

HENRYKA WOLAŃSKA

AGATHAMMINA PUSILLA (GEINITZ) Z DOLNEGO CECHSZTYNU  
SUDETÓW I GÓR ŚWIĘTOKRZYSKICH

*Streszczenie.* — Przedstawiono historię otwornicy *Agathammina pusilla* (Geinitz) oraz wyniki badań własnych dotyczących tego gatunku. Przeprowadzono szczegółową analizę morfologiczną skorupki oraz mikrostruktury ścianki. Stwierdzono obecność form mikro- i megalosferycznych i ustalono stadia wzrostowe. Zaproponowano nową diagnozę rodzaju *Agathammina* Neumayr, 1887, oraz nowy opis jego genotypu. Materiał, na jakim oparto badania, pochodzi z dolnego cechsztynu różnych regionów Polski (Grodziec — Sudety, Kajetanów — Góry Świętokrzyskie).

## WSTĘP

W czerwcu 1956 r. asystent Zakładu Geologii Historycznej Uniwersytetu Wrocławskiego J. Krasoń zwrócił się do autora z prośbą o oznaczenie otwornic z margli miedzionośnych (poziom z *Productus horridus*), pochodzących z kopalni upadowej Grodziec (Sudety, Dolny Śląsk). Podczas badań zwrócono uwagę na wyjątkowo dobrze zachowane, duże okazy *Agathammina pusilla* (Geinitz). Zapoznanie się z literaturą dotyczącą wymienionego gatunku przekonało autora o celowości dokładnego opracowania tego ciekawego materiału.

Autor dziękuje prof. dr. J. Samsonowiczowi za wskazanie odsłonięcia cechsztynu z *Productus horridus* w Kajetanowie (Góry Świętokrzyskie), skąd pobrano próby z *A. pusilla* dla celów porównawczych. Autor składa również serdeczne podziękowanie p. J. Gwoździowi z Instytutu Geologicznego w Warszawie za udostępnienie szlifów z wiercenia Tumlin (1), a dr. K. Diebelowi z Uniwersytetu im. Humboldta w Berlinie oraz dr. A. Urbankowi z Zakładu Paleozoologii Uniwersytetu Warszawskiego — za cenną, przyjacielską pomoc w skompletowaniu najważniejszych pozycji literatury.

Prof. dr. R. Kozłowskiemu i prof. dr. W. Pożaryskiemu autor wyraża wdzięczność za troskliwą opiekę i duże zainteresowanie pracą, jakie okazywali podczas jej wykonywania.

## HISTORIA BADAŃ

Badania nad skamieniałościami permskimi były prowadzone mniej więcej od połowy XIX wieku, zarówno w Anglii, jak i w Niemczech (H. B. Geinitz, 1848, 1861; W. King, 1848<sup>1</sup>; T. R. Jones, 1850<sup>2</sup>; A. E. Reuss, 1854; R. Richter, 1855; E. E. Schmid, 1867). W pracach tych są również dane o występowaniu otwornic, którym w roku 1876 H. B. Brady poświęcił specjalną monografię.

Otwornicę obecnie oznaczoną jako *Agathammina pusilla* opisał po raz pierwszy Geinitz w roku 1848 w pracy dotyczącej skamieniałości niemieckiego cechsztynu i czerwonego spagowca. Występujące licznie w dolnym cechsztynie Niemiec rurkowate skorupki, zwinięte często w wężowe lub podobne do *Serpula gordialis* skręty, autor ten nazwał *Serpula pusilla*. Uważał on, że *Serpula pusilla* jest przedstawicielem kopalnych pierścienic, które w swym opracowaniu nazywa *Annulata*.

W tym samym roku King<sup>3</sup>, w katalogu permskich skamieniałości, podobną formę z permu Anglii opisuje jako *Foraminites serpuloides*.

W roku 1861 Geinitz podaje rozprzestrzenienie opisanego przez siebie gatunku i uważa, że zasięg jego w Anglii i w Niemczech jest ograniczony do dolnego cechsztynu. W pracy tej podaje już synonimikę: *Vermilia obscura* et *Spirellina pusilla* King, *Miliola pusilla* Kirkby. Okazuje się, że nazwy rodzajowe, wprowadzone przez autorów angielskich W. Kinga i J. W. Kirby'ego, sugerują przynależność opisanych form do Foraminifera, o czym Geinitz nie wydaje się być przekonany.

W roku 1869, T. R. Jones, W. K. Parker i J. W. Kirkby wydają pracę o permskiej *Trochammina pusilla* i formach jej pokrewnych (*vide* Brady, 1876). Rodzaj *Trochammina* Parker & Jones jest bardzo szeroko pojęty, gdyż autorzy uważają strukturę ścianek i występowanie lub niewystępowanie komór — za cechy podrzędne. Przedstawione przez nich związki filogenetyczne pomiędzy *Trochammina* [= *Ammodiscus*] *incerta*, *Tr.* [= *Glomospira*] *gordialis* i *Tr.* [= *Agathammina*] *pusilla*<sup>4</sup> są pierwszą koncepcją filogenetyczną, związaną z *Agathammina pusilla* (Geinitz), która w ogólnych zarysach została przyjęta przez Cushmana (1929).

Brady (1876) zdawał sobie sprawę, że pojęcie rodzaju *Trochammina*, odpowiadające założeniom filogenetycznym jego autorów, nie jest zgodne z systematyką otwornic proponowaną przez Reussa (1861/62), który struk-

<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>3</sup> *Fide* H. B. Brady, 1876.

<sup>4</sup> W nawiasach podano obecnie używane dla wymienionych gatunków nazwy rodzajowe.

ture ścianki uważa za cechę nadrzędną. Uważając jednak systematykę Reussa za sztuczną, a podaną przez autorów angielskich — za filogenetyczną, Brady przyjmuje tę ostatnią, a zatem opisuje w swej monografii interesującą nas otwornicę jako *Trochammina pusilla* (Geinitz), uzupełniając nieco opis pierwotny. Zwraca bowiem uwagę nie tylko na kształt i sposób zwinięcia skorupki, ale uważa, że rurka jej może być pozornie podzielona (przewężenia), a także opisuje jej ujście. Niestety, podobnie jak i Geinitz, Brady (1876) w opisie gatunku nie podaje danych o budowie ścianki skorupki, przyznaje jednak, że gatunek nie jest dostatecznie zbadany. Według niego, jest to otwornica typowa dla permu, chociaż pojedyncze jej okazy zostały znalezione przez Robertsona w dolnych i górnych wapieniach karbońskich Szkocji, lecz nie jest znana w najwyższych partiach osadowych permu.

M. Neumayr (1887) wprowadza nazwę rodzajową *Agathammina* dla permskich i karbońskich otwornic o nieregularnym miliolidowym zwinięciu, niepełnym podziale na komory i piaszczystej skorupce z wapiennym cementem. Nie ustala jednak jasno i wyraźnie genotypu, dlatego też wielu autorów, m. in. E. Spandel (1898) nie przyjmuje tej nazwy, uważając ją za niedostatecznie uzasadnioną.

