

УДК 552.63:573.5

## НОВЫЕ НАХОДКИ МИКРОФОССИЛИЙ В МЕТЕОРИТЕ ОРГЕЙ

© 2021 г. А. Ю. Розанов<sup>a, b, d</sup>, Р. Хувер<sup>c</sup>, А. К. Рюмин<sup>b, \*</sup>, Е. А. Сапрыкин<sup>b, d</sup>,  
М. И. Капралов<sup>b, d, \*\*</sup>, А. Н. Афанасьева<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

<sup>b</sup>Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Московская обл., Россия

<sup>c</sup>Космический и ракетный центр Соединенных Штатов, Хантсвилл, Алабама, США

<sup>d</sup>Государственный университет “Дубна”, Дубна, Московская обл., Россия

\*e-mail: arjumin@mail.ru

\*\*e-mail: mast34@mail.ru

Поступила в редакцию 09.12.2019 г.

После доработки 15.07.2020 г.

Принята к публикации 15.07.2020 г.

В ходе исследования метеорита Оргей при помощи электронного сканирующего микроскопа TESCAN VEGA 3 были сделаны новые находки микрофоссилий, в частности: фрагмент панциря пеннатной диатомеи, трубковидные формы с двойной пористой клеточной стенкой (празиофиты?), полые шарообразные формы с отростком (акритархи?) и спороподобные формы. Рассмотрен вопрос о кометном происхождении Оргея.

**Ключевые слова:** метеорит Оргей, углистые хондриты, микрофоссилии, прازیофиты, диатомеи, акритархи

**DOI:** 10.31857/S0031031X21010116

### ВВЕДЕНИЕ

Микропалеонтологическое изучение метеорита Оргей берет свое начало в 1961 г., когда в нем были обнаружены углеводороды (Nagy et al., 1961), характерные для живых организмов, а затем индигенные для метеорита микроскопические структуры, так называемые “организованные элементы”, сходные по морфологии с ископаемыми водорослями (Claus, Nagy, 1961). Ф. Стэплин (Staplin, 1962) обнаружил органические остатки, среди которых были микрофоссилии неясного систематического положения, контаминанты и меловые микрофоссилии. П. Палик (Palik, 1962) находит в Метеорите Оргей нитевидные образования, морфологически сходные с водорослями. С. ВанЛэндингом и др. (VanLandingham, 1965; VanLandingham et al., 1967) делают выводы, что организованные элементы обладают достаточной структурированностью и с большой долей вероятности не являются контаминантами. М. Россиньол-Стрик и Э. Баргхурн (Rossignol-Strick, Barghoorn, 1971) обнаружили в Оргее разнообразные структуры (полые сферы, мембраны, воронковидные образования и т.д.).

С середины 1990-х гг. в ходе микропалеонтологических исследований в метеорите Оргей найдены разнообразные фоссилизированные бактерии и протисты (Розанов, 1996, 2009; Жмур и др.,

1997; Hoover et al., 1998, 2004, 2008, 2018; Герасименко и др., 1999, Hoover, Rozanov, 2005; Hoover, 2006a, b).

### ОПИСАНИЕ МИКРОФОССИЛИЙ

За последнее время в секторе астробиологии Лаб. радиационной биологии Объединенного ин-та ядерных исследований (ОИЯИ) при помощи электронного сканирующего микроскопа TESCAN VEGA 3 в метеорите Оргей был сделан ряд интересных находок.

Трубковидные формы (табл. XIII, фиг. 1, 2; см. вклейку). Могут образовывать колонии. Ширина внутренних полостей 5–10 мкм. Толщина стенки от 2 до 4 мкм. Стенка двойная, пронизанная радиальными каналами. Морфологические особенности позволяют предположить, что данные формы относятся к прازیофитам.

Шарообразные формы с отростком. Один экземпляр (диаметром около 19 мкм) полый, частично разрушен (табл. XIII, фиг. 3). Стенка толстая без пор (толщиной около 2–2.5 мкм), слегка изгибается образуя отросток (P1). Полость была заполнена кристаллами магнетита. Меньший по размеру экземпляр (табл. XIII, фиг. 4) в диаметре около 5 мкм, хорошей сохранности, с коротким отростком (P2). Предположительно акритархи.

Фрагмент панциря пеннатной диатомеи, имеющей гантелеобразную форму. Ширина в узкой части 5.3 мкм, в широкой – 5.8 мкм. Длина сохранившейся части – около 14 мкм. Общая длина панциря могла составлять около 20 мкм (табл. XIII, фиг. 5).

