

УДК 56.016.3:551.732.257.012.3

НОВЫЙ РОД ЗООПРОБЛЕМАТИК СЕМЕЙСТВА SIPHOGONUCHITIDAE

© 2023 г. Ю. Е. Демиденко*

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

*e-mail: juliad@paleo.ru

Поступила в редакцию 17.11.2022 г.

После доработки 27.12.2022 г.

Принята к публикации 28.12.2022 г.

Описан новый род и вид *Monoshanites dentatus* gen. et sp. nov. асимметричных склеритов проблематичных организмов животной природы, относящихся к семейству Siphogonuchitidae, из разреза Хэвтэ–Цахир–Нуруу Западной Монголии (томмотский ярус, слои с *Halkieria amorphia*, баянгольская свита). Изучена микроструктура склеритов, имеющих двойную стенку: внутренний слой пластинчатый, внешний – столбчатый.

Ключевые слова: кембрий, склериты, микроструктура, морфология, систематическое положение, Западная Монголия, Siphogonuchitidae, *Monoshanites* gen. nov.

DOI: 10.31857/S0031031X23030066, **EDN:** QBOOBQ

Впервые найдены и морфологически изучены фосфатные склериты *Monoshanites dentatus* gen. et sp. nov. (табл. VI, фиг. 1, см. вклейку; рис. 1–3), относящиеся к семейству Siphogonuchitidae отряда Sachitida He, 1980 (Yin et al., 1980, с. 190; He, 1981). Образцы были отобраны в разрезе Хэвтэ–Цахир–Нуруу Западной Монголии (томмотский ярус, слои с *Halkieria amorphia*) в ходе проведения полевых работ в Монголии в 1983–1989 гг. сотрудниками лаб. древнейших скелетных организмов Палеонтологического ин-та им. А.А. Борисяка РАН (ПИН РАН) Е.А. Жегалло и Н.В. Есаковой (Н.В. Григорьевой). Изученные остатки выделены растворением карбонатных пород в 8–10% растворе уксусной кислоты.

Изученные склериты рассматриваются в составе отряда Sachitida (см. Parkhaev, Demidenko, 2010). Отряд Sachitida He, 1980 (=Thambetolepida Jell, 1981; =Halwaxiida Conway Morris et Caron, 2007) включает в себя два надсемейства – Siphogonuchitoidea Qian, 1977 и Halkierioidea Poulsen, 1967. Первое включает в себя семейство Siphogonuchitidae Qian, 1977, а второе – два семейства: Halkieriidae Poulsen, 1967 и Wiwaxiidae Walcott, 1911. К отряду относят склериты, сильно варьирующие по морфологии – чешуйчатые и шиповидные, прямые или изогнутые, с правой и левой симметрией, так называемые энантиоморфные склериты. Поперечное сечение от округлой до полигональной формы, может меняться на протяжении всего склерита. Наружная сторона склеритов, как правило, выпуклая, с поперечной и продольной наружной скульптурой в виде ребер и

борозд; нижняя сторона уплощенная или вогнутая, с поперечной струйчатостью. Склериты, имеющие простое строение, чаще одиночные, обычно полые изнутри. Более сложно устроенные склериты с центральным продольным каналом во внутренней полости, который через пору соединяется с изолированными друг от друга боковыми каналами. Примером тому служит род *Thambetolepis* Jell, 1981 семейства Halkieriidae (Jell, 1981; Bengtson et al., 1990). Аналогичные замкнутые камеры были обнаружены у рода *Halkieria* Poulsen, 1967 (Bengtson, Conway Morris, 1984). У рода *Dabashanites* присутствует полый канал с отходящими вправо и влево от него изогнутыми полыми боковыми каналами (Chen, 1979). П. Джелл считал, что все полости были заполнены жидкостью при жизни животного, а склериты служили для дыхания (Jell, 1981). Однако преобладает версия, что внутренние структуры предназначались для усиления и укрепления наружных защитных покровных образований, состоящих из склеритов (Bengtson, Conway Morris, 1984; Bengtson et al., 1990; Есакова, Жегалло, 1996).

