

© Академик В.Л. БАРСУКОВ, Э.М. ГАЛИМОВ,
Л.А. КОДИНА, Н.Э. ДОМОГАРОВА

**О ВОЗМОЖНОМ ВЛИЯНИИ КОНДЕНСАЦИИ
НА ПОВЕРХНОСТИ НЕКОТОРЫХ КОСМИЧЕСКИХ ТЕЛ
ПРОДУКТОВ УДАРНОГО ПИРОЛИЗА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА
НА ФОРМИРОВАНИЕ ИХ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ**

Особенностью некоторых темных космических тел, в частности спутников Марса Фобоса и Деймоса, является спад их альbedo в УФ-области спектра. В качестве возможного объяснения этого явления было высказано предположение о том, что при космической экспозиции углеродистого материала на поверхности этих объектов могут возникать под влиянием солнечного ветра изменения, приводящие к наблюдаемому уменьшению альbedo в УФ-диапазоне [1]. Проведены эксперименты по облучению графита высокоэнергетическими пучками ядер водорода, гелия и азота, имитирующие воздействие космической радиации на углеродистое вещество безатмосферных космических объектов, показавшие, что в этих условиях действительно имеет место тенденция к соответствующему изменению спектра альbedo [1]. В гексановых экстрактах из облученного графита методом низкотемпературной спектрофлуориметрии установлено присутствие полициклических ароматических углеводородов — гомологов нафталина и фенантрена, бензфлуоренов, пирена — в количествах $n \cdot 10^{-7} - 10^{-8}$ г [2].

Однако тот факт, что углистые хондриты, близким аналогом которых, очевидно, является Фобос и Деймос, содержат органическое вещество, позволяет предположить иное объяснение наблюдаемой оптической аномалии. При метеоритной бомбардировке, об активном протекании которой свидетельствует обилие ударных кратеров на поверхности Фобоса и Деймоса, локальное развитие высоких температур неизбежно вызовет возникну и реакции пиролитического преобразования эндогенного органического материала. Свидетельством реальности этого процесса являются наблюдаемые на спутниках Марса темные гало вокруг свежих кратеров, которые, по версии [3], образованы тонким слоем черных продуктов типа пироуглерода, образовавшихся при ударной переработке органического вещества. Естественно полагать, что в ходе ударно-взрывных событий на разном удалении от центра кратера реализуется широкий интервал температурных условий; следовательно, наряду с элементарным углеродом в ходе разнотемпературного пиролитического преобразования органического вещества будут образовываться разного рода органические соединения, которые, конденсируясь на холодной поверхности, трансформируют оптические свойства подложки. С целью выяснить характер влияния подобных процессов на спектр отражения был предпринят следующий эксперимент.

Природное вещество — асфальтен, близкое по своей структуре к органическому полимеру углистых хондритов, подвергалось пиролитическому преобразованию при разных температурах. Пиролитическое преобразование проводилось в пробирке из кварца в условиях глубокого вакуума (10^{-9} Тор) при температурах 400, 600 и 1000 °С. Возгоняющиеся продукты пиролитического преобразования конденсировались на поверхности пластинки графита, охлаждаемой жидким азотом. Во всех вариантах опыта спектры отражения пластинок графита, покрытых

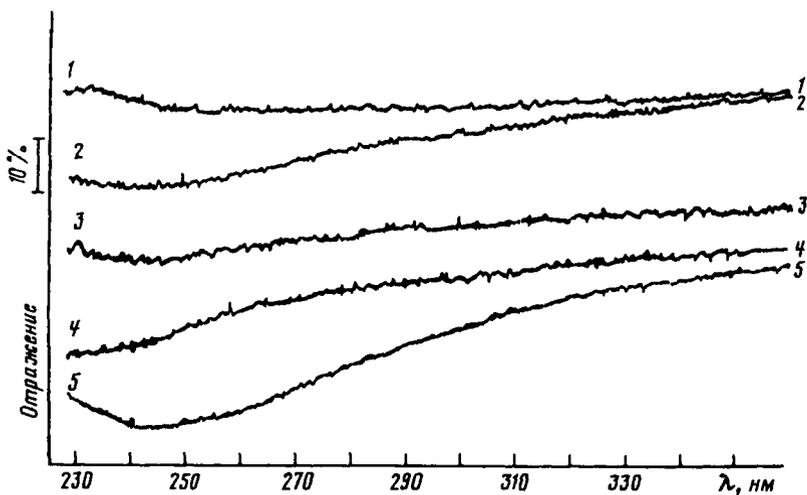


Рис. 1. Спектры отражения пластины графита (1), пластины графита, облученной пучком протонов высокой энергии (2), пластинок графита, покрытых продуктами пиролитической возгонки асфальтенов: пиролиз при 1000 °С (3), при 600 °С (4), при 400 °С (5)