Мешковидные формы размером 8–12 мкм, сходные со спорами водорослей и грибов, в ряде случаев напоминающие споры мохообразных. Некоторые экземпляры с бороздками, напоминающими щель разверзания (табл. XIII, фиг. 6; табл. XIV, фиг. 1; см. вклейку); один из них представлен фрамбоидом по спороподобной форме (табл. XIII, фиг. 6). У других экземпляров наблюдаются ямки (табл. XIV, фиг. 2–4).

### ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЕТЕОРИТА ОРГЕЙ

В связи с большим разнообразием находок стоит подробнее остановиться на происхождении метеорита Оргей. Изначально считалось, что родительскими телами всех метеоритов являлись астероиды главного пояса или облако Оорта. Однако последние открытия позволяют предположить, что наиболее вероятными родительскими телами С11 и, возможно, СМ2 углистых хондритов могут являться кометы.

Оргей (как и другие С11 метеориты) имеет отчетливые следы воздействия жидкой воды на свою минеральную матрицу, что служит весомым доказательством в пользу наличия жидкой воды в его родительском теле. Также была отмечена близость отношения изотопов дейтерия к водороду (D/H) в Оргее к таковому в комете 103P/Hartley 2. Все это, а также схожесть индигенных аминокислот и аминов, обнаруженных в Оргее, с таковыми в кометах, служит серьезным доводом в пользу кометного происхождения данного метеорита (Hartogh et al., 2011; Wickramasinghe et al., 2012).

Основываясь на свидетельствах очевидцев падения, была рассчитана не только траектория прохождения через атмосферу, но и орбита Оргея. Параметры перигелия и афелия орбиты указывают на то, что родительское тело метеорита могло происходить либо из водосодержащих астероидов группы Аполлонов, либо из комет семейства Юпитера или галлеевского типа.

Исследования показали, что по своему минеральному составу Оргей выделяется значительной гетерогенностью; различные части метеорита имеют разное происхождение и сильно различаются по своему возрасту. Основываясь на приведенных выше доводах в пользу кометного происхождения метеорита, становится вероятной следующая модель его формирования: досолнечная межзвездная и межгалактическая космическая пыль, наряду с другими летучими веществами и водным льдом, сконденсировались на кометное

родительское тело, сформировав таким образом внутреннее ядро будущего метеорита. Затем, в процессе аккреции, на это ядро прирастала космическая пыль, образованная самыми разными событиями, такими как астероидные коллизии, импактные события на планетах и лунах, хвосты других комет и т.д.

Известно, что кометы теряют значимое количество вещества при каждом своем прохождении вблизи перигелия, и часть этого материала, как считается, может пережить прохождение через земную атмосферу в форме метеорита. Наблюдения показывают возможность наличия на большинстве комет условий, благоприятных для, как минимум, сохранения в них различных экстремофильных микроорганизмов, или даже их полноценного метаболизма. При прохождении метеорита через атмосферу происходит нагрев лишь внешних его слоев, в то время как температура внутренних остается стабильной (Wickramasinghe et al., 2012).

Таким образом, гипотеза о кометном происхождении Оргея кажется вполне вероятной, также она способна выступить обоснованием для присутствия в метеорите индигенных объектов, морфологически схожих с микрофоссилиями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Герасименко Л.М., Жегалло Е.А., Жмур С.И. и др.* Бактериальная палеонтология и исследования углистых хондритов // Палеонтол. журн. 1999. № 4. С. 103–125.
- Жмур С.И., Розанов А.Ю., Горленко В.М.* Следы древнейшей жизни в космических телах Солнечной системы // Природа. 1997. № 8. С. 3–10.
- Розанов А.Ю.* Цианобактерии и, возможно, низшие грибы в метеоритах // Соросовский образовательный журн. 1996. Т. 11. С. 61–65.
- Розанов А.Ю.* Псевдоморфозы по микробам в метеоритах // Проблемы происхождения жизни. Сб. научных статей / Ред. Розанов А.Ю., Лопатин А.В., Снытников В.Н. М.: ПИН РАН, 2009. С. 158–168.
- Claus G., Nagy B.* A microbiological examination of some carbonaceous chondrites // Nature. 1961. V. 192. P. 594–596.
- Hartogh P., Lis D.C., Bockelée-Morvan D. et al.* Ocean-like water in the Jupiter-family comet 103P/Hartley 2 // Nature. 2011. V. 478. № 7368. P. 218–220.  
<https://doi.org/10.1038/nature10519>
- Hoover R.B.* Comets, carbonaceous meteorites and the origin of the biosphere // Biogeosci. Discuss. 2006a. № 3. P. 23–70.  
[https://doi.org/10.1007/978-0-387-68656-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-0-387-68656-1_4)
- Hoover R.B.* Fossils of prokaryotic microorganisms in the Orgueil meteorite // Proc. SPIE. 2006b. V. 6309. P. 1–18.  
<https://doi.org/10.1117/12.690441>
- Hoover R.B., Jerman G., Rozanov A. Yu., Sipiера P.P.* Indigenous microfossils in carbonaceous meteorites // Proc. SPIE. 2004. V. 5555. P. 1–17.  
<https://doi.org/10.1117/12.566491>

