

EARLY SHELL GROWTH AND STRUCTURES OF THE SEPTA AND THE SIPHUNCULAR TUBE IN SOME MAASTRICHTIAN AMMONITES

By

T. BIRKELUND*) and H. J. HANSEN*)

Abstract

Submicroscopic shell structures of *Saghalinites*, *Scaphites* and *Hypophylloceras* show that the proseptum and the adjacent shell wall are continuous, as opposed to the relationship found in younger septa. The second ontogenetic stage in these forms thus includes the proseptum and the first whorl, the nepionic constriction marking the end of this stage.

The structure of the proseptum is similar to the structure of the first whorl. Younger septa show a gradual differentiation into a proximal prismatic layer and a distal nacreous layer.

In the third ontogenetic stage an inner prismatic layer can be recognized in the shell wall. This is the only layer forming the dorsal part of the whorls.

The siphuncular tube has a prismatic structure and is attached to the septal necks by auxiliary annular deposits.

MATERIAL

All the specimens investigated here are from the Maastrichtian of West Greenland. The material was collected by ROSENKRANTZ and his collaborators and described by BIRKELUND (1965). The specimens are enclosed in calcareous concretions and the chambers usually filled with brownish, transparent calcite. The shell material is excellently preserved.

PREPARATION

Median dorso-ventral sections and cross-sections were prepared. The sections were partly studied using an optical microscope (polished surfaces and replicas of polished and etched surfaces), partly using a transmission electron microscope. A technique developed by one of the authors (HANSEN, 1967) was used to prepare composite electron micrographs.

DESCRIPTION

In 1967 BIRKELUND described the shell structures of early growth stages of *Saghalinites* and *Scaphites* (*Discoscaphites*). Distinct successive changes

*) Geological Institute of the University of Copenhagen.

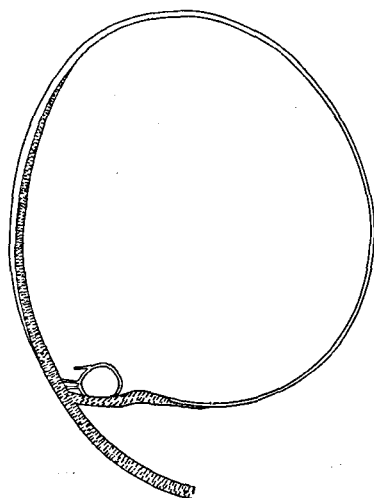


Fig. 1. *Scaphites* (*Discoscaphites*) sp. Section close to the median plane. The protoconch, the prosepium, the caecum, and the early part of the first whorl is shown. The caecum is attached to the shell wall of the second ontogenetic stage. $\times 120$.

of the shell structure in the early ontogenetic stages were found. It was shown that the protoconch is composed of a thin layer, partly consisting of elongated crystals set at right angles to the shell surfaces, partly of crystals without any apparent preferred orientation.

At the beginning of the first whorl a new layer appears ventrally on the inner side of the protoconch and the protoconch shell gradually wedges out. The shell wall of the first whorl is thicker than the shell wall of the protoconch. It is composed of an inner prismatic part and an outer part with crystals showing no preferred orientation.

At the nepionic constriction a nacreous layer gradually appears and the layer of the first whorl wedges out. Finally the prismatic and the nacreous layers of the later part of the shell wall appear.

These changes in shell structures were thought to mark ontogenetic stages in the development of ammonites and were supposed to confirm the ontogenetic phases suggested by ERBEN (1964, 1966).

Since the work of BIRKELUND (1967) was published, extensive investigations of the structures of other parts of the shell of *Saghalinites* and *Scaphites* have been carried out as well as studies of the shell structures of *Hypophylloceras* (*Neophylloceras*). A detailed description of the shell structures of these genera is in preparation. The present paper only deals with structures, which might throw further light on problems recently discussed by PALFRAMAN (1967) and MUTVEI (1967).

PALFRAMAN (1967) described the mode of early shell growth in *Promicoceras marstonense* SPATH. Of especial interest the growth lines of the early stages were described and the nature of the prosepium discussed.

PALFRAMAN reviewed the controversial theories on the nature of the prosepium. Some authors have suggested that the nature of the transition between the prosepium and the shell wall indicates that they are continuous, and resulted from contemporaneous formation (for example

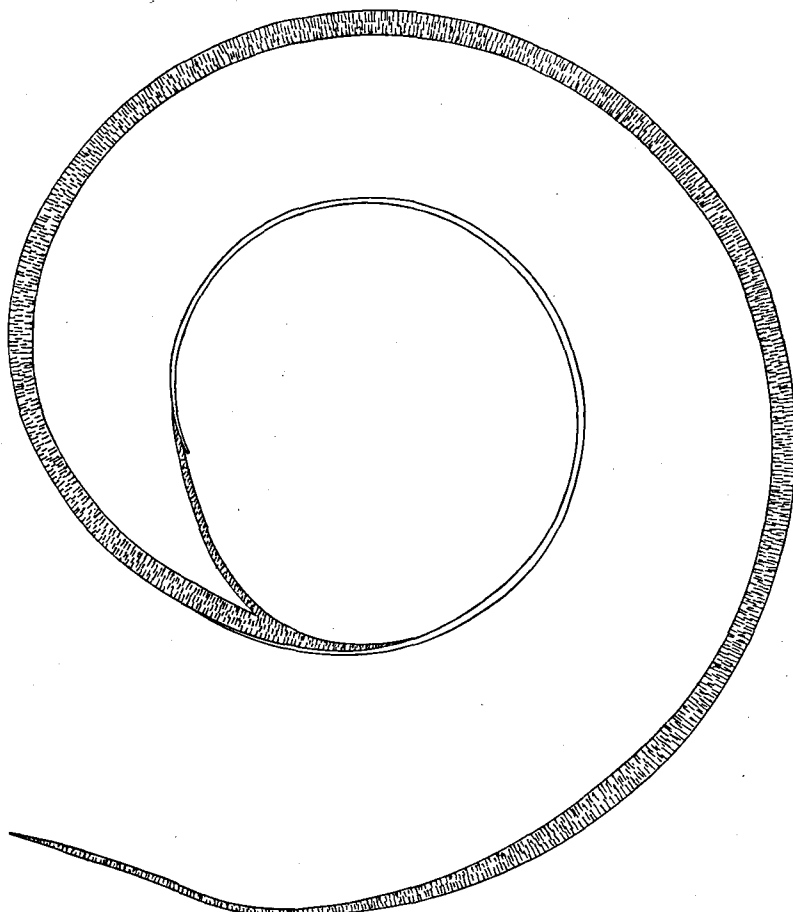


Fig. 2. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Section parallel to the median plane between the median plane and the outer flank. Second ontogenetic stage. Besides the proseptum a few of the successive septa may belong to this stage. $\times 120$.