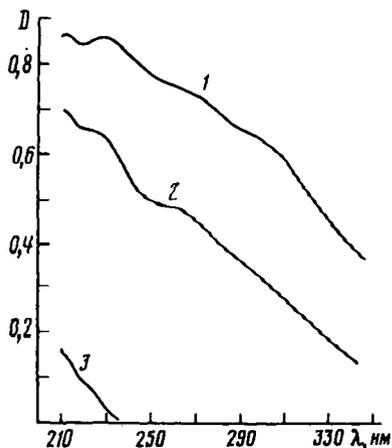


Рис. 2. Спектры поглощения гексановых растворов продуктов пиролитической возгонки асфальтенов. 1 – пиролиз при 600 °С, 2 – при 400 °С, 3 – при 1000 °С

пленкой возгоняющегося вещества, отличались от спектров чистого графита и заметно различались между собой (рис.1). При 400 °С наблюдался спад альбедо в области 360–250 нм, а в области 250–220 нм – заметное возрастание альбедо. При 600 °С во всем диапазоне 360–230 нм наблюдается спад альбедо, а полученный спектр отражения приближен по своему характеру к спектру отражения пластины графита, облученной высокоэнергетическим пучком протонов. В этом случае имеет место новообразование полициклических ароматических углеводородов, поглощающих излучение в указанном диапазоне [2]. Спектр отражения получается близким к спектральным характеристикам Фобоса и Деймоса [1]. В опыте при 1000 °С изменения спектра отражения чистого графита были минимальными. Смесь веществ, сконденсировавшихся на пластинках графита, элюировали гексаном и снимали спектры поглощения элюатов и ИК-спектры пленок на стеклах КВг. Гексановые растворы из опытов при 400 и 600 °С интенсивно поглощали свет в диапазоне 220–350 нм. В опыте при 1000 °С поглощение слабое (рис. 2). Спектры бесструктурны, со слабо выраженными максимумами поглощения в областях 220–230, 255–265 (400 °С) и 265–280 (600 °С), 300–320 нм (600 °С), характерными для ароматических веществ. Однако

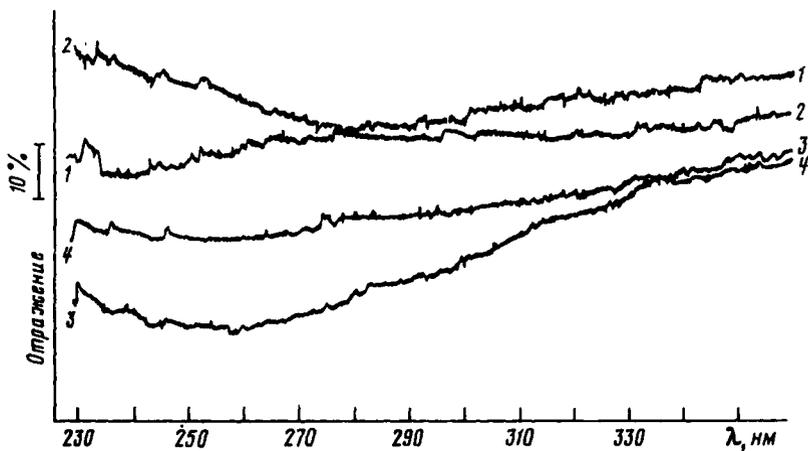


Рис. 3. Спектры отражения пластинок графита с напыленным слоем гуминовых кислот (1), фракции метанонафтеновых углеводородов (2), ароматических углеводородов (3), бензол-метанольных смол из нефти (4). Спектры сняты на спектрофотометре "Hitachi" EPS-3T

