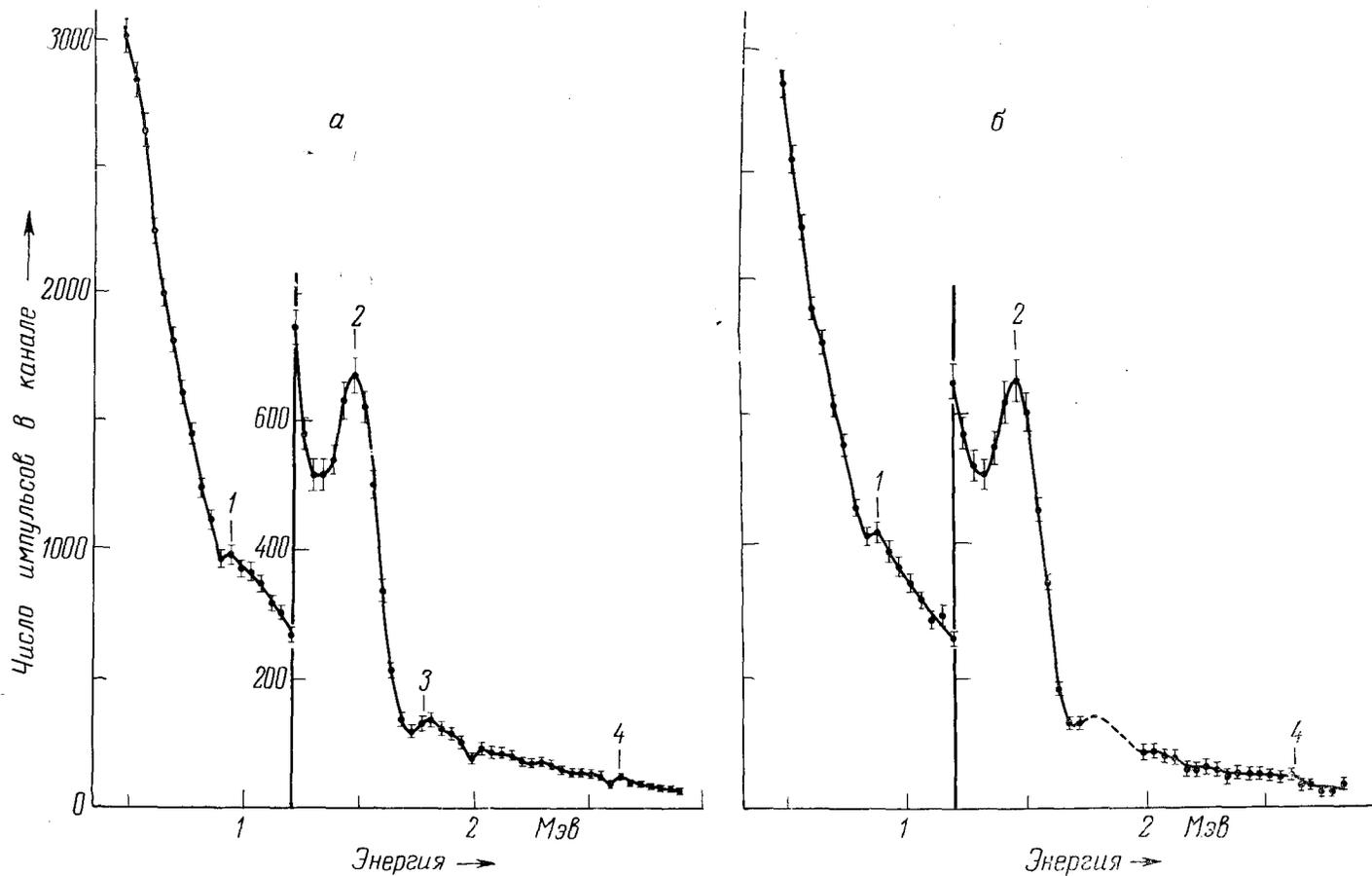


Рис. 1. Первый (а) и второй (б) спектры гамма-излучения, измеренные на поверхности Венеры автоматической станцией Венера-8 (время набора 21 мин.): 1 — ~0,9 Мэв; 2 — 1,46; 3 — 1,76; 4 — 2,62 Мэв

была полностью выведена дважды. Измерение спектров γ -излучения, как увидим ниже, позволило нам произвести количественную оценку содержания урана, тория и калия в венерианской породе.

На рис. 1 представлены спектры γ -излучения венерианской породы, измеренные в районе посадки автоматической станции Венера-8. Оба спектра приведены к одному времени экспозиции — 21 мин. (Второй спектр из-за наличия кратковременного сбоя информации не имеет данных в нескольких средних каналах.)