Spandel (1898) w swej notatce wstępnej o otwornicach niemieckiego cechsztynu usiłuje uporządkować dotychczasowe wiadomości o gatunku *Serpula pusilla* Geinitz, dodając własne obserwacje dotyczące budowy ścianki. Ustala nowe pojęcie rodzaju *Ammodiscus*, nie licząc się z prawem priorytetu, co powoduje dalszy zamęt terminologiczny. Mówi on: „...pod rodzajem *Ammodiscus* rozumiem rurkowate, nie podzielone na komory, nieregularnie, kłębkowato zwinięte, o porcelanowej skorupce, nieperforowane formy. Brady uważał te formy za piaszczyste, podczas gdy Valerian von Möller uważa je za perforowane i zalicza do spirillin. Permские gatunki tego rodzaju nie są jednak ani piaszczyste, ani perforowane, co mogłem stwierdzić na pewnej ilości szlifów mikroskopowych. Na grubych, wapiennych skorupkach permskich gatunków spotykałem tu i ówdzie ziarno piasku przywarte do powierzchni..., lecz nie stanowi ono żadnego istotnego jej składnika“ (1898; tłum. z niem.).

Stosunkowo dobrze zachowany materiał pozwolił Spandelowi stwierdzić na skorupkach badanych okazów poprzeczne warstewkowanie węglanu wapnia, które interpretuje jako linie przyrostu. Pośród okazów opisanych przez Geinitza jako *Serpula pusilla*, Spandel wyróżnia trzy formy o odmiennym kształcie. Uważa, że nazwa gatunkowa „*pusilla*“ nie nadaje się do żadnej z nich. Wprowadza nowe nazwy gatunkowe: dla form kłębkowatych — „*gordiformis*“; dla bardziej płaskich, które prawdopodobnie odpowiadałyby *Trochammina milioloides* opisanej przez Jonesa, Parkera i Kirkby'go — „*geinitzi*“; dla form o kształcie jajowatym i skrę-

tach obejmujących się — „*involutus*“. Nazwy te jako gatunkowe należy zapewne odrzucić, niemniej jednak jest to cenna obserwacja, wskazująca na dużą zmienność morfologiczną gatunku „*pusilla*“. Spandel nie umieścił żadnych ilustracji dotyczących proponowanych form. Pozostały więc one jako nomina nuda, często nieopatrznie przyjmowane przez niektórych autorów (*vide* C. C. Branson, 1948) dla otwornic opisywanych z permu — np. *Glomospira gordiformis* (Spandel) — co zupełnie nie odpowiada pierwotnym zamierzeniom Spandela. Autor ten zmarł pozostawiając materiały nie opracowane do końca. Dopiero w roku 1935 R. Paalzow otrzymał podobno niekompletne materiały Spandela do opracowania i na ich podstawie opisał gatunki *Agathammina* pod nazwą rodzajową *Glomospira* Rzehak, przyjmując, że mają one skorupkę zlepieńcowatą, o dużej ilości cementu wapiennego. Podaje on m. in. nowy gatunek *Cornuspira spandeli* Paalzow, 1935, który jest prawdopodobnie niczym innym, jak młodocianym stadium formy megalosferycznej *Agathammina pusilla* (Geinitz)<sup>5</sup>. W roku 1937, E. Brand, badając otwornice cechszyńskie z Wetterau, opisuje również *Glomospira pusilla* (Geinitz) oraz *Glomospira milioloides* (Parker, Jones & Kirkby).

*Agathammina pusilla* (Geinitz), pod różnymi nazwami rodzajowymi, była sygnalizowana z permu wschodniej części Rosji Europejskiej (F. N. Czerdincew, 1914, *vide* C. C. Branson, 1948), z karbonu i permu Teksasu (J. A. Cushman & J. A. Waters, 1927) oraz z permu Polski (J. Czarnocki, 1923/24, J. Samsonowicz, 1953). Najczęściej stosowano nazwy rodzajowe *Serpula*, *Trochammina* i *Glomospira*.

W roku 1927, Cushman w dwóch kolejnych komunikatach, związanych z porządkowaniem systematyki otwornic, ustala dla rodzaju *Agathammina* Neumayr, 1887, genotyp *Agathammina pusilla* = *Serpula pusilla* Geinitz, 1848, i zalicza go do rodziny Miliolidae. W stosunku do diagnozy Neumayra podaje wyraźnie, że *Agathammina* ma ścianki nieperforowane, wapienne, z piaszczystym materiałem na powierzchni.

Cushman w swoich opracowaniach (1929—1948) traktuje rodzaj *Agathammina* jako formę wyjściową dla rodziny Miliolidae. Zasięg stratygraficzny tego rodzaju rozciąga się, jego zdaniem, od karbonu do jury.

Galloway (1933) w podręczniku swoim koryguje opis ścianki *Agathammina*, uważając, że jest ona nieperforowana, gruboziarnista i dlatego wydaje się piaszczysta na powierzchni. Wprowadza on ten rodzaj do rodziny Spirillinidae, grupującej otwornice o skorupkach rurkowatych, rozmaicie zwiniętych, o ściance hyalinowej lub nieperforowanej, lecz nigdy porcelanowej. Uważa, że filogenetyczne ujęcia Cushmana, które

<sup>5</sup> Blizsze wyjaśnienia — p. str. 35, 41, 48.

wiążą rodzaj *Agathammina* z Miliolidae, są oparte na fałszywych założeniach.

A. K. Bogdanowicz (1952) zajmuje podobne stanowisko. Według niego, jednokomorowa, zlepieńcowata *Agathammina* w żadnym przypadku nie może być genetycznie związana z Miliolidae.

Stanowisko Cushmana zostało mimo to przyjęte przez wielu autorów podręczników mikropaleontologii (A. Liebus, 1931; V. Pokorný, 1954; H. W. Mathes, 1956). Jedynie M. F. Glaessner (1945) i J. Sigal (1952) stwierdzają, że rodzaj *Agathammina* nie jest dotychczas dostatecznie zbadany, dlatego też za niepewne uważają jego stanowisko systematyczne, jak i wszelkie wnioski filogenetyczne z nim związane.

Reasumując można stwierdzić, że genotyp *Agathammina* nie został dotychczas dokładnie zbadany, w związku z czym spotykamy się w literaturze ze sprzecznymi pojęciami, dotyczącymi zarówno tego rodzaju, jak i jego gatunków. Dlatego też tematem niniejszego opracowania będzie przede wszystkim ustalenie morfologii skorupki, mikrostruktury ścianki i zmian, jakie w niej zachodzą w związku z różnym stanem zachowania materiału, oraz dymorfizmu rozwojowego i stadiów wzrostowych *Agathammina pusilla* (Geinitz).