GRANDJEAN, 1910, MILLER & UNKLESBAY, 1943, and ARKELL, 1957). Other authors (for example HYATT, 1900, HOUSE, 1965, and ERBEN, 1962 and 1966) have suggested that the proseptum was inserted in a manner identical to normal septa. ERBEN suggested that the formation of the proseptum and the nepionic constriction were contemporaneous. PALFRAMAN studied the junction between the proseptum and the ventral wall on polished sections and considered the junction to be identical to the junction between successive septa and the shell wall. He suggested that the formation of the nepionic constriction and the secretion of the proseptum were contemporaneous.

Electron micrographs of the proseptum and the ventral shell wall of the

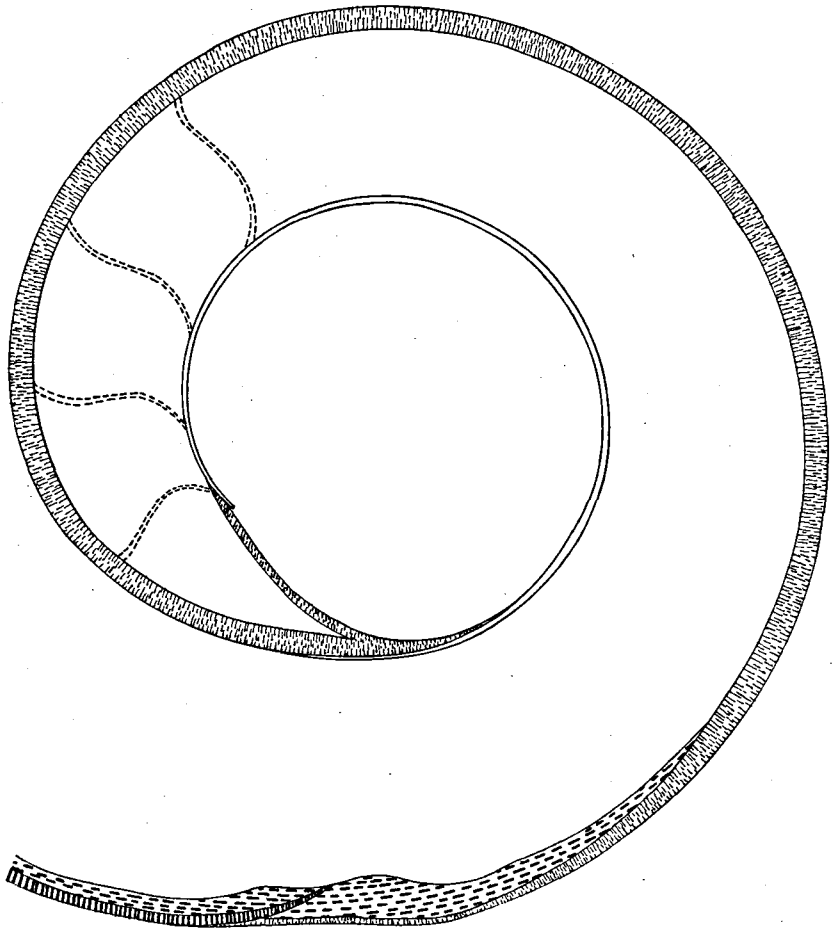


Fig. 3. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Same specimen as shown in Fig. 2. Early phase of the third ontogenetic stage. The number of septa is hypothetical. $\times 120$.

specimens investigated here show that the proseptum and the ventral shell wall are continuous. The proseptum is also considerably thicker than the successive septa and has an irregular prismatic structure similar to that of the first whorl. It thus seems as if it was formed simultaneously with the early part of the second ontogenetic stage. Pl. 1 shows an electron micrograph of the transition from the ventral shell wall to the proseptum in *Saghalinites* and Pl. 2 shows the shell wall and the very beginning of the proseptum in the same genus.

Fig. 2 shows the parts of the shell of *Saghalinites* supposed to belong to the first and the second ontogenetic stage. Fig. 3 shows an early phase of the third stage. On the basis of the juvenile specimens figured by TRUEMAN

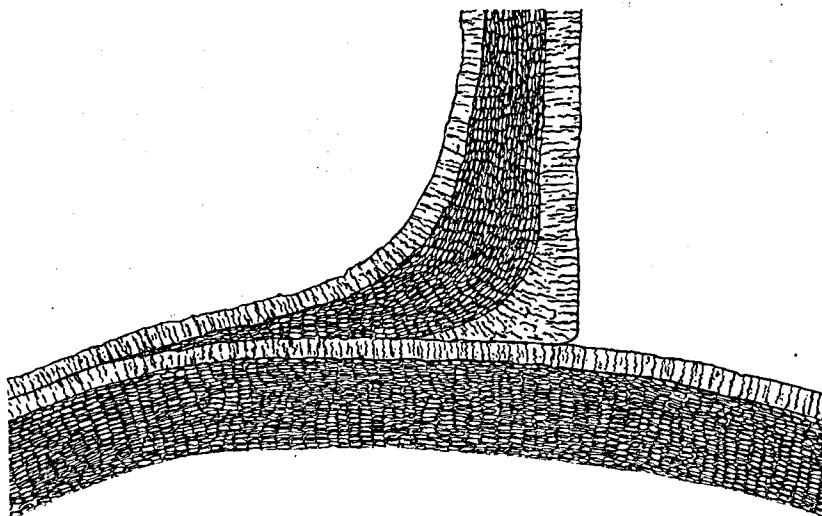


Fig. 4. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Diagrammatic cross section of part of the 6th whorl and the 7th whorl, showing the wedging out of two of the shell layers (the outer prismatic layer and the nacreous layer) at the umbilical seam. $\times 150$.

(1941), it is suggested that the living chamber is very long at this stage (the number of septa shown is hypothetical). It is possible that some of the early septa were formed before the second stage was finished.

Fig. 1 demonstrates the continuous nature of contiguity of the prosepium and the shell wall in *Scaphites* (*Discoscaphites*). This section cuts through the lateral part of the caecum.

PALFRAMAN points out that in general, planispirally coiled ammonites do not secrete a dorsal wall, unlike the nautiloids.

Electron micrographs confirm that both the outer prismatic shell layer and the nacreous layer of the lateral shell wall wedge out at the umbilical seam. However, the inner prismatic layer, which gradually becomes visible within the second whorl, is also secreted dorsally as shown in Fig. 4.

Septa of *Promicroceras* were described by MUTVEI (1967). In these septa MUTVEI found nacreous material throughout, but no prismatic material.

In *Hypophylloceras* the early septa have an irregular structure without any apparent preferred orientation of the crystals. Gradually the structures become more differentiated to form a proximal prismatic layer and a distal nacreous layer. The boundary between the two different structures is irregular. Pl. 3 and Figs. 5–6 illustrate successive stages in the development. In the septa of *Saghalinites* and *Scaphites* the prismatic layer is less prominent.

MUTVEI (1967) also described the siphuncular tube of *Promicroceras*. He stated that the tube is composed of conchiolin. Only a small part of this conchiolin tube is calcified and attached to the septal necks, where it forms an annular, ridgelike deposit ("auxiliary deposit").

