

УДК 523.51 + 550.4 + 552.63 + 576.1

АСТРОНОМИЯ

Академик А. П. ВИНОГРАДОВ, Г. П. ВДОВЫКИН
АНАЛОГ ПОЛИНУКЛЕОТИДА В МЕТЕОРИТАХ

При выяснении условий химического синтеза сложных органических соединений, предшествовавших возникновению живого вещества, большой интерес представляет изучение органических соединений в метеоритах — углистых хондритах. Эти метеориты обогащены органическими соединениями, возникшими в метеоритах на ранних стадиях развития вещества солнечной системы.

Органические вещества в метеоритах, подробно изученные в последние годы, представляют сложную смесь соединений. Преобладающая часть

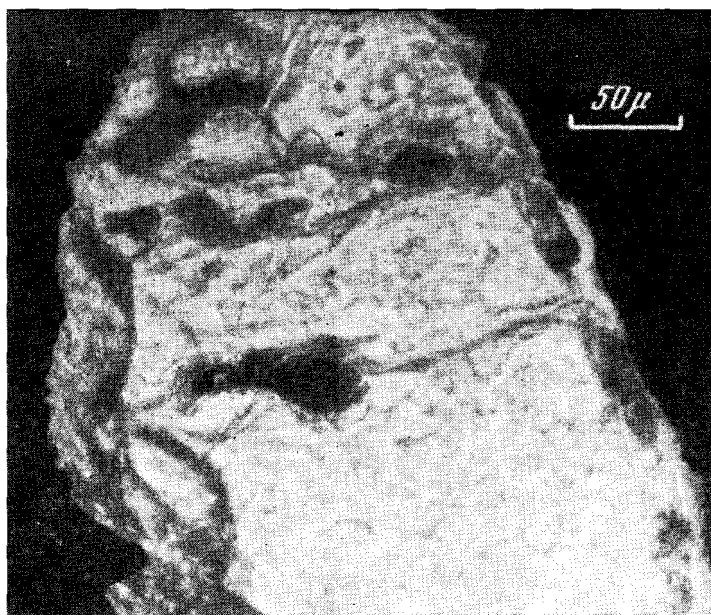


Рис. 1. Мономинеральная оливиновая хондра, окруженная углистым веществом, в метеорите Мигей

представлена полимерным органическим веществом с ароматической конденсированной структурой (¹, ²). Это вещество черного цвета распределено в межхондровом пространстве, а также замещает хондры по периферии (рис. 1), в нем распределены парафиновые и ароматические углеводороды, экстрагируемые из метеоритов органическими растворителями, а также аминокислоты, находящиеся в свободном и связанном состоянии, сахара (³), азотистые циклические основания — пурины, триазины (⁴), пиримидины (⁵), порфирины (⁶) и т. д. Включения тонкодисперсных органических соединений в шлифах углистых хондритов люминесцируют в ультрафиолетовых лучах ($\lambda = 365$ мμ) желтовато-зеленоватым цветом. Представляло интерес исследовать метеориты на содержание в них еще более сложных соединений, в частности полинуклеотидов.

При изучении органического вещества углистого хондрита Мигей нами были получены сведения о присутствии в этом метеорите аналога

полинуклеотидов, имеющего структуру двойной спирали, несколько сходную со структурой ДНК.

Полимерное вещество углистого хондрита Мигеи находится в межхондровом пространстве в тонкодисперсном состоянии в тонкой смеси с минеральными зернами, главным образом с водными силикатами. Поэтому выделение полимерного вещества из чистого порошка метеорита производилось тщательной обработкой раствором кислот $0,1\text{ N HCl}$ и 2 N HF в водной фазе при $\text{pH} > 3$ при длительном нагревании до $30\text{--}50^\circ$. После тщательной очистки полимерного вещества от минеральных частиц оно исследовалось методом микродифракции на сверхвысоковольтном (400 кВ) электронном микроскопе — электронографе. Исследованное этим методом ⁽⁷⁾ органическое вещество углистых хондритов представляет сложную смесь полимеров аморфной и кристаллической структуры. Наиболее характерны для метеорита Мигеи хлопьевидные частицы полимерного вещества. В редких случаях встречаются нити полимеров, имеющие ароматическую структуру, но иногда — спиралевидную. На рис. 2 приведен микродифракционный спектр текстурированного полимера со структурой двойной спирали с периодом в направлении оси волокна $\sim 30\text{ \AA}$.

Структура полимера довольно хорошо напоминает структуру ДНК, неоднократно исследованную рентгеноструктурным анализом (⁽⁸⁾ и др.). Однако двойная спираль структуры метеоритных полимеров симметрична, в отличие от структуры ДНК, входящей в состав живого вещества. Это может свидетельствовать о том, что аналог полинуклеотидов в метеорите имеет, вероятнее всего, небиологическую, химическую природу.