Для калибровки прибора в наземных условиях был проведен ряд измерений над выходами горных пород с известным содержанием урана, тория и калия; при этом для приближения условий измерения к реальным условиям эксперимента на планете прибор располагался внутри аналога станции Венера-8. Измерения производились в геометрии 2π над толщами гранита, гранодиорита и андезитобазальта. Кроме того, был снят собственный фон станции над мощным обнажением дунита, который, как известно, практически не содержит естественных радиоактивных элементов.

На спектрах, полученных с поверхности Венеры, выделяются наиболее характерные линии с энергией 1,46; 1,76; 2,62 Мэв и др., обусловленные распадом калия, урана и тория. Оценка количественного содержания естественных радиоактивных элементов производилась по отношению площадей соответствующих фотопиков в спектрах γ -излучения венерианской породы и калибровочных гамма-спектрах земных пород.

При расчетах содержаний естественных радиоактивных элементов учитывалось, что условия проведения калибровки прибора отличались от условий эксперимента на поверхности Венеры, так как плотная атмосфера у планеты более интенсивно рассеивала и поглощала γ -излучение породы, чем атмосфера Земли. Для учета этого эффекта лучевым методом рассчитывались поправочные коэффициенты.

В результате обработки спектров данным методом были получены следующие содержания естественных радиоактивных элементов в венерианской породе: калия — 4%, урана — $2,2 \cdot 10^{-4}\%$ и тория — $6,5 \cdot 10^{-4}\%$ (содержание дано в весовых процентах). Ошибка определения указанных содержаний не превышает 30%.

2. Как известно, одним из вопросов, представляющих интерес с точки зрения происхождения и эволюции Солнечной системы, является распространённость и соотношения естественных радиоактивных элементов в различных объектах Солнечной системы. Вышеприведенные данные показывают, что исследованная нами венерианская порода по содержанию U, Th и K близка к кислым магматическим породам Земли. Отношение K/U для венерианской породы также оказывается весьма близким к отношению, характерному для большинства магматических горных пород Земли (в среднем составляющему $\sim 1 \cdot 10^4$). Этот факт, на наш взгляд, является чрезвычайно интересным и наводит на мысль о том, что при образовании планет Солнечной системы земной группы имели место процессы фундаментального химического фракционирования, которые были в основном подобны при образовании Земли и Венеры (мы имеем в виду образование оболочек и формирование вторичных пород несолнечного состава). Как свидетельствуют многочисленные исследования, отношение K/U для хондритов — первичного солнечного материала — намного выше, чем для пород Земли ($\sim 1 \cdot 10^3$).

Огромное содержание углекислоты в атмосфере Венеры (по нашим определениям, до 97% ⁽³⁾) и вторичный характер исследованных станцией Венера-8 пород поверхности Венеры, отличающихся, подобно земным породам, высоким содержанием естественных радиоактивных элементов, по сравнению с их содержанием в хондритах, позволяет нам утверждать, что Венера, как и Земля, имеет оболочное строение с корой и другими оболочками, возникшими в результате процесса дифференциации первичного твердого вещества.

Как было измерено станцией Венера-8, плотность венерианских пород в районе посадки станции составляла $1,4 \text{ г/см}^3$ (⁴). Очевидно, что эта рыхлая горная порода — продукт разрушения кристаллических пород коры Венеры. Ее формирование, как нам представляется, не могло быть результатом одного лишь механического разрушения кристаллической горной породы Венеры. Этот процесс сочетался с процессом разложения данной породы под влиянием значительного давления углекислоты и высоких температур в присутствии хотя бы и незначительных следов воды, которые в свое время были обнаружены в атмосфере Венеры. При высоких температурах шли процессы сублимации и испарения вещества и, возможно, частичного плавления.

Таким образом, можно сказать, что на поверхности Венеры имеют место процессы глубокого метаморфизма, в частности, «кислого выветривания», и станция Венера-8 обнаружила подобную метаморфическую породу, относительно богатую К, U и Th, по сравнению с базальтами Земли.

В заключение авторы выражают благодарность Б. Н. Кононову, Л. Н. Мясниковой, О. П. Соборнову, О. П. Щеглову и Г. А. Федосееву за участие в разработке аппаратуры.

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

Поступило
17 X 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Ю. А. Сурков и др., Космические исследования, 4, № 6, 874 (1966). ² А. П. Виноградов, Ю. А. Сурков и др., там же, 5, № 6, 871 (1967). ³ А. П. Виноградов, Ю. А. Сурков и др., там же, 8, № 4, 578 (1970). ⁴ «Венера-8»: Итоги космического рейса, «Правда» от 10 IX 1972 г.