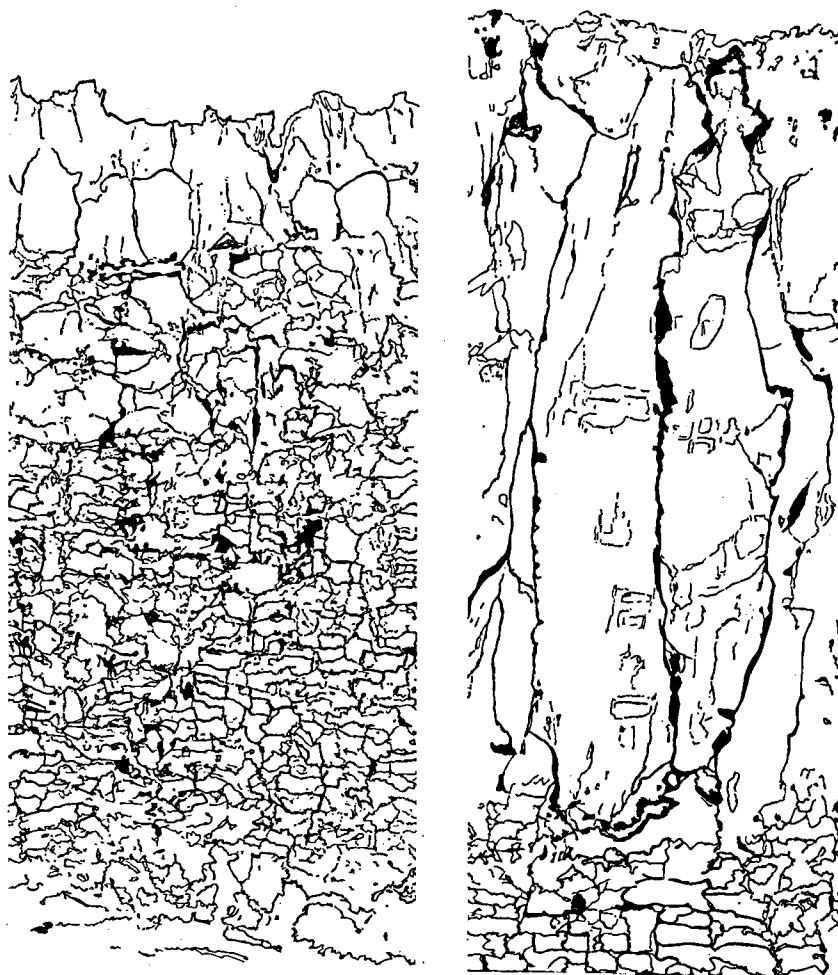


Fig. 5, 6. *Hypophylloceras* (*Neophylloceras*) *groenlandicum* BIRKELUND. Median sections of septa, showing the prismatic and nacreous layers. $\times 1650$. 5: the 36th septum. 6: the 45th septum; only a small part of the nacreous layer is shown in this figure.

In most specimens investigated here the siphuncular tube is dissolved and only an empty tube is preserved which shows the course of the siphuncle. Some specimens, however, are so well preserved that the structures of the siphuncular tube can be studied. Pl. 4 shows part of the siphuncular tube in the early part of a *Saghalinites* shell. The structure of the calcareous material of this siphuncular tube is prismatic.

The auxiliary deposits are also well preserved. Pl. 3 shows an auxiliary deposit at an septal neck of one of the early septa of *Hypophylloceras*, while Fig. 7 shows the junction between an "empty" siphuncular tube and an

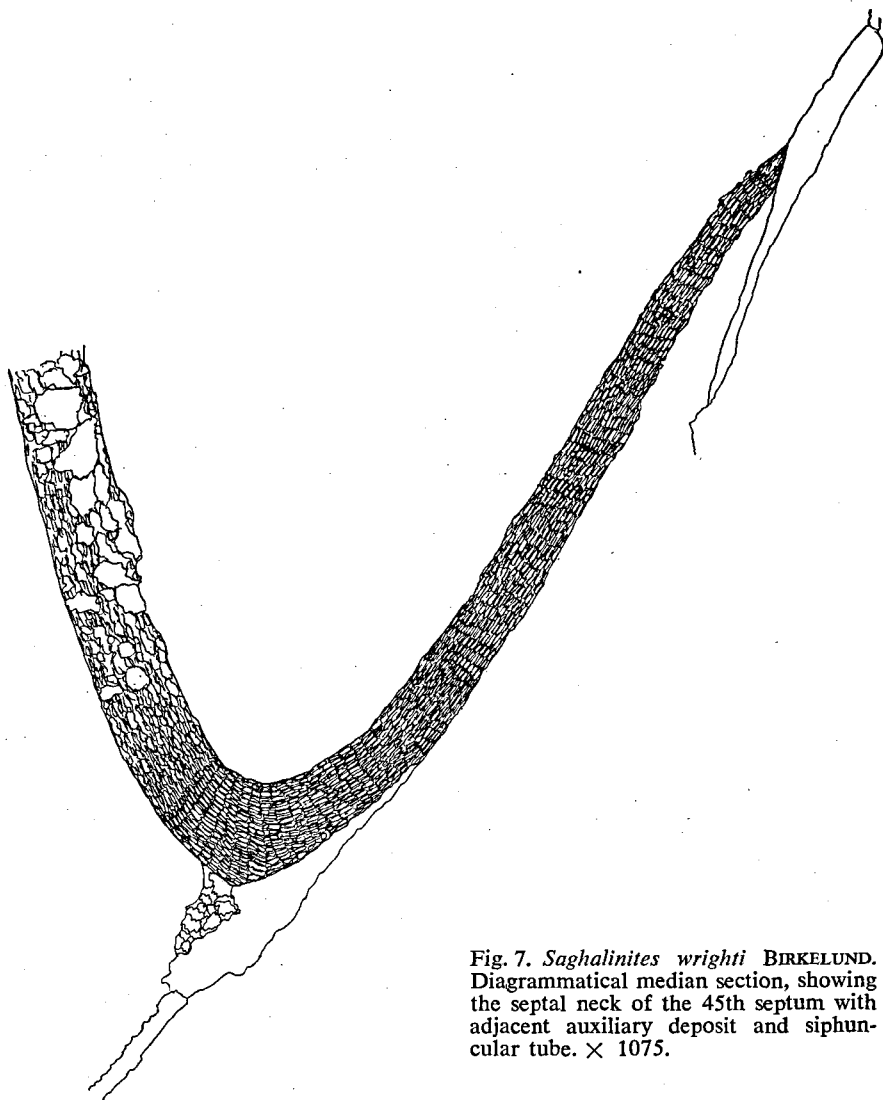


Fig. 7. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Diagrammatical median section, showing the septal neck of the 45th septum with adjacent auxiliary deposit and siphuncular tube. $\times 1075$.

auxiliary deposit in *Saghalinites*. The variation in shape and structure of the auxiliary deposits is considerable.

The structures of the septa and the siphuncular tube described here seem to indicate that the hydrostatic apparatus of nautiloids and ammonoids resemble each other more than suggested by MUTVEI.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to Mr. H. EGELUND, who prepared the drawings, and to D. BRIDGEWATER, B.Sc., who corrected the English manuscript.