Склериты из Монголии рассматриваются здесь в составе единственного семейства Siphogonuchitidae надсемейства Siphogonuchitoidea. Сифогонухитиды отличаются асимметричными, изогнутыми или закрученными, полыми склеритами, имеющими поперечное сечение от овальной до полигональной формы. Наружная скульптура отличается у разных родов, представлена поперечными тонкими струйками, отчетливыми узкими продольными и менее выразительными

поперечными ребрами, с бугорками в местах пересечения ребер. В состав семейства, помимо нового рода, входит еще 11 родов (см. ниже; Parkhaev, Demidenko, 2010, с. 957).

Автор благодарен Е.А. Жегалло и Н.В. Есаковой за предоставленный материал разреза Хэвтэ—Цахир—Нуруу Западной Монголии, и Р.А. Ракизову за помощь при работе на сканирующем электронном микроскопе Tescan кабинета приборной аналитики ПИН РАН.

Коллекция хранится в ПИН РАН, № 3302. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-55-44010.

ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛА

О Т Р Я Д SACHITIDA

НА Д С Е М Е Й С Т В О SIPHOGONUCHITOIDEA QIAN, 1977

СЕМЕЙСТВО SIPHOGONUCHITIDAE QIAN, 1977

Род *Monoshanites* Demidenko, gen. nov.

Название рода от *monos* греч. — один, одинокий, и рода *Dabashanites*.

Типовой вид — *Monoshanites dentatus* sp. nov.

Диагноз. Асимметричные склериты сложного строения, состоящие из основного стержня и отходящих от него влево при взгляде с верхней стороны (при ориентировке склерита на фотографии проксимальным концом вверх) шести дугообразно изогнутых, попарно сближенных элементов (три пары). Дистальные концы элементов заостренные, проксимальные — прямоугольной формы в поперечном сечении. Расположение элементов однорядное. Наружная поверхность мелкобугристая; бугорки имеют тенденцию сливаться в тонкие струйки. Стержень имеет субпрямоугольное поперечное сечение.

Видовой состав. Типовой вид.

Сравнение. От наиболее близкого по строению склеритов рода *Dabashanites* Chen, 1979 (табл. VII, фиг. 1; см. вклейку) описываемый род отличается асимметричными склеритами с односторонним попарным, однорядным расположением элементов в склерите и меньшим числом элементов по сравнению с двусторонним двухрядным расположением элементов у *Dabashanites* (Chen, 1979; Kerber, 1988, табл. 6, фиг. 1–4; Hamdi, 1995, табл. 9, фиг. 7–16; Есакова, Жегалло, 1996, табл. 16, фиг. 1–5). От всех остальных родов семейства *Monoshanites* gen. nov. отличается своеобразной, более сложной формой склерита и другими признаками: от рода *Tianzhushania* Qian, Chen et Chen, 1979 — отсутствием дифференцированной скульптуры на разных сторонах склерита, а от родов *Lomasulcachites* Qian et Jiang, 1982, *Drepanochites* Qian et Jiang in Luo et al., 1982, *Lo-*

pochites Qian, 1977, *Siphogonuchites* Qian, 1977, *Quadrochites* Qian, Chen et Chen, 1979, *Quadrosiphogonuchites* Chen, 1982, *Solenotia* Qian et Yin, 1984, *Lunachites* Qian et Yin, 1984 и *Mabianoconulus* He in Xing et al., 1984 — скульптурой наружной поверхности в виде тонких поперечных волнообразных струек, образованных бугорками.

З а м е ч а н и я. В нашей коллекции имеются только правосторонние склериты. Однако мы не можем исключить находок в будущем и левосторонних их разновидностей.

Monoshanites dentatus Demidenko, sp. nov.

Табл. VI, фиг. 1

Название вида *dentatus* лат. — зазубренный, зубчатый.

Голотип — ПИН, № 3302/5225, целый склерит (табл. VI, фиг. 1; рис. 1, 2); Западная Монголия, разрез Хэвтэ—Цахир—Нуруу, обр. ГЮ-10е; нижний кембрий, томмотский ярус, слои с *Halkieria amorphia*, баянгольская свита.