#### POCHODZENIE MATERIAŁU, STAN ZACHOWANIA I METODY BADAŃ

Zbadane przez autora okazy gatunku *Agathammina pusilla* pochodzą z dolnego cechsztynu Niecki Grodzieckiej (Sudety) i z Kajetanowa (Góry Świętokrzyskie). Wymienione stanowiska cechsztynu odpowiadają cechsztynowi niemieckiemu i angielskiemu, na co zwrócili już uwagę Geinitz (1848), Czarnocki (1923/24) i Eisentraut (1939).

Próby margli miedzionośnych z południowej ściany pokładu dolnego kopalni upadowej Grodziec (Sudety) zebrał w roku 1955 J. Krasoń i oznaczył jako cechszтын dolny na podstawie występowania *Productus horridus*. Z prób tych wypreparowano ręcznie, pod lupą, za pomocą igły dentystrycznej, około 400 okazów. Ten sposób preparowania jest w zasadzie żmudny, ale niemniej pozwolił uniknąć poważniejszych uszkodzeń skorupki, co odegrało szczególną rolę przy obserwacji charakteru ujścia.

Na naszlifowanych powierzchniach tych prób można było stwierdzić, że są one przepełnione mikrofauną. Obok *Agathammina pusilla* występuje zespół faunistyczny z mszywiolami i małżoraczkami, a oprócz otwornic porcelanowych spotyka się nierzadko otwornice hyalinowe, jak np. *Geinitzina* sp., *Dentalina* sp. oraz zlepieńcowate z rodziny Ammodiscidae. Wydaje się, że mamy tu do czynienia z kopalną biocenozą, na co wskazywałaby m. in. obecność osobników *A. pusilla* o różnych stadiach wzrostowych.

Z łupków marglistych Kajetanowa, pobranych przez autora w 1956 r. i oznaczonych na podstawie opracowania Czarnockiego (1923/24) jako dolny cechsztyn, wypreparowano około 200 okazów wskazaną wyżej metodą.

W łupkach tych otwornic jest stosunkowo niewiele. Przeważają drobne szczątki ramienionogów i małżów, spotyka się sporo mszywiolów i małżoraczków oraz dość dużo szczątków roślinnych.

W związku ze zmianami, wywołanymi wietrzeniem powierzchniowym, stan zachowania okazów *A. pusilla* z Kajetanowa nie pozwala na badanie mikroskopowej struktury ścianki. Skorupka jest mocno zwietrzała, rozlatująca się przy preparowaniu. Na kalcytowych natomiast ośrodkach widoczne są bardzo wyraźne linie przyrostu. Okazy takie nadają się dobrze do kolejnego odpreparowywania ośrodek skrętów drugiej komory i badania prolokulusów. Odpreparowywanie prolokulusów mikro- i megalosferycznego zostało dokonane pod lupą, za pomocą dwóch igiełek bardzo dobrze zaostrzonych, co było niezwykle trudne w przypadku prolokulusa mikrosferycznego. Okazy już częściowo zwietrzałe preparuje się najlepiej pod wodą lub nawet w alkoholu. Wypreparowane prolokulusy przechowywano w glicerynie.

Wprowadzono metodę wskaźników dla uchwycenia ewentualnej zmienności kształtu *A. pusilla*. W tym celu wybrano lepiej zachowane okazy z obu wymienionych miejscowości. Wychodząc z założenia, że ogólny kształt skorupki *A. pusilla* w pewnym stopniu przypomina elipsoidę, wzięto pod uwagę trzy pomiary: długość ( $y$ ), szerokość ( $x$ ), grubość ( $z$ ).

Pomiary wykonano przy 45-krotnym powiększeniu binokularu. Błąd pomiaru waha się w granicach 0,032 mm, co dla największego pomiaru w procentach wynosi 1,5%, a dla najmniejszego — około 14,5%.

Zakładając, że wzrost skorupki jest gnomoniczny<sup>6</sup> (Thompson, 1952), wprowadzono wskaźniki eliminując w ten sposób wartości linearne, a zatem ewentualne stadia wzrostowe (B. H. Burma, 1948).

Wybrano trzy wskaźniki, charakteryzujące trzy przekroje osiowe skorupki prostopadłe do siebie, oznaczając je jak następuje:

wskaźnik  $\alpha$ , czyli stosunek  $x : y$ , nazwano wskaźnikiem głównym,

wskaźnik  $\beta$ , czyli stosunek  $z : x$ , nazwano wskaźnikiem przekroju osiowego poprzecznego,

wskaźnik  $\gamma$ , czyli stosunek  $z : y$ , nazwano wskaźnikiem spłaszczenia.

Wskaźniki obliczono na podstawie pomiarów uprzednio omówionych, z dokładnością do setnych miejsc.

<sup>6</sup> Każdy wzrost przejawiający się w powiększaniu się wymiarów ciała, bez widocznej zmiany jego kształtu ogólnego, można nazwać wzrostem gnomonicznym.

Dla łatwiejszego scharakteryzowania materiału i ominięcia drobniejszych wahań przyjęto, że wskaźniki należy uważać za cechy, które, analogicznie do metod przyjętych w antropologii, zaliczyć można do pewnych klas cech.

I tak np. dla wskaźnika  $\alpha$  przyjęto klasy cech od 4 do 10. Klasy te uzyskano stosując regułę dopełnienia do miejsca dziesiętnego i pomnożenia przez 10.

$$\alpha = 0,69 = 0,7 \times 10 = 7$$

$$\alpha = 0,63 = 0,6 \times 10 = 6$$

Taką samą zasadę przyjęto dla ustalenia klas pozostałych wskaźników. Uzyskane wyniki zestawiono w tabelę, osobne dla każdego ze wskaźników. Obliczono klasę średniej arytmetycznej  $M'$  i zmienność standardową (Burma, 1948), jak również współczynnik zmienności dla poszczególnych wskaźników obydwu „populacji” — grodzieckiej i kajetanowskiej.

Każdy z badanych osobników otrzymał pewien symbol, wskazujący na jego przynależność do określonej grupy kształtu. Symbol ten składa się z trzech liczb, charakteryzujących kolejno klasy wskaźników  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ , np.: 685 lub 5,10,5.

Do dalszych badań posłużono się zatem osobnikami o określonych symbolach, wskazujących na niewątpliwą zmienność morfologiczną w obrębie populacji. Szlify seryjne pozwoliły dokładniej uchwycić zmienność kształtu badanych okazów. Na ich podstawie można było zrozumieć morfologię wewnętrzną *Agathammina pusilla* (Geinitz).

Strukturę ścianki badano na szlifach mikroskopowych w świetle odbitym, przechodzącym oraz spolaryzowanym.

Każdy z opracowywanych problemów starano się zilustrować własnymi rysunkami, wykonanymi za pomocą aparatu rysunkowego typu Abbé i binokularu przy 45-krotnym powiększeniu, wyjątkowo mikroskopu, oraz fotografiami.