REFERENCES

- ARKELL, W. J., 1957. Ammonoidea – In: *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Pt. L, Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea (ed. by R. C. MOORE). Kansas.
- BIRKELUND, T., 1965. Ammonites from the Upper Cretaceous of West Greenland. – *Medd. Grønland*, Bd. 179, Nr. 7, pp. 1–194, 125 text-figs., 49 pls. København.
- BIRKELUND, T., 1967. Submicroscopic shell structures in early growth-stages of Maastrichtian ammonites (*Saghalinites* and *Scaphites*). – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Bd. 17, Heft. 1, pp. 95–101, 3 text-figs., 4 pls. København.
- ERBEN, H. K., 1962. Über den Prosiphon, die Prosutur und die Ontogenie der Ammonoidea. – *Paläont. Zeitschr.*, Bd. 36, Heft. 1/2, pp. 99–108, 3 text-figs., 2 pls. Stuttgart.
- ERBEN, H. K., 1964. Die Evolution der ältesten Ammonoidea. – *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Bd. 120, Nr. 2, pp. 107–212, 15 text-figs., 4 pls. Stuttgart.
- ERBEN, H. K., 1966. Über den Ursprung der Ammonoidea. – *Biol. Rev.*, Vol. 41, pp. 641–658, 8 text-figs. Cambridge.
- GRANDJEAN, F., 1910. Le siphon des Ammonites et des Belemnites. – *Bull. Soc. Géol. France*, 4. sér. Tome 10, pp. 496–519, 22 text-figs. Paris.
- HANSEN, H. J., 1967. A technique for depiction of grind sections of Foraminifera by aid of compiled electronmicrographs. – *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Bd. 17, p. 128, 2 pls. København.
- HOUSE, M. R., 1965. A study in the Tornoceratidae: The succession of Tornoceras and related genera in the North American Devonian. – *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B., Bio. Sci. No. 763, Vol. 250, pp. 79–130, 19 text-figs. London.
- HYATT, A., 1900. Cephalopoda. In: ZITTEL-EASTMANN: *Textbook of Palaeontology*, 1st. English ed., pp. 502–604. London.
- MILLER, A. K. & ÜNKLESBAY, A. G., 1943. The siphuncle of Late Paleozoic ammonoids. – *J. Paleont.* Vol. 17, No 1, pp. 1–25, 9 text-figs., 5 pls. Tulsa.
- MUTVEI, H., 1967. On the microscopic shell structure in some Jurassic ammonoids. – *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Bd. 129, Nr. 2, pp. 157–166, 4 text-figs., 1 pl. Stuttgart.
- PALFRAMAN, D. F. B., 1967. Mode of early shell growth in the ammonite *Pro-mioceras marstonense* SPATH. – *Nature*, Vol. 216, No 5120, pp. 1128–1130, 3 text-figs.
- TRUEMAN, A. E., 1941. The ammonite body-chamber, with special reference to the buoyancy and mode of life of the living ammonite. – *Quart. Jour. Geol. Soc.* Vol. 96, pp. 339–383, 17 text-figs. London.

Pl. 1. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Electron micrograph of a section parallel to the median plane of the same specimen as shown in Figs. 2–3. Part of the prosepium and the adjacent shell wall to show the gradational transition between the two. $\times 2500$.

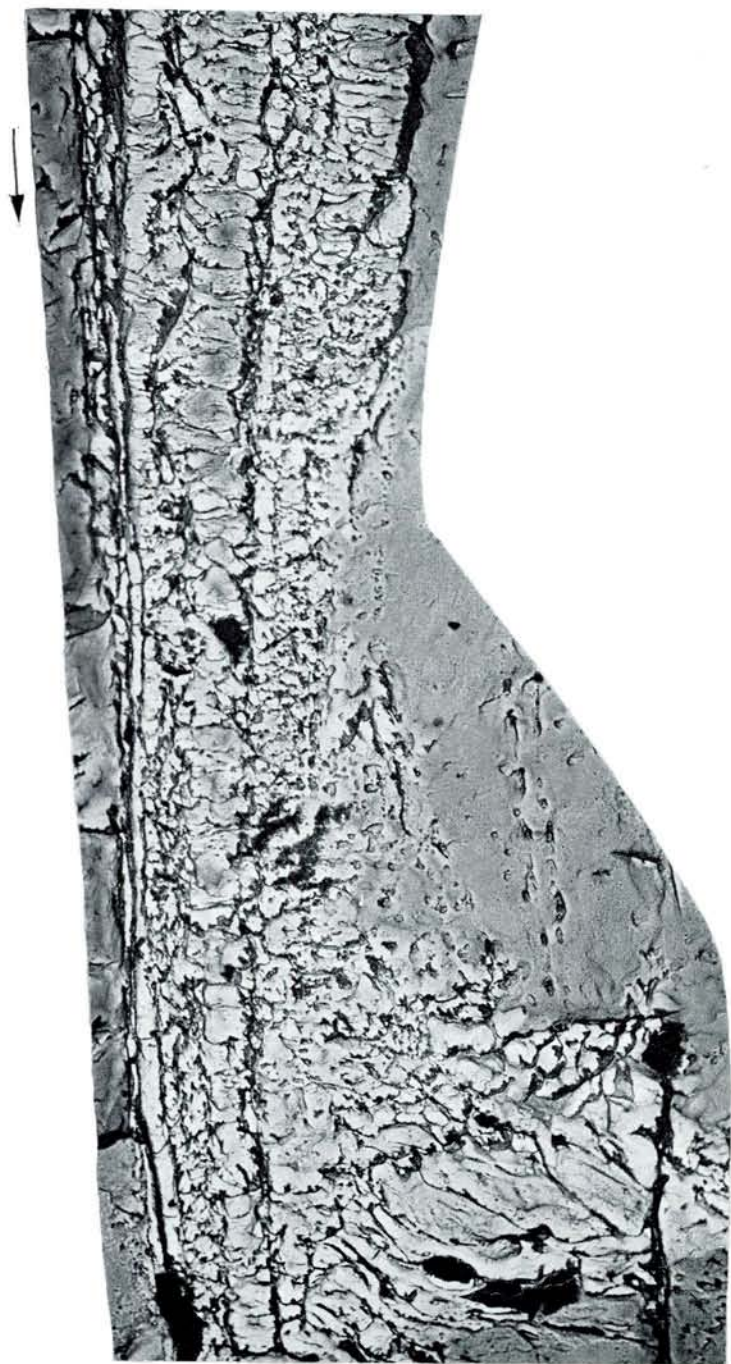
Pl. 2. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Electron micrograph of a median section of the shell wall showing from the left to the right: the shell layer of the protoconch (wedging out) and the shell layer of the first whorl at the beginning of the prosepium. The arrow at the outer shell wall indicates the adoral direction. Same specimen as shown in BIRKELUND (1967, text-fig. 1, pl. 1–4). $\times 3750$.