Для изучения состава аминокислот порошок другого, также чистого, образца метеорита Мигеи весом $\sim 2\text{ г}$ обрабатывался для выделения органического вещества 2 N HCl и HF при таком же подогревании. Остаток гидролизовался 6 N HCl при 110° в течение 24 час. В гидролизате идентифицированы методом хроматографии на бумаге (подвижный растворитель: *n*-бутиловый спирт — уксусная кислота — вода 4:1:5) следующие аминокислоты: лизин, гистидин, аспарагиновая кислота, глутаминовая кислота, глицин, аланин, серин, валин, треонин, следы лейцина. Преобладают глицин и аланин. Эти данные подтверждают предыдущие находки аминокислот в метеоритах ⁽³⁾, и в частности недавние находки аминокислот (рацемическая смесь) в упавшем в 1969 г. углистом хондрите Murchison ⁽⁹⁾. В последнем найдены, кроме того, аминокислоты, не характерные для протеинов: α -аминоизомасляная, α -амино-*n*-масляная, β -аланин, β -аминоизомасляная и др. (^(9, 10) и др.). Те же аминокислоты, которые были идентифицированы в метеорите Мигеи, нами были установлены также в продуктах экспериментального радиогенного синтеза ⁽¹¹⁾. Все эти данные свидетельствуют о том, что аминокислоты в метеоритах образовались, вероятнее всего, в результате химического синтеза. В метеоритах аминокислоты находятся в основном в связанном состоянии и могут входить в состав более сложных веществ, в частности в состав найденного нами в метеорите Мигеи аналога полинуклеотидов.

Присутствие аналога полинуклеотидов в углистом хондрите Мигеи, имеющего химическую природу, свидетельствует о благоприятных для его природного синтеза условиях в протопланетном газовой-пылевом облаке, т. е. синтез органических соединений из простых первоначальных веществ происходил при относительно невысоких температурах уже после образования хондр. Источником энергии при синтезе могло быть космическое излучение. Полинуклеотиды, подобные найденным в метеорите Мигеи, могли синтезироваться химическим путем и в земных условиях до возникновения живого вещества.

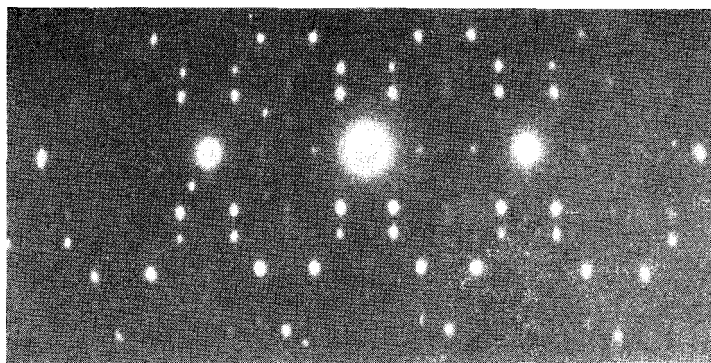


Рис. 2. Микродифракционный спектр метеоритного аналога полинуклеотида в метеорите Минге

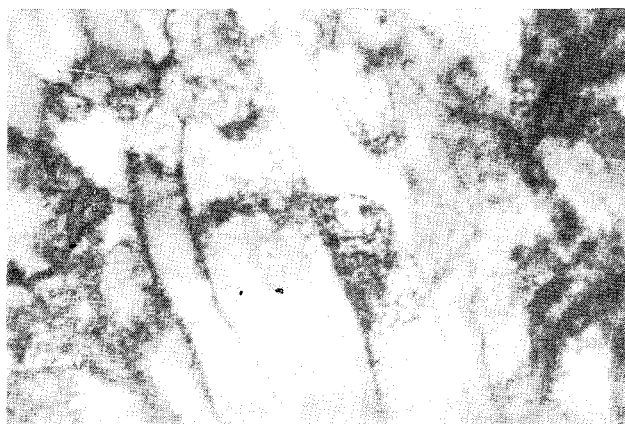


Рис. 2. Вытянутые дислокационные конфигурации в никеле при 60% деформации. 24 500 $\times$



Рис. 3. Дислокационная структура сплава никеля с 60 ат.% кобальта при 80% деформации. 26 000 $\times$

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Виноградов, Г. П. Вдовыкин, Геохимия, № 9 (1964).
- ² Г. П. Вдовыкин, Углеродистое вещество метеоритов (органические соединения, алмазы, графит), «Наука», 1967.
- ³ I. R. Kaplan, E. T. Degens, J. H. Reuter, Geochim. et cosmochim. acta, 27, № 7 (1963).
- ⁴ R. Hayatsu, M. H. Studier et al., Geochim. et cosmochim. acta, 32, № 2 (1968).
- ⁵ C. E. Folsome, J. Lawless et al., Nature, 232, № 5306 (1971).
- ⁶ G. W. Hodgson, B. L. Baker, Geochim. et cosmochim. acta, 33, № 8 (1969).
- ⁷ А. П. Виноградов, Г. П. Вдовыкин, Н. М. Попов, Геохимия, № 4 (1965).
- ⁸ J. N. Davidson, The biochemistry of the nucleic acids, London—N. Y., 1965.
- ⁹ J. Oró, J. Gibert et al., Nature, 230, № 5289 (1971).
- ¹⁰ J. R. Cronin, C. B. Moore, Science, 172, № 3990 (1971).
- ¹¹ А. П. Виноградов, Г. П. Вдовыкин, Геохимия, № 9 (1969).