Okazy opisywane i materiał dowodowy jest przechowywany w zbiorach Zakładu Mikropaleontologii Uniwersytetu Warszawskiego jako kolekcja nr F/300.

#### SKŁAD CHEMICZNY I MIKROSTRUKTURA ŚCIANKI

Skorupka jest zbudowana z węgla wapnia typu sekrecyjnego i nie zawiera żadnych domieszek ciał obcych, gdy chodzi o skorupki dobrze zachowane. Zwrócił już na to uwagę Spandel w 1898 r. Galloway (1933) uważał, że wapienne, nieperforowane ścianki skorupki, które występują u paleozoicznych rodzajów *Agathammina*, *Cornuspira* i in., nie są typowo porcelanowe, gdyż w świetle przechodzącym nie wykazują koloru brą-

zowego, który jest charakterystyczny dla współczesnych porcelanowych skorupki Miliolidae. A. Wood (1949) przeprowadził bardzo staranne badania skorupki porcelanowych współczesnych i kopalnych Miliolidae i zwrócił uwagę na wtórne zmiany, jakie mogą zachodzić w skorupkach otwornic kopalnych, a mianowicie dość częste zanikanie brązowej barwy w związku z wtórną rekrytalizacją pierwotnie drobnokrystalicznych ścianek porcelanowych.

Przeprowadzone badania skorupki dobrze zachowanych okazów *A. pusilla* z Grodzca pozwoliły stwierdzić, że są one śnieżno-białego koloru i rozpuszczają się w HCl prawie bez pozostawienia jakiegokolwiek residuum. Poprzeczne szlify mikroskopowe takich skorupki wykazują w świetle odbitym białe barwy, podobnie jak zrobione dla porównania szlify mikroskopowe okazów *Quinqueloculina* sp. współczesnej i trzeciorzędowej. W świetle przechodzącym badane okazy mają ścianki zabarwione na kolor brązowy, chociaż szlif z *Agathammina* wykazał barwę mniej zdecydowanie brązową, co można wytłumaczyć jego grubością. Dopiero w świetle spolaryzowanym stwierdzić można identyczność drobnopowłokowych mikrostruktur badanych okazów. Jest to przekonujący dowód, że *Agathammina pusilla* (Geinitz) ma ściankę wapienną, porcelanową, typu miliolidowego.

Zmiany w ściance pod wpływem fosylizacji i wietrzenia mogą być duże. Prawie wszystkie okazy z Kajetanowa mają skorupkę zwietrzałą, o słabym nalocie tlenków żelaza. Do zwietrzałej powierzchni takich skorupki przyklepione bywają wtórnie drobne ziarenka skały otaczającej, co powoduje pozorną zlepnięcowość form.

Na ogół skorupki *A. pusilla* w środowisku dostatecznie ilastym (Grodziec) zachowują swoją pierwotną strukturę, natomiast pod wpływem wietrzenia, lub w środowisku o dużej zawartości węglanu wapnia, zmiany struktury są bardzo widoczne. Nierzadko spotykamy się z mineralizacją skorupki związkami metali. W Grodźcu spotyka się okazy, u których związki miedzi wyparły węglan wapnia. W Kajetanowie (Czarnocki, 1923/24), obok pirytovej, występuje także mineralizacja związkami ołowiu.

Szlify mikroskopowe okazów, pochodzących z wiercenia w Tumlinie (1), głębokości 160,7 mb, pozwolił zaobserwować zmiany, jakie mogą zachodzić w skorupce *A. pusilla* w obecności nadmiaru węglanu wapnia i wód krążących. W świetle odbitym można obserwować fragmenty zabarwione na kolor brązowy (limonityzacja), białe (jak gdyby niezmineralizowane węglan wapnia) oraz partie przekrytalizowane, grubopowłokowe. Obraz ten zmienia się w świetle przechodzącym. Okazuje się wówczas, że fragmenty skorupki, białe w świetle odbitym, są czarne wskutek wypierania kalcytu przez czarne siarczki żelaza. Niezupełnie wyparty kalcyt maskuje, przynajmniej w świetle odbitym, zachodzące zmiany. Brązowy



kolor fragmentów zlimonityzowanych utrzymuje się; widoczne też są wyraźniej partie przekrystalizowane.

#### MORFOLOGIA SKORUPKI

*Ogólny kształt skorupki.* Kształt skorupki *A. pustilla*, który przypomina elipsoidę, powstał jako wypadkowa zwinięcia się rosnącej rurkowatej skorupki wokół prolokulusa. Im bardziej postać ogólna skorupki zbliża się do kształtu kulistego, tym wyższe są klasy wskaźników  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ . Przekroje poprzeczne badanych okazów nierzadko zbliżają się do kształtu koła.

Poprzeczne szlify seryjne okazów o symbolach najczęściej się powtarzających — 674, 684, 685, 574, 584, 585 — potwierdziły, że skorupka badanego gatunku składa się z prolokulusa i z długiej, rurkowatej komory, której skręty leżą w pięciu płaszczyznach w ten sposób, że na przekroju poprzecznym osiowym każde 2,5 skrętu tworzy zamknięty krąg ( $360^\circ$ ) i przypomina cykl kwinkwelokulinowy. Tego rodzaju układ zaznacza się również na powierzchni skorupki, dlatego też można wyróżnić stronę brzuszną o widocznych najczęściej 3 półskrętach drugiej komory, oraz stronę grzbietową o widocznych 4 półskrętach (pl. I i II).