Pl. 3. *Hypophylloceras (Neophylloceras) groenlandicum* BIRKELUND. Electron micrograph of the 26th septum with the septal neck and auxiliary deposit. The septum shows the beginning differentiation in prismatic and nacreous structures. $\times 1100$.

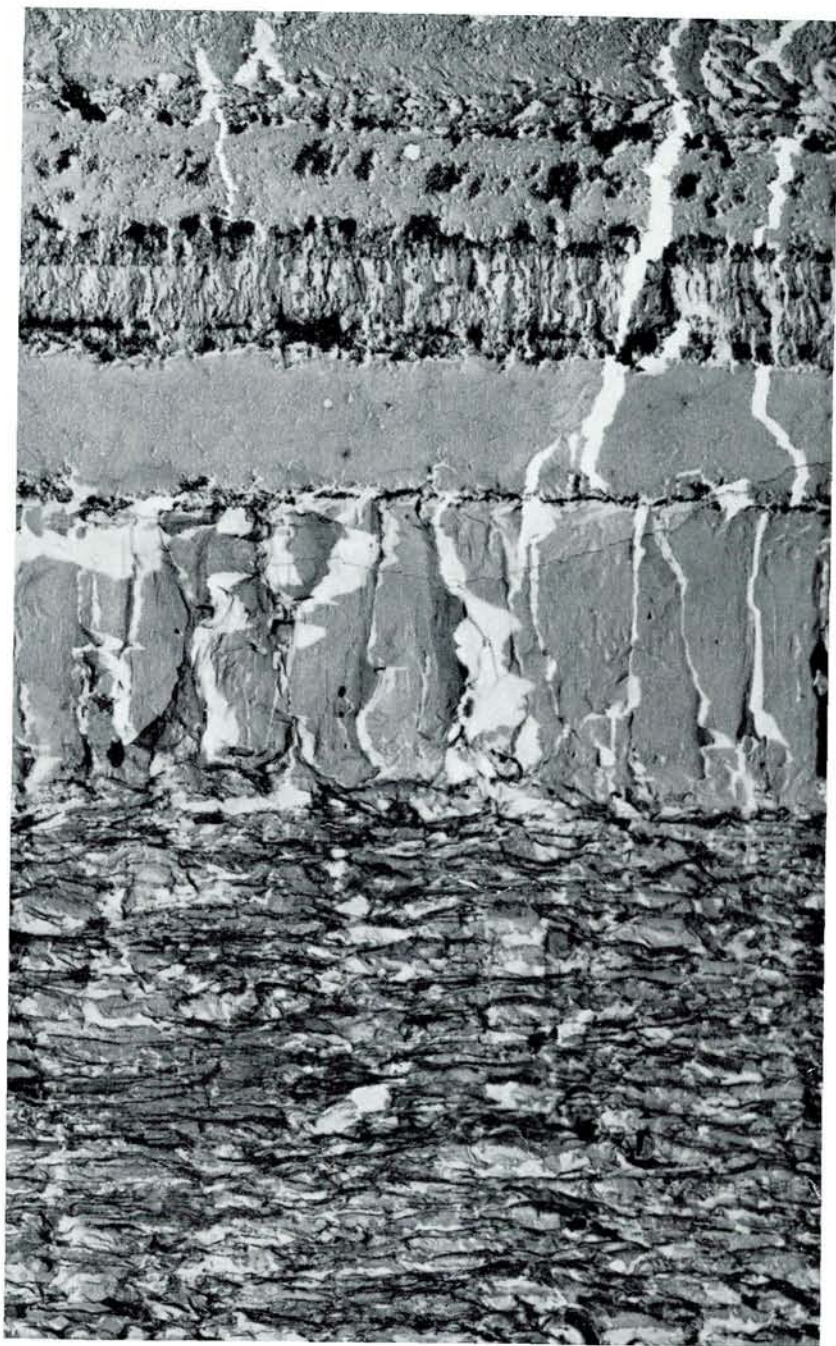
Pl. 4. *Saghalinites wrighti* BIRKELUND. Electron micrograph of a median section, showing from below: a part of the nacreous layer of the ventral shell wall, the inner prismatic layer of the ventral shell wall, and the siphuncular tube with prismatic structure. $\times 3330$.

Færdig fra trykkeriet 29. april 1968.









ВСЕСОЮЗНЫЙ ЦЕНТР ПЕРЕВОДОВ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ДОКУМЕНТАЦИИ

Рег. № _____

Перевод № А -13237

УДК _____

Биркелунд Т. и Хансен Г.

РАННЕЕ РАЗВИТИЕ РАКОВИНЫ И СТРУКТУРЫ СЕПТ И СИФОННОЙ
ТРУБКИ НЕКОТОРЫХ МААСТРИХТСКИХ АММОНИТОВ

Перевод с английского языка статьи из
журнала

EARLY SHELL GROWTH AND STRUCTURES OF THE SEPTA AND THE SI-
PHUNCULAR TUBE IN SOME MAASTRICHTIAN AMMONITES

- Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, 1968, vol.18,
N 1, pp. 71-82

Аннотация. Детальное изучение под электронным микроско-
пом структуры септ и стенок раковины аммони-
тов

Переводчик Н.И.Щиголева

Редактор

Кол-во стр. II

Кол-во ил. 7

Перевод выполнен I.YI.77

Москва 1977

Краткое содержание

Изучение субмикроскопических структур раковин *Saghalinites*, *Scaphites* и *Hypophylloceras* показало, что просепта и смежная часть стенки раковины не имеют перерыва в противоположность взаимоотношениям, найденным у более молодых септ. Вторая онтогенетическая стадия этих форм включает просепту и первый оборот, а первичный пережим отмечает её конец.

Структура просепты подобна структуре первого оборота. Более молодые септы демонстрируют постепенную дифференциацию к проксимальному призматическому слою и дистальному перламутровому слою.

На третьей онтогенетической стадии внутренний призматический слой можно обнаружить во вздутии стенки раковины. Это слой, образующий дорсальную часть оборота.

Сифонная трубка имеет призматическое строение, она прикрепляется к септальным тягам дополнительными кольцевыми отложениями.

Исходный материал

Все изученные образцы были собраны в маастрихтских отложениях Западной Гренландии. Сборы производили Розенкранц и его сотрудники, описание сделано Биркелундом². Фауна была заключена в известковых конкрециях, а их камеры обычно выполнялись буроватым прозрачным кальцитом. Сохранность материала прекрасная.

^{х)}

Геологический институт при Университете в Копенгагене, Дания

Приготовление образцов

Изготавливались медиальные дорсо-вентральные и поперечные сечения. Некоторая часть раковин была изучена оптическими методами (в аншлифах и репликах полировок и протравленных поверхностей), частично под трансмиссионным электронным микроскопом. По методике, разработанной одним из авторов⁸, готовились препараты для получения электронных микрофотографий.