Описание (рис. 1–3). Асимметричные склериты сложного строения (табл. VI), состоящие из осевого стержня с субпрямоугольным поперечным сечением (рис. 1, а; 2, а, в; табл. VI, фиг. 1а). От стержня в левую сторону отходят шесть дугообразно изогнутых, треугольных в сечении элементов. Они располагаются в один ряд и плотно срастаются друг с другом и попарно сближаются, образуя три пары (табл. VI, фиг. 1а; рис. 1, а, б; 3, а–в). Вдоль продольной оси каждого элемента на наружной стороне склерита проходит высокий изогнутый зазубренный гребень (табл. VI, фиг. 1а–1г, 1е; рис. 3, а, г, е–з). Зазубренность гребня сформирована бугорками с однорядным/двурядным расположением параллельными короткими рядами или в шахматном порядке (рис. 3, е–з). Свободные дистальные концы элементов тоже несут зазубренность (табл. VI, фиг. 1г). Поперечные сечения дистальных концов элементов демонстрируют слоистый внутренний слой (рис. 1, г, е). Также внутренний слой с волнистой слоистостью отчетливо просматривается с проксимального конца склерита (рис. 3, и). Наружная скульптура склеритов — с тонкими поперечными волнообразными струйками, образованными плотно расположенными, сливающимися, плоскими слегка асимметричными бугорками (рис. 1, в, г, е; 3, ж).

На нижней (внутренней) стороне склерита наружная поверхность стержня несет гребни, косо направленные под углом 45° вверх, справа налево (рис. 2, а, б). Каждый наклонный гребень состоит из двух рядов округлых бугорков диаметром от 10 до 11 мкм (рис. 2, в; 3, е, з). Наружная поверхность бугорков бугристая, мелкопористая. Между гребнями располагаются углубления (бороздки),

