ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, 2024, № 1, с. 64–67

УДК 564.81

ЗАХОРОНЕНИЕ ЮНЫХ СТВОРОК ОРГАНОФОСФАТНЫХ БРАХИОПОД В АРГИЛЛИТАХ ШУМНИНСКОЙ СВИТЫ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ (ПО МАТЕРИАЛАМ КЕРНА ИЗ СКВАЖИНЫ ХС-1)

© 2024 г. Г. Т. Ушатинская*

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, 117647, Россия

**e-mail: gushat@paleo.ru*

Поступила в редакцию 26.12.2022 г.
После доработки 10.07.2023 г.
Принята к публикации 10.07.2023 г.

Образцы керна из скважины ХС-1, пробуренной на северо-западе Сибирской платформы, происходят из шумнинской свиты с глубины 1012–1013 м, (ботомский и тойонский ярусы нижнего кембрия). Образцы представлены черными тонкослоистыми битуминозными аргиллитами. На плоскостях напластования встречены отпечатки и ядра створок фосфатных брахиопод – лингулид и акротретид. На одном из образцов обнаружено скопление очень мелких остатков (60–220 мкм), вероятно, принадлежавших эмбриональным или брефическим створкам этих брахиопод. Химический анализ показал, что их покровы, органические при жизни, вероятно, после смерти были замещены пиритом. В то же время, сохранившиеся фрагменты раковин взрослых брахиопод из этих же образцов сложены фосфатом кальция.

Ключевые слова: нижний кембрий, лингулиды, ювенильные створки, замещение пиритом

DOI: 10.31857/S0031031X24010056, **EDN:** FQNRGM

Брахиоподы, принадлежащие подтипу Linguliformea, известны в геологической летописи с самого основания кембрия. При жизни они обладали органофосфатной раковиной. После смерти в ходе фоссилизации органическая составляющая разрушалась или была преобразована (минерализована), и ископаемые раковины и створки лингулиформей, с которыми мы имеем дело, обычно сложены фосфатом кальция – апатитом. Потомки лингулиформей дожили до наших дней и во многом сохранили ряд черт морфологии и развития, свойственных предковым формам. У современной Lingula эмбриональное и личиночное развитие после оплодотворения проходит внутри яйца, из которого вылупляются уже по существу маленькие брахиоподки с двумя органическими створками и зачаточным лофофором, они начинают плавать и расти. Это ювенильная (или брефическая) планктотрофная стадия продолжается от нескольких дней до месяца, и только после оседания на дно у животного начинает откладываться минеральный скелет (Lüter, 2007). Отдельные ювенильные раковины с органическими покровами, как правило, в ископаемом состоянии не сохраняются. Присланный недавно материал из Новосибирска с керном скважины ХС-1, пробуренной на северо-западе Сибирской платформы, с глубины 1012–1013 м, позволил сделать удивительные наблюдения. В данной скважине на указанных глубинах распространены отложения шумнинской свиты (ботомский и тойонский ярусы нижнего кембрия), которые в этом регионе представлены серыми, желтыми, темно-серыми доломитами с тонкими линзовидными прослоями черных и темно-серых очень плотных битуминозных аргиллитов, на сколах сланцеватых. Шумнинская свита широко распространена на северо-западе Сибирской платформы. Наиболее полные ее разрезы известны по р. Сухариха и ее притоку р. Шумная. Мощность свиты там достигает 240 м. В скважине ХС-1 ее мощность около 25 м. По данным В.А. Даценко и др. (1968), Л.Н. Репиной (1972), В.А. Лучининой и др. (1997), породы шумнинской свиты содержат остатки карбонатных водорослей, археоциат, трилобитов, брахиопод, SSF. Накопление свиты происходило в сублиторальной части обширного по-