Описание

В 1967 г. Биркелундом³ были описаны структуры раковин ранних стадий роста на примере *Saghalinites* и *Scaphites* (*Disco - scaphites*). Были установлены отчетливые последовательные изменения структуры раковин на ранних онтогенетических стадиях. Было показано, что протоконх состоит из тонкого слоя, частично сложенного удлинёнными кристаллами, расположенными под прямыми углами к поверхности раковин, частично кристаллами без видимой преобладающей ориентировки.

В начале первого оборота новый слой появляется с вентральной стороны на внутренней поверхности протоконха, а раковина протоконха постепенно утоняется на клин. Стенка раковины первого оборота толще, чем стенка протоконха. Она сложена с внутренней стороны призматическим слоем, с внешней — кристаллами без преимущественной ориентировки.

В первичном пережиге перламутровый слой появляется постепенно, а слой первого оборота выклинивается. В конце концов призматический и перламутровый слои появляются на поздней части стенки раковины.

Как представляется, эти изменения структуры раковины отмечают онтогенетические стадии развития аммонитов, повидимому, они подтверждают наличие онтогенетических фаз, предполагаемых Эрбе-

ном.^{5,6}

С того времени, как была опубликована работа Биркелунда³, продолжалось изучение структур других частей раковины *Saghalinites* и *Scaphites*, а также изучение структуры *Hyporhyolloceras* (*Neorhyolloceras*). Готовится детальное описание структуры раковины этих родов. Настоящая работа касается лишь структур, которые могли бы осветить недавно поднятую Палфраманом¹³ и Мутвей¹² проблему.

Палфраманом¹³ описан способ раннего роста раковины *Promicroceras marstonense* Spath. Особый интерес представляют линии роста на ранних стадиях, которые и были описаны, а также природа просепты.

Палфраманом сделан обзор противоречивых теорий о природе просепты. Некоторые авторы полагают, что природа перехода между просептой и стенкой раковины указывает на их непрерывность и является следствием одновременного образования (например, работы 7, II, I). По мнению других^{10,9,4} и 6 просепта была внедрена аналогично нормальным септам. Эрбен предполагает, что образование просепты происходило одновременно с первичным пережимом. Палфраман, изучая сочленение между просептой и вентральной стенкой в афшлях, считал, что сочленение идентично соединению последующих септ и стенок раковины. Он также считал одновременным образование первичного пережима и секрецию просепты.

Изучение электронных микрофотографий просепты и вентральной стенки раковины показало, что они непрерывны. Просепта кроме того значительно толще, чем последующие септы, она имеет неравномерную призматическую структуру, подобную структуре первого оборота. Это могло быть результатом одновременного образования с началом второй онтогенетической стадии. На вкладке I даны электронные микрофотографии переходной зоны от вентральной стенки к просеп-

те у *Saghalinites* , а на вкладки 2 - микрофотографии стенки раковины и самая начальная часть просепты того же рода.

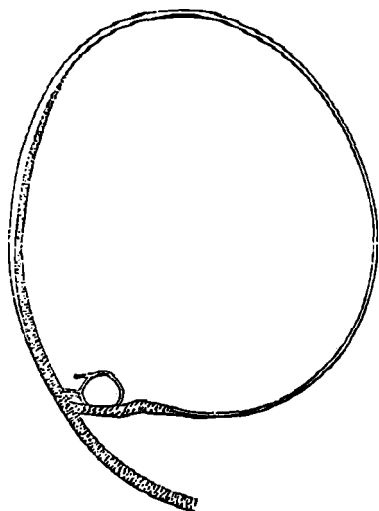


Рис. I. *Scaphites (Discoscaphites) sp.* Сечение, близкое медиальному.

Показаны протоконх, просепта, цекум и начальная часть первого оборота. Цекум прикреплен к стенке раковины на второй онтогенетической стадии. Увеличение X120

На рис. 2 показаны части раковины *Saghalinites* , которые, видимо, принадлежат к первой и второй стадиям онтогенеза. Количество септ предположительное. Увеличение X120. На рис. 3 представлена ранняя фаза третьей стадии. Изучая ювенильные представители, сфотографированные Труманом,^{I4} было высказано предположение о том, что жилая камера является очень длинной на этой стадии (количество септ дано гипотетически). Возможно, что некоторые из ранних септ образовались до окончания второй стадии.

На рис. I показана непрерывность сочленения просепты и стенки раковины в *Scaphites (Discoscaphites)* . Это сечение проходит через латеральную часть цекума.

Палфрамман указывает, что чаще всего планспиральные завернутые аммониты, в противоположность наутилоидеям, не секретируют дорсаль-

ную стенку.

Электронные микрофотографии подтверждают, что и внешний призматический слой раковины, и перламутровый слой боковой стенки раковины выклиниваются^к умбиликальному шву. Однако, внутренний призматический слой постепенно становится заметным на втором обороте, а также секретирруется в спинной части, как показано на рис.4.

Септы *Promicroceras* были описаны Мутвей¹². В них этот автор нашёл перламутровый материал по всем направлениям и не нашёл призматического.

В *Hyporhyllloceras* ранние септы имеют неравномерную структуру без видимой ориентировки слагающих кристаллов. Постепенно структуры становятся более дифференцированными, и образуется проксимальный призматический слой, а также дистальный перламутровый слой. Граница между двумя различными структурами неровная. На вкладке 3, рис.5-6 показаны последовательные стадии развития. В септах *Saghalinites* и *Scaphites* призматический слой менее выступающий.

Мутвеем¹² описана также сифонная трубка *Promicroceras*. Он писал, что трубка состоит из конхиолина. Только небольшая часть этой конхиолиновой трубки кальцитизирована и прикрепляется к септальным тяжам там, где она образует кольцевой валик ("дополнительное отложение").

В большинстве случаев у изученных образцов сифонная трубка растворена, сохранилась только полая трубка, обозначающая ход сифона. Некоторые образцы такой хорошей сохранности, что структуры сифонной трубки можно изучать. На вкладке 4 показана часть сифонной трубки в ранней части раковины *Saghalinites*. Строение известкового материала сифонной трубки призматическое.

Дополнительные отложения также хорошо сохраняются. На вкладке 3 показано такое дополнительное отложение около септального