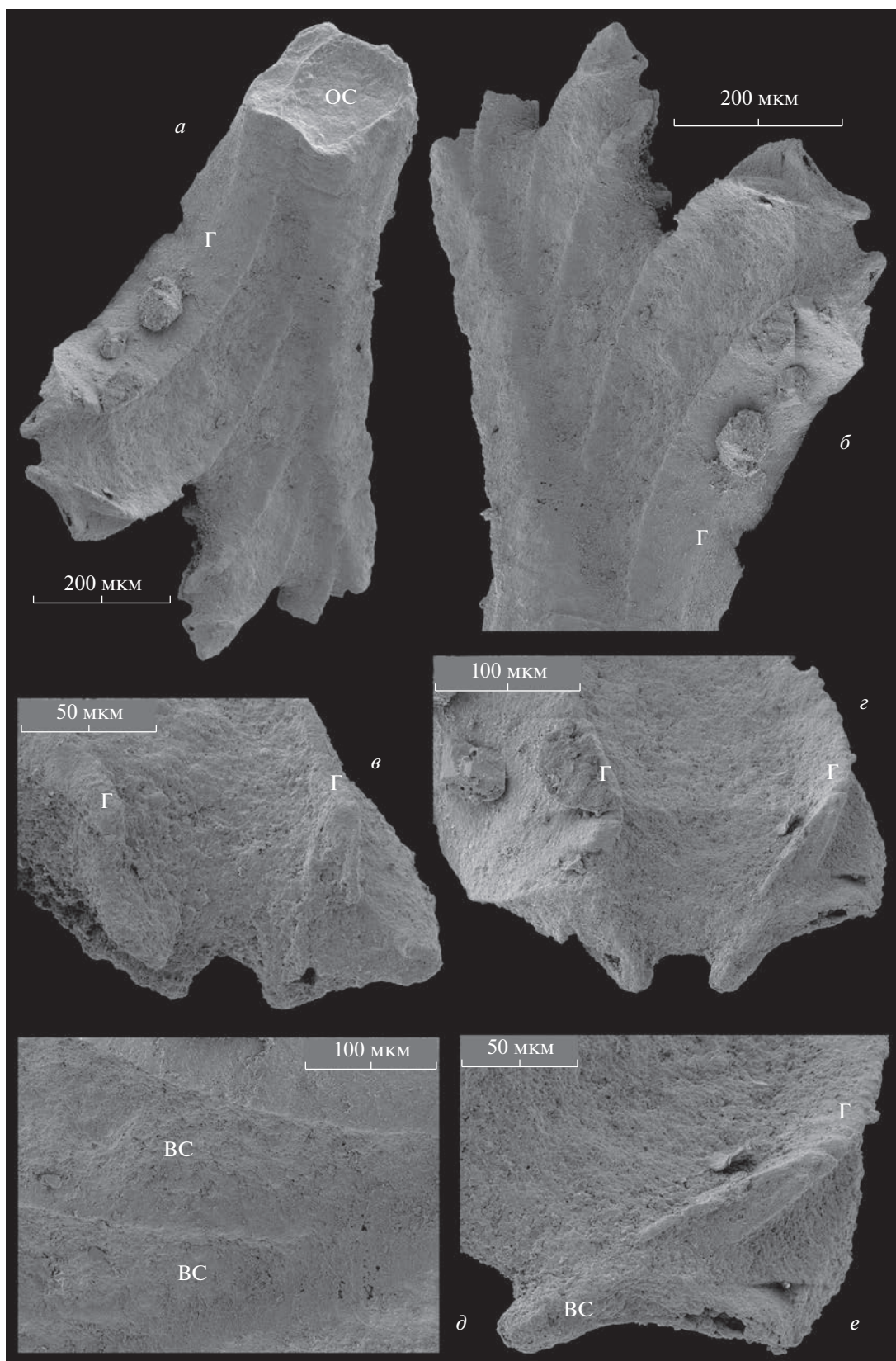


Рис. 1. *Monoshanites dentatus* sp. nov., голотип ПИН, № 3302/5225, склерит, на его поверхности видна наружная скульптура в виде чешуйчатых бугорков и пленка, покрывающая наружный фавозитный слой: *а* – наклонный общий вид склерита сверху; *б–г, е* – увеличенные фрагменты дистальных концов склерита: на поперечных сечениях дистальных концов элементов видна слоистость внутреннего слоя; *д* – увеличенный фрагмент поперечного среза фрагмента склерита, видна слоистость внутреннего слоя. Обозначения: ВС – внутренний слой, Г – гребень, ОС – осевой стержень.