логого бассейна. Условия были благоприятные для развития разнообразной донной фауны. Небольшие линзовидные прослои черных битуминозных аргиллитов могли образоваться во время штормов в ходе перемещения тонких мутьевых потоков, которые время от времени заносили поселения придонных организмов, в т.ч. и брахиопод. Последние оказывались в низкокислородной среде и быстро погибали, их раковины частично разрушались, частично фоссилизировались. Среди аргиллитов на плоскостях напластования встречаются отпечатки внутренней и внешней поверхностей створок, а иногда сохранившиеся фрагменты створок от лингулид и акротретид, среди которых определены Eoobolus sp., Homotreta salancaniensis (Pelman), Botsphordia caelata (Hall). Эти находки не противоречат ранее определенному возрасту отложений как верхняя половина нижнего кембрия. На поверхности напластования одного из полученных образцов площадью примерно 2 × 3 см встречены плохо сохранившийся отпечаток створки, вероятно, от Eoobolus ?, и недалеко от него на расстоянии 2–10 мм разбросано около двух десятков очень мелких отпечатков или слепков с размерами 220–200 × 20–60 мкм (табл. VI, фиг. 1а, б). Просмотр их с помощью СЭМ показал, что это, вероятно, створки эмбриональных или брефических стадий брахиопод, которые были захоронены, возможно, вскоре после выхода их из яиц. Некоторые из образцов достаточно определенно могут быть отнесены к брюшным створкам лингулид [табл. VI, фиг. 3, 4 (правая), 7] по строению заднего края, другие имеют округлые очертания заднего края и, может быть, принадлежат спинным створкам лингулид или акротретид (табл. VI, фиг. 5а, 5б, 6, 8, 9). Иногда представляется, что сохраняется уже начавшая оформляться у заднего края минеральная створка (табл. VI, фиг. 5). У современных лингул размер яиц около 70–100 мкм. По данным Г. Фримана и Дж. Линделиуса (Freeman, Lindelius, 1999), размеры брефической раковины у нижнекембрийского вида Eoobolus aff. elatus – 100 × 150 мкм. Т.е., эти размеры соответствуют тем, что наблюдаются и на нашем материале.

Сделанные анализы химического состава на поверхности этих мелких экземпляров с помощью Zeiss EVO 50 (Микроанализатор Inca Oxford 350) показали, что они замещены пиритом (FeS_2), в то время как порода, на которой они сохранились – черные битуминозные аргиллиты с повышенным содержанием кремния и алюминия. По-видимому, замещение произошло немного ниже границы вода/осадок, в низкокислородной среде. Замещению в первую очередь подверглись очень мелкие органические по составу тела и органические покровы эмбриональных или брефических створок, у которых минеральная (органофосфатная) раковина еще не начала откладываться. Возможно, здесь мы имеем дело с типом пиритизации, описанным Р. Петровичем для сланцев Берджесс (Petrovich, 2001). После того, как поселение брахиопод было занесено небольшим слоем тонких глинистых осадков и образовался недостаток кислорода, брахиоподы погибли, и произошло окисление органики с помощью сульфат-редуцирующих бактерий, после чего началась реакция с ионами железа, с образованием пирита. На табл. VI (фиг. 4, 6) можно видеть грани от неполных ромбоэдров пирита. А на фиг. 7 той же таблицы виден один хорошо сформированный ромбоэдр пирита, возможно, заместивший все мягкое тело животного.

Анализ состава остатков взрослых акротретид из тех же пород и с той же глубины, у которых сохранились фрагменты створок, показал, что эти фрагменты состоят из фосфата кальция (табл. VI, фиг. 2). Таким образом, у древнейших лингулид, как и у современных их потомков, вероятно, отсутствовала настоящая личиночная стадия развития, и вышедшие из яиц эмбрионы, судя по размерам, очень быстро достигали уровня развития брефической стадии, оставаясь органическими по составу. Юные особи, вероятно, частично отплывали, а частично оседали близ мест обитания родителей.

В работе были изучены образцы с брахиоподами из скв. Хантайско-Сухотунгусская I (ХС-I), пробуренной на северо-западе Сибирской платформы, южнее г. Норильск, которые были присланы И.В. Коровниковым (ИНГГ СО РАН). Образцы происходят из шумнинской свиты с глубины 1012–1013 м. Весь изображенный материал хранится в отделе фондов Палеонтологического ин-та им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН), колл. № 5877.

Автор благодарна сотрудникам кабинета приборной аналитики ПИН РАН Р.А. Ракитову за постоянную помощь при изучении материала с использованием сканирующего электронного микроскопа Tescan и Л.В. Зайцевой за помощь при работе на микроскопе Zeiss Evo 50 с микроанализатором Inca Oxford 350 по определению химического состава раковин.