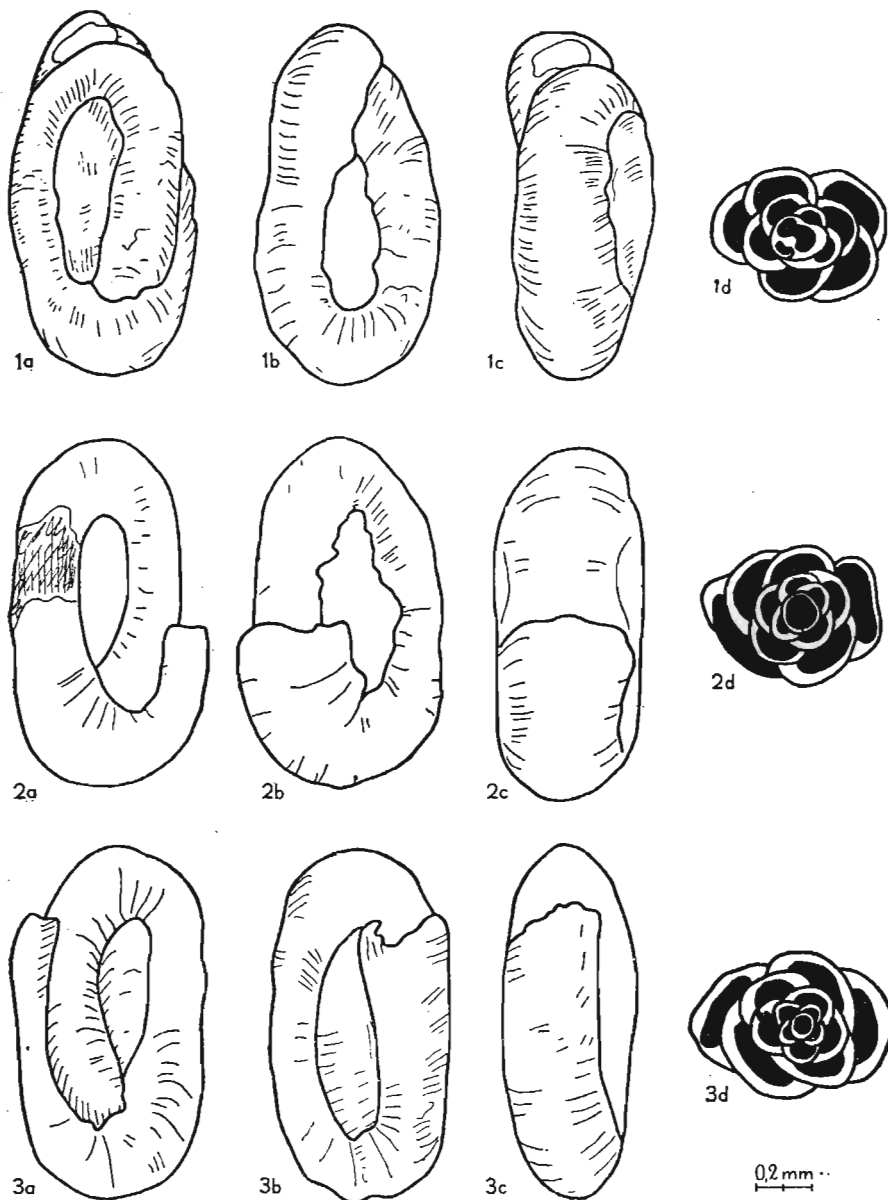
*Prolokulus megalosferyczny* ma kształt prawie okrągły na przekroju poprzecznym, na podłużnym zaś — nieco wydłużony. Obliczone wskaźniki dla wypreparowanych ośrodków komór embrionalnych z Kajetanowa są stosunkowo wysokie. W związku z tendencją do postaci subglobularnej wyrażają się one m. in. w symbolach 987, 877, 887 itp.

Prolokulus leży mniej więcej w centrum skorupki (fig. 1). Ma on, podobnie jak cała skorupka, trzy rozmaite wymiary długości, szerokości i grubości. I tak np. prolokulus o symbolu 887, z materiału kajetanowskiego, wykazuje następujące wymiary w mikronach:  $y = 192$ ,  $x = 160$ ,  $z = 128$ . Są to najczęściej występujące wymiary megalosfery. Badana megalosfera miała ujście z boku, tj. w osi długiej komory, położone mimośrodkowo w odległości  $64 \mu$  od jednego bieguna komory, a  $96 \mu$  od drugiego. Światło tego ujścia (początku drugiej komory) mierzyło około  $32 \mu$ .

*Prolokulus mikrosferyczny.* Stwierdzono obecność okazów o średnicy prolokulusa (przekroje poprzeczne)  $32\text{--}48 \mu$ , odpowiadającej niewątpliwie formom mikrosferycznym.

Na przekrojach poprzecznych można zaobserwować, że w przypadku formy megalosferycznej, światło na początku drugiej komory jest wyraźnie mniejsze niż światło prolokulusa i wzrasta ono stopniowo wraz z ilością skrętów. Natomiast u formy mikrosferycznej światło prolokulusa prawie nie różni się od światła początkowej części kłębkowato zwiniętej

## PL. I



Okazy o różnych symbolach kształtu, pochodzące z Grodzca: 1 okaz 584 — forma megalosferyczna, 2 okaz 684 — f. megalosferyczna, 3 okaz 674 — f. mikrosferyczna; a od strony brzusznej, b od strony grzbietowej, c z boku, d przekrój osiowy przez prolokulus.

„drugiej komory“. Co więcej, rekonstrukcja tego prolokulusa na podstawie szlifów seryjnych (pl. II) wykazała, że ma ono kształt wydłużonej, dość nieregularnej rurczki, zwiększającej stopniowo swoje światło. Udało

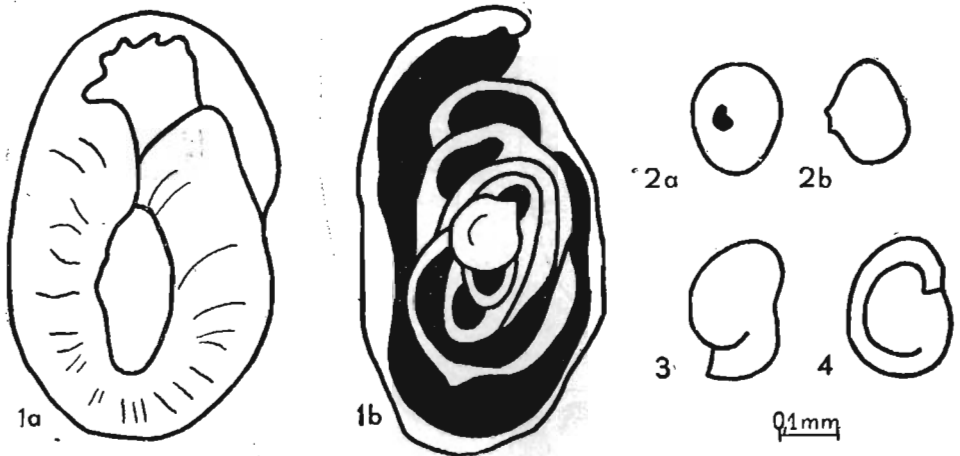


Fig. 1. — Prolokulus megalosferyczny: 1 *Agathammina pusilla*, okaz symbol 584 (Grodzic), forma megalosferyczna, a widok ogólny, b przekrój osiowy podłużny, widoczne położenie prolokulusa w stosunku do całości skorupki; 2-4 odpreparowane komory embrjonalne form megalosferycznych (Kajetanów); 2 prolokulus 887, a od strony „ujścia“, b z boku, 3-4 prolokulusy z początkowym fragmentem drugiej komory.

się też z wielką trudnością wyizolować fragment początkowy skorupki osobnika mikrosferycznego i przy 150-krotnym powiększeniu zaobserwować, że istotnie jego prolokulus to bardzo mała rurczka, która wykazuje jakby trzy przewężenia. Prawdopodobnie w taki sposób zaznacza się tu nierównomierny charakter wzrostu, właściwy całej skorupce badanej otwornicy (fig. 2).