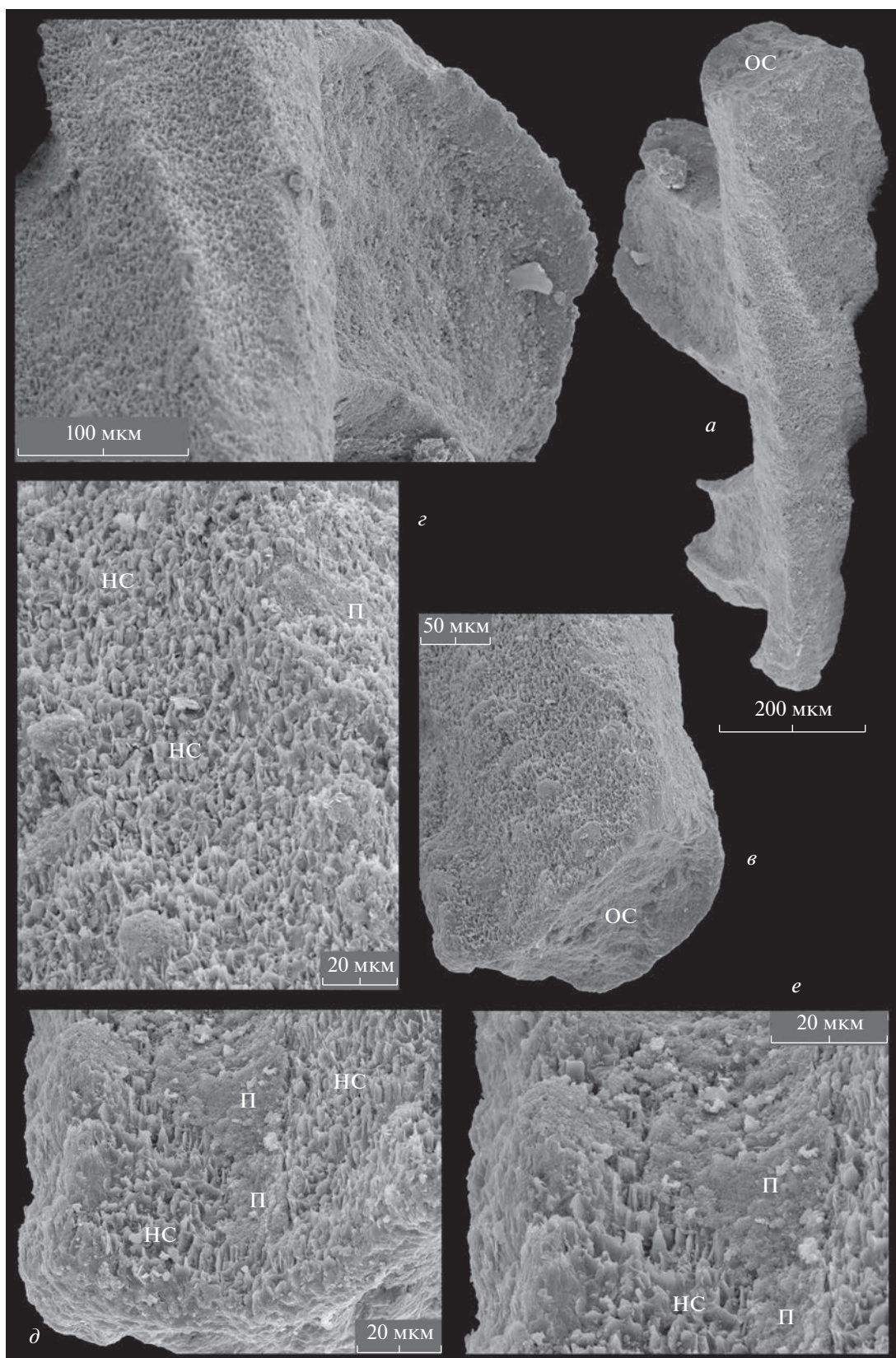


Рис. 2. *Monoshanites dentatus* sp. nov., голотип ПИН, № 3302/5225, склерит: *a* — наклонный общий вид склерита снизу; *b* — увеличенный фрагмент стержня и отходящего от него элемента с нижней стороны; *в* — увеличенный фрагмент проксимальной части стержня, видны субпрямоугольное поперечное сечение и два ряда бугорков, формирующих гребень; *г*–*е* — увеличенные фрагменты наружной поверхности склерита с нижней стороны: видны гребни с двумя рядами бугорков и борозды. Обозначения: НС — наружный слой, П — пленка; остальные как на рис. 1.