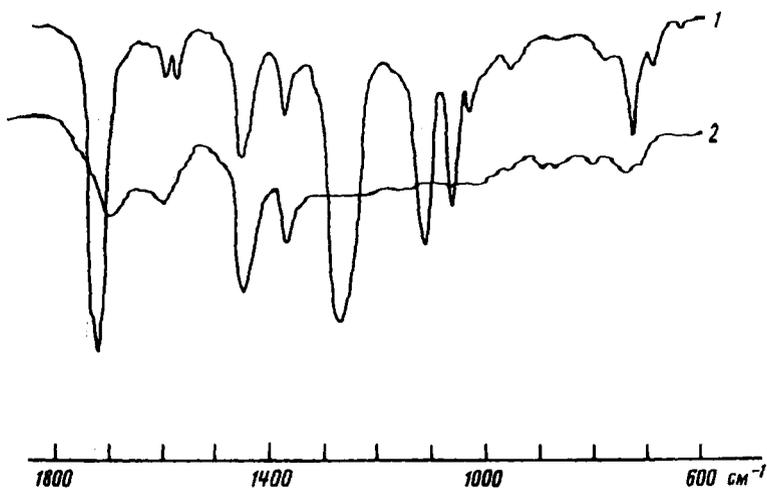


Рис. 4. ИК-спектры сублимата из опыта по пиролизу асфальтенов при 600 °С. 1 – сублимат, 2 – остаток

методом низкотемпературной спектрофлуориметрии не выявлено заметных количеств полициклических ароматических углеводородов.

В специальной серии опытов установлено, что форма спектров отражения пластинок графита в области 220–360 нм с напыленными на них органическими соединениями заметно различается в зависимости от природы вещества, образующего слой на поверхности графита. Испытаны фракции нефтяных компонентов: полярные (бензол-метанольные) смолы, ароматические углеводороды, метанонафтеновые углеводороды, а также гуминовые кислоты (рис. 3). Для метанонафтеновых углеводородов отмечается заметное возрастание альбедо в области 300–230 нм, тогда как для трех других веществ, содержащих в структуре ароматические кольца, в этой области

наблюдается спад альбеда при уменьшении длины волны, происходящий с разной интенсивностью у разных веществ. Наиболее сильно поглощает УФ-лучи пленка ароматических углеводородов. Действительно, сопоставление УФ-спектров, полученных в эксперименте, со спектрами индивидуальных ароматических соединений [4], показало наибольшее их подобие спектрам кислородсодержащих производных нафталина, ИК-спектры возгонов (опыты 400 и 600 °С) содержат интенсивные полосы поглощения карбонильных и других кислородсодержащих групп (рис. 4).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что присутствие пленки органического вещества на черной поверхности графита заметно и специфично изменяет ее оптические свойства. Пиролиз органического вещества в широком интервале температур, характерном для ударно-взрывных событий, приводит к возникновению большого набора продуктов, включая свободный углерод, простые углеводороды типа метана и целый спектр органических соединений разной молекулярной массы и структуры. Поскольку термический распад органических соединений идет в первую очередь по направлениям, требующим минимальной деформации молекул, среди продуктов полимерного ароматизированного керогена в разных температурных зонах будут присутствовать ароматические соединения как углеводородного ряда, так и кислородсодержащие. Конденсаты таких относительно низкомолекулярных соединений, образуя пленки на темной поверхности космических объектов, могут давать оптическую картину, подобную астрономически наблюдаемым спектрам отражения Фобоса и Деймоса с характерным спадом альбеда в УФ-области. Вероятно, предполагаемые процессы могли оказать влияние на формирование оптических свойств поверхности углеродсодержащих безатмосферных космических объектов.

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

Поступило
22 IX 1988

ЛИТЕРАТУРА

1. Шкуратов Ю.Г., Стадникова Н.П., Ярмоленко С.Я. — Астрон. журн., 1986, т. 63, № 6, с. 1183–1186.
2. Кодина Л.А., Оглоблина А.И., Станкевич Н.П., Шкуратов Ю.Г. Тез. 8-й Сов.-Амер. рабочей встречи по планетологии 22–28 августа 1988 г. М., 1988, с. 58–59.
3. Прошин А.А., Николаева О.В. — ДАН, 1982, т. 285, № 2, с. 429–431.
4. Friedel R.A., Orchin M. Ultraviolet spectra of aromatic compounds. N.Y., 1951. 52 p.