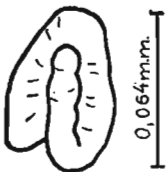
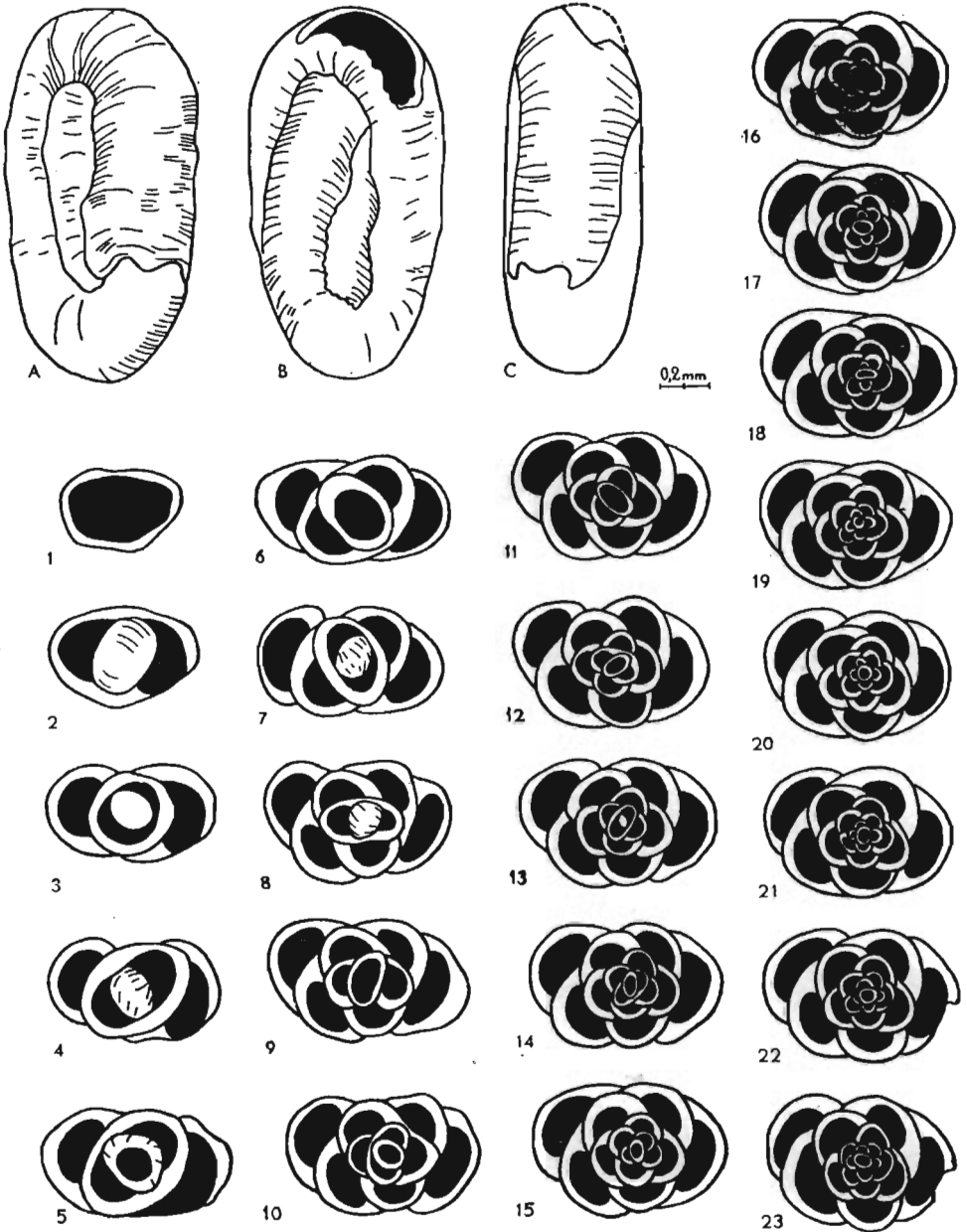


Fig. 2. — Prolokulus mikrosferyczny, wy-preparowany z okazu pochodzącego z Kajetanowa

*Morfologia i charakter wzrostu drugiej komory.* Analizując przekroje podłużne i poprzeczne można stwierdzić, że druga komora pozbawiona jest ścianki wewnętrznej i tworzy raczej kłębkowato zwiniętą rynienkę, a nie rurkę. L. G. Dain (1953), obserwując podobny charakter drugiej komory u otwornic, pochodzących z górnego dewonu i dolnego karbonu Związku Radzieckiego (rodzina Tourneyellidae Dain, 1953), wprowadza nowy termin „psiewdotrubczataja kamiera“, czyli pseudorurkowata komora.

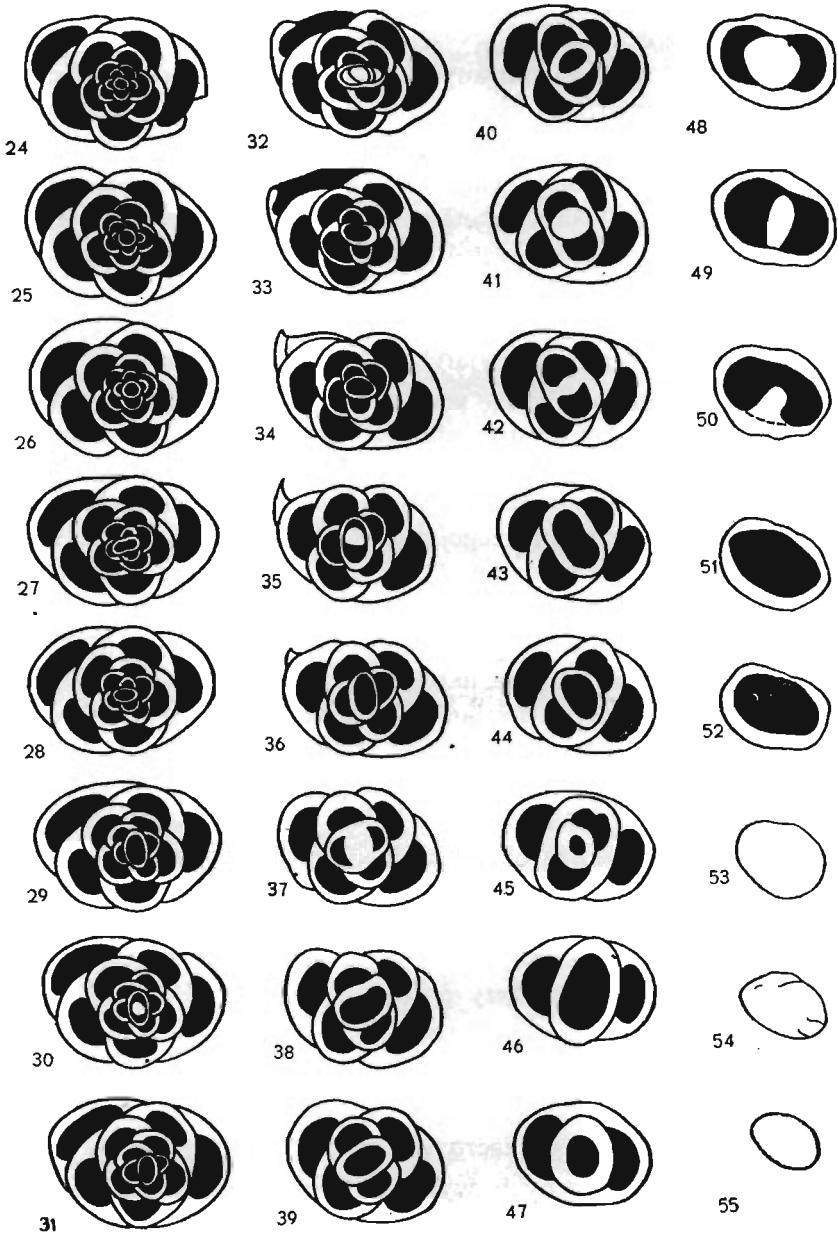
Poza tym, już C. Schlumberger i E. Munier-Chalmas (fide G. Iterson, 1907), zaobserwowali u badanych przez siebie Miliolidae istnienie form „zwykłych“, nie posiadających wewnętrznej ścianki komory, oraz „trematorowych“, które m. in. charakteryzują się właśnie obec-