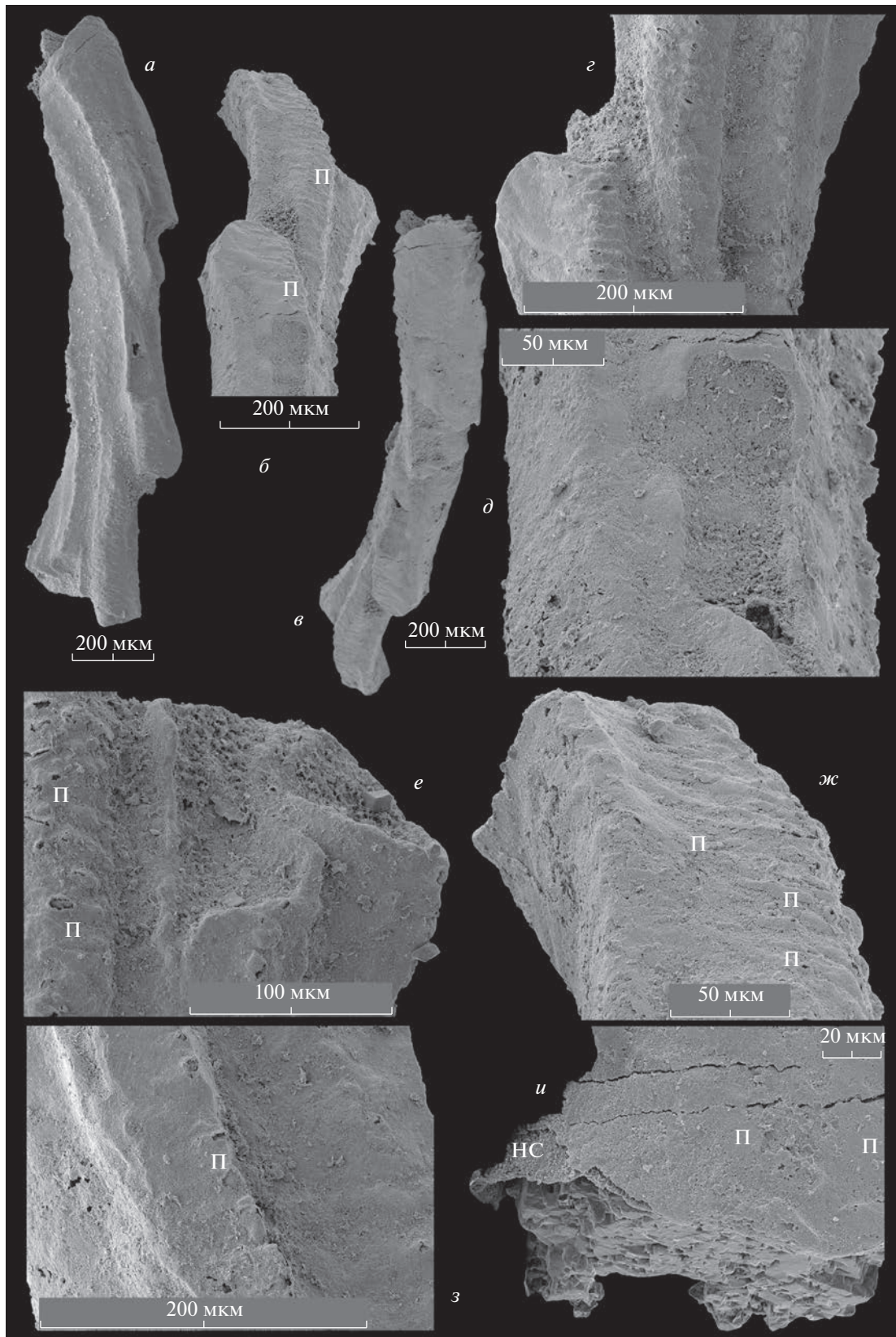


Рис. 3. *Monoshanites dentatus* sp. nov., голотип ПИН, № 3302/5225, обломок склерита: *а* — общий вид склерита; *б* — увеличенный фрагмент дистальных частей элементов; *в* — общий наклонный вид склерита; *г, д, з* — увеличенные фрагменты срединной части склерита; *е, ж* — увеличенные фрагменты дистальных частей элементов склерита; *и* — увеличенный фрагмент проксимальной части склерита, видна наружная поверхность склерита с остатками наружного фа-возитного слоя и многослойность внутреннего слоя. Обозначения как на рис. 1 и 2.

примерно соответствующие по ширине зоне с бугорками.

Микроструктурное исследование с помощью сканирующего электронного микроскопа показало двухслойное строение стенки склеритов *M. dentatus* sp. nov. Структура наружного слоя столбчатая, образована плотно расположенными гексагональными призмами высотой от 3 до 5.5–6.5 мкм, толщиной 2–3 мкм (рис. 2, в–е; 3, б, г, е; табл. VI, фиг. 1д). Подобная микроструктура называется фавозитной, поэтому наружный слой можно также именовать фавозитным. Исходя из высоты призм, мощность данного слоя варьирует от 3 до 6.5 мкм. Этот слой снаружи покрыт тонкой пленкой с бугорчатой поверхностью, толщиной 0.01–0.02 мкм. Эта пленка не всегда сохраняется, может присутствовать фрагментарно на бугорках, расположенных на гребнях, и в бороздках (рис. 2, д, е).