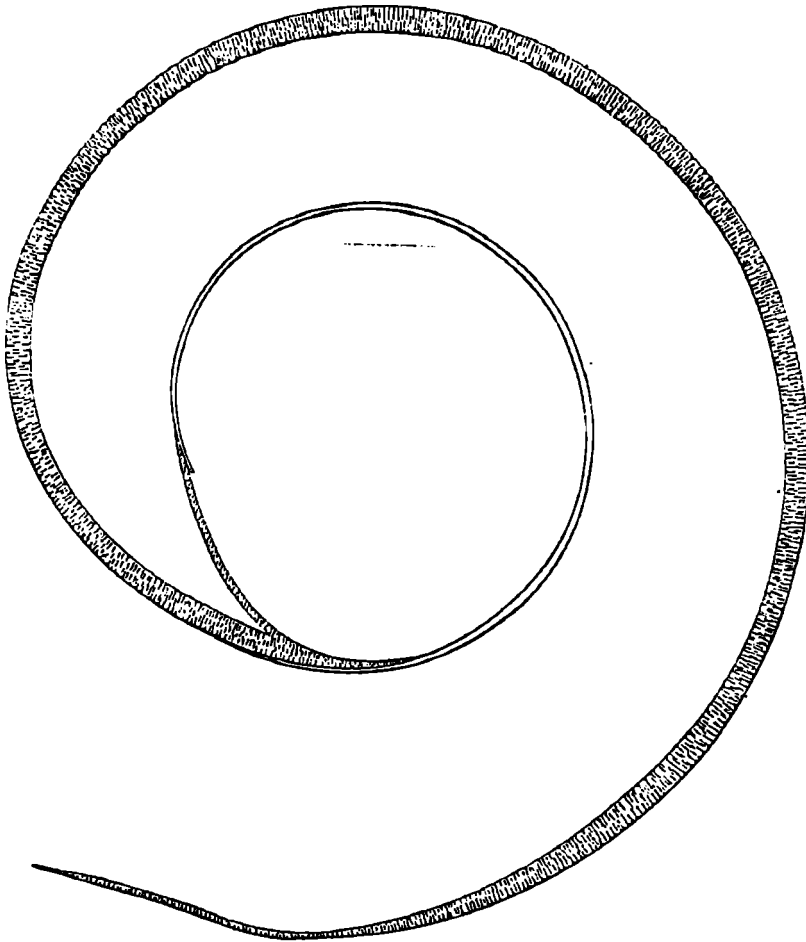


Рис.2. *Saghalinites wrighti* Birk. Сечение, параллельное медиальной плоскости между ней и внешним флангом. Вторая онтогенетическая стадия. Вслед за просептой этой стадии могут принадлежать несколько последующих септ. Увеличение X 120

тяжа одной из ранних септ *Eurorhyolloceras*, а на рис. 7 показано сочленение "полый" сифонной трубки и дополнительного отложения в *Saghalinites*. Наблюдается значительное изменение формы и структуры дополнительного отложения.

Описанные здесь структуры септ и сифонной трубки, видимо, указывают на наличие гидростатического аппарата наутилоидей и амменоидей, более сходных между собой, нежели это считает Мутвей.

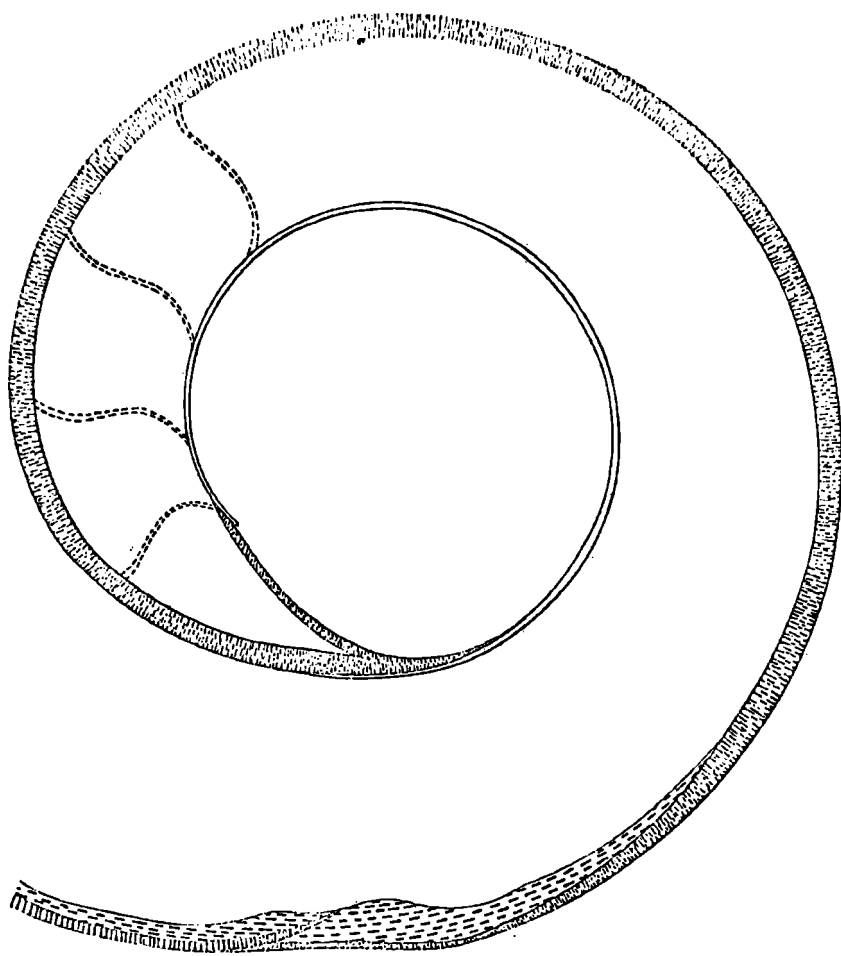


Рис.3. *Saghalinites wrighti* Birk Тот же образец, что и на рис.2. Ранняя фаза третьей онтогенетической стадии. Показано гипотетическое количество септ. Увеличение X 120

Подписи к приложениям на вкладках

Приложение I. *Saghalinites wrighti* Birkelund Электронная микрофотография сечения, параллельного медиальной плоскости, того же образца, что на рис. 2-3 по тексту. Постепенный переход от просепты к смежной стенке раковины. Увеличение X 2500

Приложение 2. *Saghalinites wrighti* Birkelund .Электрон-

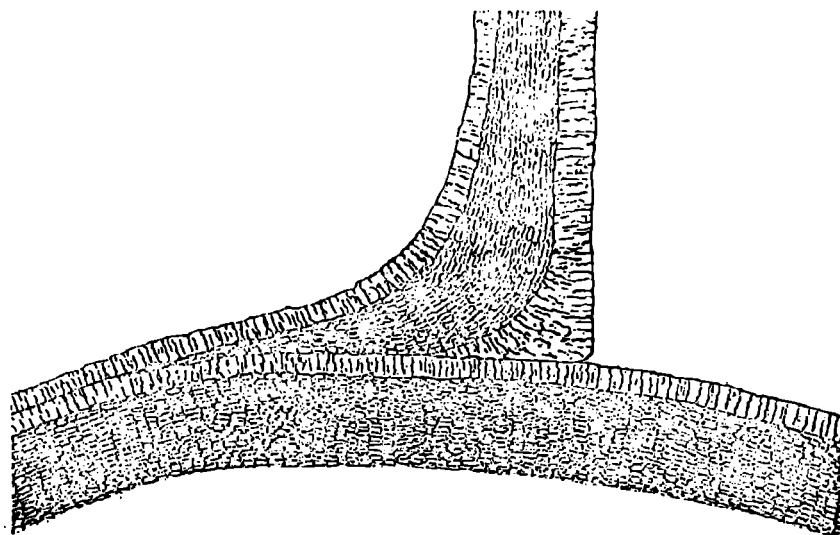


Рис.4. *Saghalinites wrighti* Birkelund . Схематичное сечение части шестого оборота и седьмого оборота с выклиниванием двух слоёв раковины (внешнего призматического слоя и перламутрового слоя) близ умбиликального шва. Увеличение XI50