## PL. II



Okaz *Agathammina pusilla*, symbol 674 (Grodziec), szlify seryjne formy mikrosferycznej: A od strony grzbietowej, B od strony brzusznej, C z boku; 1-55 kolejne powierzchnie szlify seryjnego.

## PL. II (c. d.)



Specimen 674 (Grodziec) of *Agathammina pusilla*, serial sections of microspheric form: A dorsal view, B ventral view, C lateral view; 1-55 successive surfaces of serial sectioning.

nością wewnętrznej ścianki komory, a zatem komory istotnie rurkowatej.

Wzrost drugiej komory skorupki jest nieciągły i nierównomierny. O nieciągłości wzrostu mówią wyraźnie poprzeczne linie przyrostu na skorupce okazów dobrze zachowanych, jak również odciski tych linii na ośrodkach okazów zwietrzałych.

Odcinki pseudorurki nakładają się na siebie pod pewnym stałym kątem skręcenia, który w sumie warunkuje kłębkowate zwinięcie skorupki. To stałe skośne przyrastanie skrętów można było dobrze zaobserwować przy odłamywaniu ośrodek skrętów drugiej komory okazów z Kajetanowa.

Czy w przypadku *A. pusilla* mamy do czynienia z dłuższymi zahamowaniami wzrostu, które sprzyjałyby utworzeniu się komór?

Obserwując megalosferyczny prolokulus *A. pusilla* można stwierdzić, że powstał on w wyniku wzrostu ciągłego (nie ma śladu linii przyrostowych) i jest subglobularny, jak u większości otwornic. Druga natomiast komora wykazuje już wspomniany wzrost nieciągły. Zatem już we wczesnym stadium rozwoju osobniczego mogło zachodzić pierwsze zahamowanie wzrostu, związane ze zmianą jego charakteru (co najmniej u form megalosferycznych).

Zdaniem wielu autorów, poczynając od Brady'ego (1876), ujście *A. pusilla* tworzy się zawsze na aktualnym końcu komory. Analiza okazów z dobrze zachowanymi ujściami wykazała, że niektóre z nich mają ujścia o stosunkowo ostrych brzegach, inne zaś utworzyły na brzegu ujściowym wyraźne zgrubienia, charakterystyczne dla prymitywnych Miliolidae (*Cornuspira*; Bogdanowicz, 1952).

Można więc uważać, że okazy takie (Grodziec) odpowiadają osobnikom, które zostały zagrzebane albo w czasie nadbudowywania kolejnego odcinka pseudorurki („ostre“ ujścia), lub też w okresie spoczynku (ujście o zgrubiałym brzegu). Przekrój styczny przez skorupkę okazu *A. pusilla* (fig. 3) dobrze ilustruje powyższy pogląd.

*Stadia wzrostowe skorupki.* W materiale pochodzącym z Grodźca wyróżnić można na powierzchniach naszlifowanych szereg form młodocianych o kilku zaledwie skrętach (fig. 4). Formy dorosłe mają na ogół, jak widać na przekrojach poprzecznych, od 7,5 do 10 skrętów.

U form megalosferycznych wyróżnić można pięć stadiów wzrostowych, a mianowicie:

I. *Stadium embrionalne.* Powstanie prolokulusa i początkowej części skrętu drugiej komory. Stadium tego nie odnaleziono być może dlatego, że tworzy się ono wewnątrz skorupki agamonta (J. Le Calvez, 1953).

II. *Stadium „pseudokornuspirowe“*. Na przekroju poprzecznym przez prolokulus i pierwszy skręt drugiej komory nie widać jeszcze wyraźnego skręcenia skorupki; dlatego wydaje się, że jest ona zwinięta w jednej płaszczyźnie.

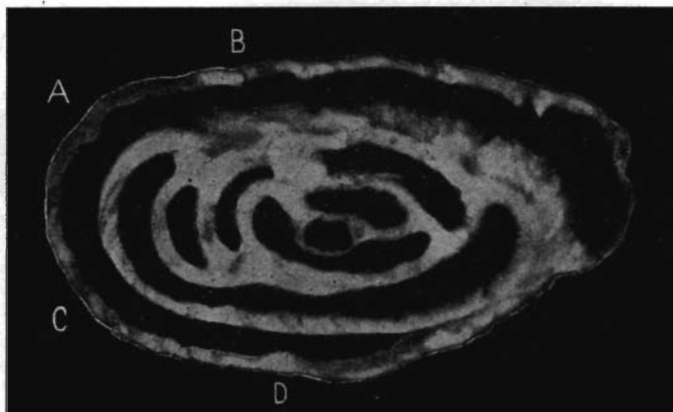


Fig. 3. — Fotografia przekroju stycznego przez okaz *Agathammina pusilla* z Grodźca (z naszlifowanej powierzchni wapieni marglistych), ze zbiorów Zakładu Stratygrafii Uniw. Wrocław.; ca.  $\times 45$ . Widoczne linie przyrastania skorupki, ułożone pod kątem stałym do jej powierzchni zewnętrznej. W punktach A-D widoczne wyraźne zahamowania wzrostu skorupki (zwłaszcza w A).

III. *Stadium „subquinque“*. W przekroju poprzecznym przez prolokulus i 1,5 skrętu często zaznacza się już pięć kierunków układu skrętów. Do tego samego stadium można zaliczyć jeszcze moment, w którym druga komora uzyskuje drugi pełny skręt.

IV. *Stadium „quinque“*. W przekroju poprzecznym przez prolokulus oraz 2,5 skrętu zaznacza się pierwszy cykl „quinque“. Od tej chwili każde przyrastające pół skrętu nie zmienia ogólnego kształtu przekroju skorupki, pod warunkiem obrócenia analizowanego przekroju o pewien stały kąt. Na okazach widać zazwyczaj co najmniej trzy cykle „quinque“; skorupki takie zachowują zwykle charakter kłębka.