Внутренний слой существенно толще внешнего (до 30–50 мкм), состоит из многочисленных (10 и более) слоев (рис. 1, д, е; 3, и), которые, в свою очередь, состоят из многочисленных пластин – ламелл. Каждая ламелла имеет волнистую поверхность и располагается параллельно относительно соседних ламелл.

Когда сохранность материала неудовлетворительная, наблюдается так называемая вертикальная столбчатая отдельность фавозитного слоя, оставшаяся от вертикально расположенных призм с шестигранным поперечным сечением.

З а м е ч а н и я. Как показали предыдущие исследования, обычно главными составляющими разнообразных “small shelly fossils” являются кальций и фосфор (Ушатинская, 2018; Demidenko, 2019; Демиденко, Пархаев, 2020; Демиденко, 2021). Вероятнее всего, наружный и внутренний слои склеритов представляли собой при жизни животного тонкие органофосфатные слои, которые после смерти организма попадали в условия с повышенным содержанием кислорода, повышенной щелочностью и присутствием бактерий, ускоряющих процессы разложения и замещения. Остатки таких бактерий часто встречаются на различных кембрийских склеритах, присутствуют они и в нашем материале (табл. VII, фиг. 1в–1д). Такие условия способствовали частичному переходу в растворимое состояние ионов фосфора и кальция из мягких тел и из раковин организмов и дальнейшему их осаждению в виде апатита, замещающего первичные структуры. Уникальная сохранность при захоронении позволяет нам наблюдать оба слоя с детально сохранившейся микроструктурой, и хорошо сохранившуюся тонкую пленку, покрывающую наружный фавозитный слой. Примером этому могут служить сохранившиеся фавозитные пластины наружного слоя. Та-

кая сохранность наблюдается, когда происходит быстрая, почти мгновенная фосфатизация.

Уникальная сохранность наружной поверхности склеритов говорит о процессе быстрой фосфатизации, при которой сохраняются все мелкие детали (табл. VII). Для уточнения морфологического строения, сравнения и более полного понимания процессов фосфатизации автором приведены фотоизображения представителя близкого рода *Dabashanites* семейства *Siphogonuchitidae* – *D. mirus* Chen, 1979. В изученном материале был найден немного разрушенный, но в то же время уникальный экземпляр (ПИН, № 3302/5223), демонстрирующий внутреннее строение склерита. Мы видим четыре четырехугольные полости (табл. VII, фиг. 1а–1г), одна из которых с сохранившейся наружной стенкой, сильно напоминающей внутренний слой склерита (табл. VII, фиг. 1в, 1д). Это поперечные сечения проксимальных несросшихся частей элементов склерита.

Изученные склериты *D. mirus* также имеют двухслойное строение: виден наружный фавозитный слой (табл. VII, фиг. 1в–1е) и более мощный внутренний слой, состоящий из многочисленных слоев, так называемых ламин (табл. VII, фиг. 1ж, 1з).