Данная работа выполнена при частичной финансовой поддержке научного проекта РФФИ № 20-55-44010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Даценко В.А., Журавлева И.Т., Лазаренко Н.П. и др. Биостратиграфия и фауна кембрийских отложений северо-запада Сибирской платформы. Л.: Недра, 1968. 252 с. (Тр. НИИГА. Т. 155).

Лучинина В.А. Коровников И.В., Сипин Д.П., Федосеев А.В. Биостратиграфия верхнего венда – нижнего кембрия разреза р. Сухариха (Сибирская платформа) // Геол. и геофиз. 1997. Т. 38. № 8. С. 1346–1358.

Репина Л.Н. Трилобиты тарынского горизонта разрезов нижнего кембрия р, Сухарихи (Игарский район) // Проблемы биостратиграфии и палеонтологии нижнего кембрия Сибири. М.: Наука, 1972. С. 184–216.

Freeman G., Lundelius J.W. Changes in the timing of mantle formation and larval life history traits in linguliform and craniiform brachiopods // Lethaia, 1999. V. 32. P. 197–217.

Lüter C. Anatomy // Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H, Brachiopoda. Vol. 6. Boulder, Colorado; Laurence, Kansas: Geol. Soc. of America, Univ. Kansas Press, 2007. P. 2321–2355.

Petrovich R. Mechanisms of fossilization of the soft-bodied and lightly armored faunas of the Burgess Shale and of some other classical localities // Amer. J. Sci. 2001. P. 683–726.

Объяснение к таблице VI

Все экземпляры, кроме изображенного на фиг. 2, происходят из одного образца керна, изображенного на фиг. 1, из скв. ХС-1, пробуренной на северо-западе Сибирской платформы, к югу от г. Норильск, с глубины 1013.3 м; шумнинская свита, верхняя часть нижнего кембрия.

Фиг. 1. Образец керна с глубины 1013.3 м, черные битуминозные аргиллиты с отпечатками и слепками створок лингулиформей: 1а – весь образец, 1б – участок на поверхности напластования того же образца, увеличено.

Фиг. 2. Homotreta salancaniensis (Pelman), брюшная створка с частично сохранившимися фрагментами раковины, экз. ПИН, № 5877/8, из керна той же скважины с глубины 1012.5 м.

Фиг. 3. Отпечаток брюшной ювенильной створки Lingulida, экз. ПИН, № 5877/7.

Фиг. 4. Замещенные пиритом слепки створок Lingulida на ювенильной стадии: слева – экз. ПИН, № 5877/3, спинная (?) створка; справа – экз. ПИН, № 5877/4, брюшная створка.

Фиг. 5. Замещенный пиритом слепок спинной створки Acrotretida на ювенильной стадии, экз. ПИН, № 5877/1: 5а – почти вся створка, 5б – ее задняя часть.

Фиг. 6. Замещенный пиритом слепок спинной створки Lingulida на ювенильной стадии, экз. ПИН, № 5877/5.

Фиг. 7. Замещенный пиритом слепок спинной створки Lingulida на ювенильной стадии, экз. ПИН, № 5877/10.

Фиг. 8. Ромбоэдр пирита внутри ювенильной брюшной створки Acrotretida?, экз. ПИН, № 5877/6.

Фиг. 9. Спинная створка ювенильного представителя Lingulida изнутри, экз. ПИН, № 5877/2.