- Hoover R.B., Rozanov A.Yu.* Microfossils, biominerals and chemical biomarkers in meteorites // *Perspectives in Astrobiology* / Eds. Hoover R.B., Paeppe R.R., Rozanov A.Yu. Amsterdam: IOS Press, 2005. P. 1–240 (NATO Sci. Series: Life and Behavioural Sci. V. 366).
- Hoover R.B., Rozanov A.Yu., Krasavin E.A. et al.* Diatoms in the Orgueil meteorite // *Paleontol. J.* 2018. V. 52. № 13. P. 1647–1650.  
<https://doi.org/10.1134/S0031030118130051>
- Hoover R.B., Rozanov A.Yu., Zhmur S.I., Gorlenko V.M.* Further evidence of microfossils in carbonaceous chondrites // *Proc. SPIE.* 1998. V. 3441. P. 203–216.  
<https://doi.org/10.1117/12.319839>
- Nagy B., Meinschein W.G., Hennessy D.J.* Mass spectroscopic analysis of the Orgueil meteorite: Evidence for biogenic hydrocarbons // *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1961. V. 93. P. 25–35.
- Palik P.* Further life-forms in the Orgueil meteorite // *Nature.* 1962. V. 194. P. 1065.
- Rosignol-Strick M., Barghoorn E.S.* Extraterrestrial abiogenic organization of organic matter: The hollow spheres of the Orgueil meteorite // *Space Life Sci.* 1971. V. 3. P. 89–107.
- Staplin F.L.* Microfossils from the Orgueil meteorite // *Microfossils.* 1962. V. 8. P. 343–347.
- VanLandingham S.L.* Evidence for microfossils in the Alais and Orgueil carbonaceous meteorite // *Nature.* 1965. V. 208. P. 947–948.
- VanLandingham S.L., Sun C.N., Tan W.C.* Origin of round-body structures in the Orgueil meteorite // *Nature.* 1967. V. 216. P. 252–253.
- Wickramasinghe N.C., Wickramasinghe J.T., Wallis J. et al.* Comets as Parent Bodies of CII Carbonaceous Meteorites and Possible Habitats of Ice-Microbes // *Instruments, Methods, and Missions for Astrobiology XV. Proc. SPIE.* 2012. V. 8521.  
<https://doi.org/10.1117/12.975979>

### Объяснение к таблице XIII

- Фиг. 1. Трубковидная форма, предположительно прازیнофит; видна двойная стенка, пронизанная радиальными каналами; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/9.
- Фиг. 2. Предположительно колония прازیнофитов; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/9.
- Фиг. 3. Фрагмент стенки полого сферического объекта (предположительно акритарх) диаметром около 19 мкм, стенка слегка изгибается, образуя отросток (P1); толщина стенки около 2–2.5 мкм; объект ранее был заполнен кристаллами магнетита; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/7.
- Фиг. 4. Объекты шарообразной формы разной размерности (0.5–3 мкм) и крупный (около 5 мкм в диаметре) сферический объект с коротким отростком (P2), предположительно акритарх; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/7.
- Фиг. 5. Фрагмент панциря пениатной диатомеи; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/7.
- Фиг. 6. Мешковидная спороподобная форма с бороздками, напоминающими щель разверзания; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/2.

### Объяснение к таблице XIV

- Фиг. 1. Фрамбоид магнетита (по спороподобной форме); метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/2.
- Фиг. 2–4. Спороподобные формы с ямками; метеорит Оргей, ОИЯИ, обр. 1/2.

## New Findings of Microfossils in the Orgueil Meteorite

**A. Yu. Rozanov, R. B. Hoover, A. K. Ryumin, E. A. Saprykin, M. I. Kapralov, A. N. Afanasyeva**

During the study of the Orgueil meteorite using the TESCAN VEGA 3 scanning electron microscope, new microfossils have been found, in particular: a fragment of the shell of a pennate diatom, tubular forms having double porous cell walls (prasinophytes?), Hollow spherical forms with a process (acritarchs?), and spore-like forms. The question of the cometary origin of the Orgueil meteorite was considered.

*Keywords:* Orgueil meteorite, carbonaceous chondrites, microfossils, prasinophytes, diatoms, acritarchs