М а т е р и а л. 2 экз. из одного местонахождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Демиденко Ю.Е. Микроструктура трубок кембрийских зоопроблематик семейства Hyolithellidae // Палеонтол. журн. 2021. № 5. С. 10–22.
- Демиденко Ю.Е., Пархаев П.Ю. Морфология, палеобиология и систематическое положение кембрийских зоопроблематик – мобергеллид // Палеонтол. журн. 2020. № 5. С. 3–19.
- Есакова Н.В., Жегалло Е.А. Биостратиграфия и фауна нижнего кембрия Монголии. М.: Наука, 1996. 216 с. (Тр. Совм. Росс.-Монгол. палеонтол. экспед. Вып. 46).
- Ушатинская Г.Т. Сохранение минерализованных мягких тканей и их отпечатков в раковинах древних фосфатных брахиопод // Палеонтол. журн. 2018. № 5. С. 23–27.
- Bengtson S., Conway Morris S. A comparative study of Lower Cambrian Halkieria and Middle Cambrian Wiwaxia // Lethaia. 1984. V. 17. № 4. P. 307–329.
- Bengtson S., Conway Morris S., Cooper B. et al. Early Cambrian fossils from South Australia // Mem. Assoc. Austral. Palaeontol. 1990. № 9. P. 1–364.
- Chen M. Some skeletal fossils from the phosphatic sequence, Early Lower Cambrian, South China // Sci. Geol. Sin. 1979. V. 4. № 2. P. 187–189.
- Demidenko Yu.E. Morphology, systematic position, and stratigraphic distribution of Hyolithellmintida Fisher, 1962 – Torellella gracilentia Esakova, 1996 // Paleontol. J. 2019. V. 53. № 7. P. 676–688.
- Hamdi B. Precambrian–Cambrian deposits in Iran // Treatise on the Geology of Iran. V. 20 / Ed. A. Hushmandzadeh. Tehran: Geol. Survey of Iran, 1995. 535 p. (In Persian).

He Tinggui. Lower Cambrian (Meishucunian) sachtids and their stratigraphic significance // J. Chengdu Coll. Geol. 1981. V. 2. P. 84–90 (in Chinese).

Jell P.A. Thambetolepis delicata gen. et sp. nov., an enigmatic fossil from the Early Cambrian of South Australia // Alcheringa. 1981. V. 5. № 2. P. 85–93.

Kerber M. Microfossilen aus unterkambrischen Gesteinen der Montagne Noire, Frankreich // Palaeontogr. A. 1988. Bd 202. № 5/6. S. 165–166.

Parkhaev P.Yu., Demidenko Yu.E. Zooproblematica and Mollusca from the Lower Cambrian Meishucun section (Yunnan, China), and taxonomy and systematics of the Cambrian small shelly fossils of China // Paleontol. J. 2010. V. 44. № 8. P. 883–1161.

Yin Jicheng, Ding Lianfang, He Tinggui et al. The Palaeontology and Sedimentary Environment of the Sinian System in Emei-Ganluo Area, Sichuan. Yunnan, 1980. 230 p.

Объяснение к таблице VI

Фиг. 1. *Monoshanites dentatus* sp. nov., голотип ПИН, № 3302/5225: 1а — общий вид склерита; 1б — увеличенный фрагмент дистальной части склерита; 1в — увеличенный фрагмент гребня; 1г — два сросшихся элемента, несущих в центральной части по гребню; 1д — увеличенный фрагмент фавозитного слоя склерита; 1е — увеличенный фрагмент гребня, состоящего из почти сросшихся бугорков.

Объяснение к таблице VII

Фиг. 1. *Dabashanites mirus* Chen, 1979, экз. ПИН, № 3302/5223: 1а — общий вид склерита сверху, 1б — общий вид склерита сбоку; 1в–1д — увеличенные фрагменты склерита, видны наружный фавозитный и внутренний слоистый слои, местами присутствуют бактерии округлой или гантелевидной формы; 1е — строение наружного слоя склерита, сложенного гексагональными призмами; 1ж, 1з — внутренний слоистый слой в поперечном сечении, местами наблюдаются остатки наружного слоя.

A New Genus of the Zooproblematics of the Family Siphogonuchitidae

Yu. E. Demidenko

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

A new genus and species *Monoshanites dentatus* gen. et sp. nov. of asymmetric sclerites of problematic animal organisms belonging to the family Siphogonuchitidae is described from the Kheve–Tsakhir–Nuruu section of Western Mongolia (Tommotian Stage, Beds with *Halkieria amorphia*, Bayangol Formation). The microstructure of sclerites with a double wall was studied: the inner layer is lamellar, the outer layer is columnar.

Keywords: Cambrian, sclerites, microstructure, morphology, systematic position, Western Mongolia, Siphogonuchitidae, *Monoshanites* gen. nov.