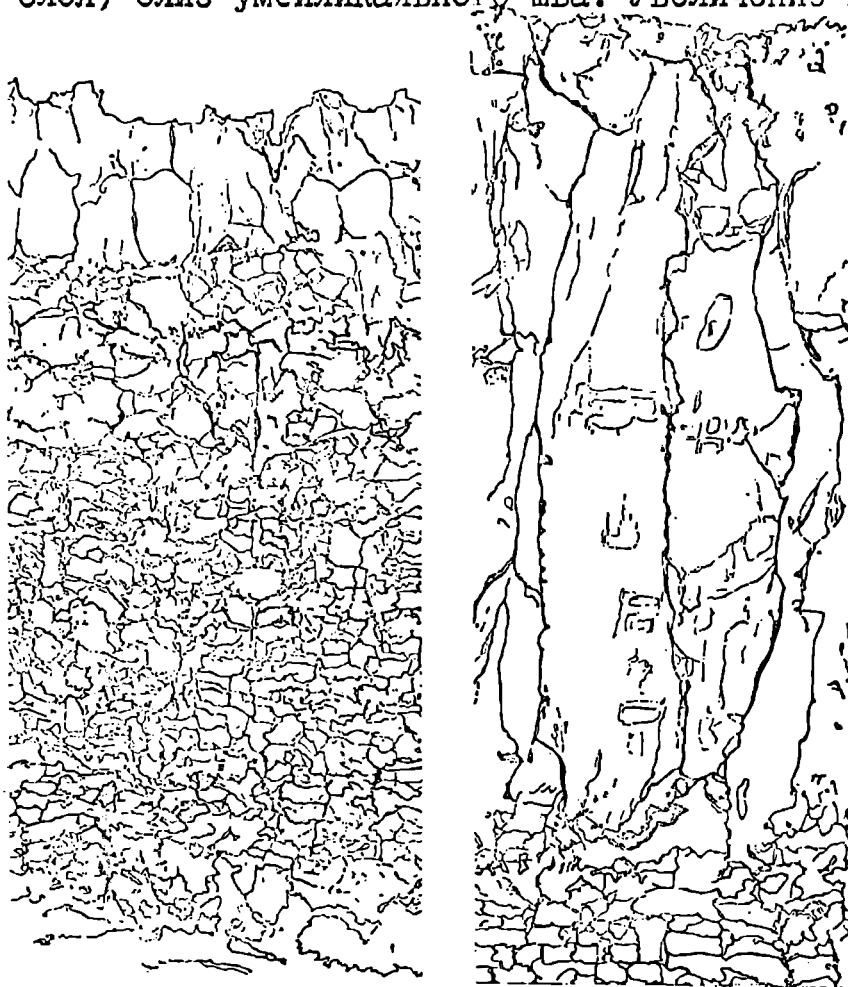


Рис. 5,6. *Hyrophylloceras* (*Neophylloceras*) *groenlandicum* Birkelund . Медиальные сечения септ с призматическим и перламут-

Тот же образец, который демонстрировал Биркелунд³ (рис. по тексту I, приложения I-4). Увеличение X 3750

Приложение 3. *Nurphyloceras* (*Neophylloceras*) *groenlandicum* В. Электронная микрофотография 26-ой септы с септальным тяжем и дополнительным отложением. У септы наблюдается начальная дифференциация призматической и перламутровой структур. Увеличение X 1100

Приложение 4. *Saghalinites wrighti* Birkelund Электронная микрофотография медиального сечения, где снизу вверх показаны: часть перламутрового слоя вентральной стенки раковины, внутренний призматический слой вентральной стенки раковины и сифонная трубка с призматической структурой. Увеличение X3330

Список литературы

- 1 ARTHUR, W. J., 1957. Ammonoidea - In: *Treatise on Invertebrate Paleontology*. Pt. L. Mollusca 4. Cephalopoda. Ammonoidea (ed. by R. C. Moore). Kansas.
- 2 BIRKELUND, T., 1965. Ammonites from the Upper Cretaceous of West Greenland. *Medd. Grønland*, Bd. 179, Nr. 7, pp. 1-194, 125 text-figs., 49 pls. København.
- 3 BIRKELUND, T., 1967. Submicroscopic shell structures in early growth-stages of Maastrichtian ammonites (*Saghalinites* and *Scaphites*). - *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Bd. 17, Hef. 1, pp. 95-101, 3 text-figs., 4 pls. København.
- 4 ERBEN, H. K., 1962. Über den Prosipho, die Prosutur und die Ontogenie der Ammonoidea. - *Paläont. Zeitschr.*, Bd. 36, Hef. 1/2, pp. 99-108, 3 text-figs., 2 pls. Stuttgart.
- 5 ERBEN, H. K., 1964. Die Evolution der ältesten Ammonoidea. - *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Bd. 120, Nr. 2, pp. 107-212, 15 text-figs., 4 pls. Stuttgart.
- 6 ERBEN, H. K., 1966. Über den Ursprung der Ammonoidea. - *Biol. Rev.*, Vol. 41, pp. 641-658, 8 text-figs. Cambridge.
- 7 GRANDJEAN, F., 1910. Le siphon des Ammonites et des Belemnites. - *Bull. Soc. Géol. France*, 4. sér. Tome 10, pp. 496-519, 22 text-figs. Paris.
- 8 HANSEN, H. J., 1967. A technique for depiction of grind sections of Foraminifera by aid of compiled electronmicrographs. - *Medd. Dansk Geol. Foren.*, Bd. 17, p. 128, 2 pls. København.
- 9 HOUSE, M. R., 1965. A study in the Tornoceratidae: The succession of Tornoceras and related genera in the North American Devonian. - *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, Ser. B., Bio. Sci. No. 763, Vol. 250, pp. 79-130, 19 text-figs. London.
- 10 HYATT, A., 1900. Cephalopoda. In: ZITTEL-EASTMAN: *Textbook of Palaeontology*, 1st. English ed., pp. 502-604. London.
- 11 MILLER, A. K. & UNKLESBY, A. G., 1943. The siphuncle of Late Paleozoic ammonoids. - *J. Paleont.* Vol. 17, No 1, pp. 1-25, 9 text-figs., 5 pls. Tulsa.
- 12 MUTVEI, H., 1967. On the microscopic shell structure in some Jurassic ammonoids. - *Neues Jb. Geol. Paläont. Abh.*, Bd. 129, Nr. 2, pp. 157-166, 4 text-figs., 1 pl. Stuttgart.
- 13 PALFRAMAN, D. F. B., 1967. Mode of early shell growth in the ammonite *Pro-microceras marstonense* SPATH. - *Nature*, Vol. 216, No 5120, pp. 1128-1130, 3 text-figs.
- 14 TRUEMAN, A. E., 1941. The ammonite body-chamber, with special reference to the buoyancy and mode of life of the living ammonite. - *Quart. Jour. Geol. Soc.* Vol. 96, pp. 339-383, 17 text-figs. London.