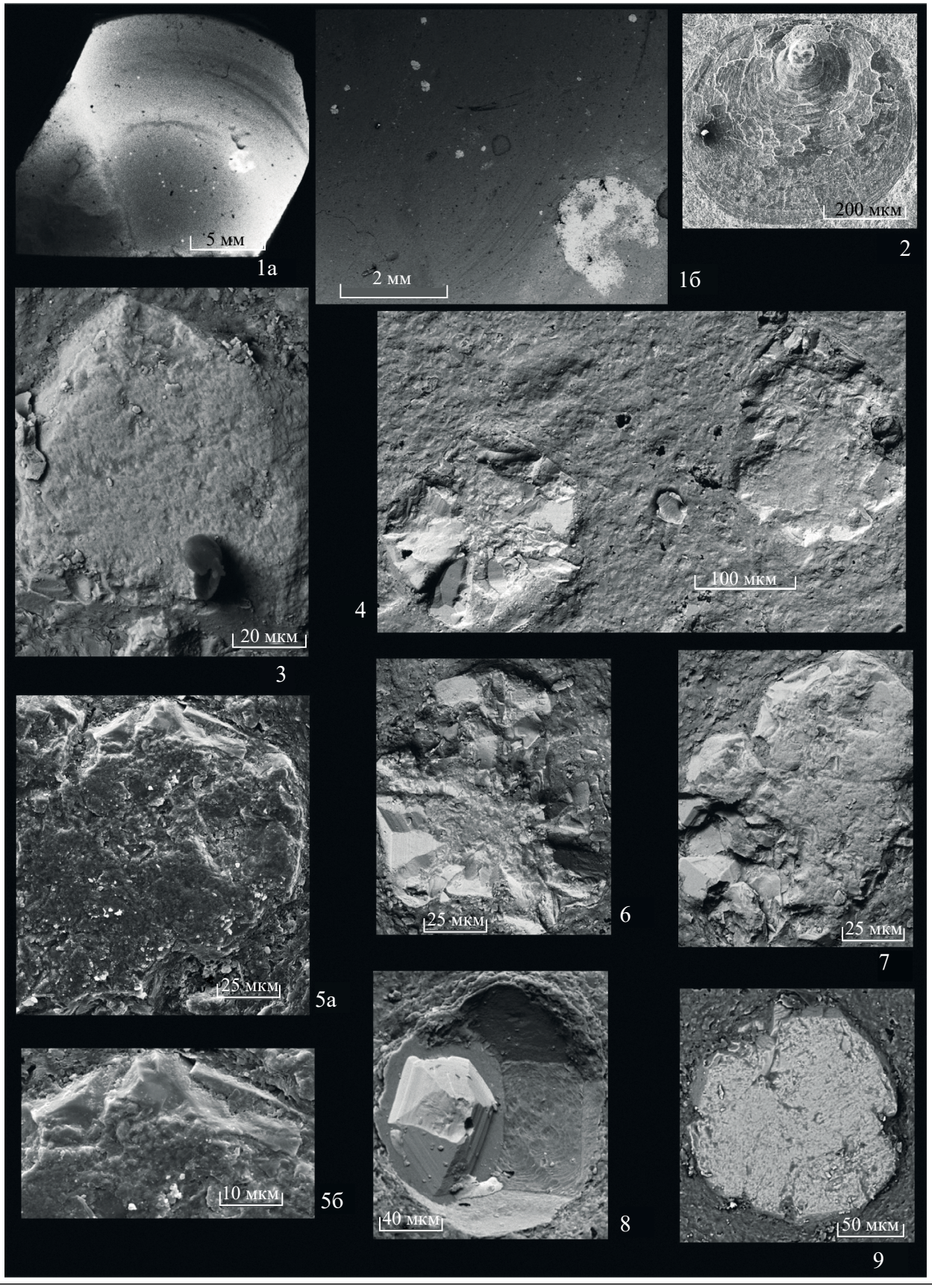
Taphonomy of the Juvenile Valves of Organophosphate Brachiopods in Mudstones of the Shumnine Formation (Botomian and Toyonian Stages, Lower Cambrian), North-West of the Siberian Platform (Borehole XC-1)

G. T. Ushatinskaya

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, 117647 Russia

The core samples derive from the XC-1 borehole (1012-1013 m), Shumnine Formation, Botomian-Toyonian stages, Lower Cambrian, Siberian platform. The samples are represented by thin laminated bituminous mudstone. The imprints of phosphate brachiopod (lingulids and acrotretids) valves and casts of the valves occur on the bedding surface of the samples. One sample bare a cluster of small fossils (60-220 μm) probably belonging to embryos or brephic valves of these brachiopods. Chemical analysis has revealed that the originally organic material of the valves was replaced by pyrite most likely after their death. At the same time, the fragments of the valves of the adult lingulate are composed of calcium phosphate.

Keywords: Lower Cambrian, lingulids, juvenile valves, pyrite replacement


5 мм
1а
2 мм
1б
200 мкм
2
20 мкм
3
100 мкм
4
25 мкм
5а
10 мкм
5б
25 мкм
6
25 мкм
7
40 мкм
8
50 мкм
9