V. *Stadium końcowe wzrostu skorupki*. Na przekroju poprzecznym przez prolokulus i skręty obserwujemy rozpoczęty czwarty cykl „quinque“, którego skręty są bardziej obejmujące się i jak gdyby ułożone w jednej płaszczyźnie. Jest to stadium „*milioloides*“, widoczne zwłaszcza u form mikrosferycznych.

U form mikrosferycznych nie można się doszukać pierwszych dwóch stadiów. Wzrost embrionalny, jako taki, u nich nie istnieje. Słuszniej więc będzie mówić o stadium wczesno-młodoceanym, które odpowiada-

łoby I i II stadium wzrostowemu form megalosferycznych. Do tego stadium można by zaliczyć okres tworzenia się rurki prolokularnej, stopniowo rozszerzającej się (wzrost nieciągły, nierównomierny). W momencie pierwszego skręcenia się skorupki otwornica wykorzystuje już

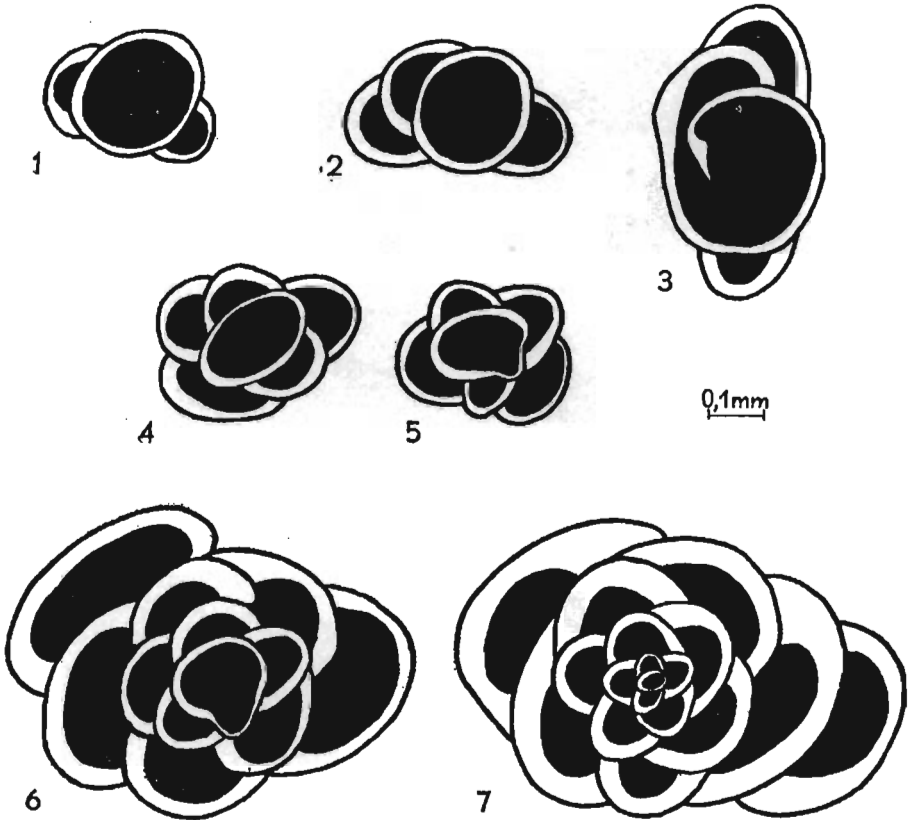


Fig. 4. — Stadia wzrostowe skorupki *Agathammina pusilla*, prześledzone na przekrojach osiowych: 1 stadium „pseudokornuspirowe“, 2 s. „subquinque“ (przekrój osiowy poprzeczny), 3 s. „subquinque“ (przekrój osiowy podłużny), 4-6 s. „quinque“ u form megalosferycznych, 7 stadium końcowe wzrostu skorupki u formy mikrosferycznej; 1-4 przekroje z naszlifowanej powierzchni wapieni marglistych, 5-7 przekroje kierunkowe okazów z Grodzca.

w dalszej jej budowie ściankę prolokulusa i tworzy drugą komorę, którą tylko z powodu braku ścianki wewnętrznej można zaliczyć do następnego stadium wzrostowego. Światło drugiej komory zwiększa się bardzo wolno; dopiero w stadium „quinque“ skorupka mikrosferyczna na przekroju poprzecznym uzyskuje wielkość megalosfery. Skorupka mikrosferyczna we wszystkich stadiach wzrostowych jest smuklejsza, niż skorupka megalosferyczna. Wykazuje też ona pewną regularność układu, bowiem u sko-



Tabela 1

Szeregi rozdzielcze wskaźników  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  dla okazów z Grodzca (Sudety)  
Classes of the index ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) distribution for specimens from Grodziec (Sudeten)

Klasy wskaźnika $\alpha$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\alpha$ Number of specimens	--	--	--	8	127	138	35	7	2	3	320
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	--	--	2,5	39,69	43,12	10,98	2,19	0,63	0,94	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\alpha$ Deviation (d) from $M'_\alpha$	--	--	--	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	

Średnia arytmetyczna ( $M_\alpha$ )  
Arithmetic mean = 0,57  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\alpha$ )  
Class of arithmetic mean = 6  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 0,98  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\alpha}$   
Error of arithmetic mean = 0,06  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 6

## B

Klasy wskaźnika $\beta$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\beta$ Number of specimens	--	--	--	9	26	36	73	113	49	14	320
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	--	--	2,81	8,13	11,25	22,32	35,31	15,31	4,37	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\beta$ Deviation (d) from $M'_\beta$	--	--	--	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	

Średnia arytmetyczna ( $M_\beta$ )  
Arithmetic mean = 0,74  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\beta$ )  
Class of arithmetic mean = 7  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 1,47  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\beta}$   
Error of arithmetic mean = 0,08  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 8

## C

Klasy wskaźnika $\gamma$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\gamma$ Number of specimens	--	4	46	153	94	20	1	--	--	2	320
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	1,25	14,38	47,81	29,38	6,25	0,31	--	--	0,62	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\gamma$ Deviation (d) from $M'_\gamma$	--	-2	-1	0	+1	+2	+3	--	--	+6	

Średnia arytmetyczna ( $M_\gamma$ )  
Arithmetic mean = 0,42  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\gamma$ )  
Class of arithmetic mean = 4  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 0,994 ≈ 1  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\gamma}$   
Error of arithmetic mean = 0,06  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 6

Tabela 2

Szeregi rozdzielcze wskaźników  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  dla okazów z Kajetanowa (Góry Świętokrzyskie)  
Classes of the index ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) distribution for specimens from Kajetanów (Holy Cross Mountains)

Klasy wskaźnika $\alpha$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\alpha$ Number of specimens	--	--	--	1	44	70	24	1	--	--	140
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	--	--	0,71	31,47	49,93	17,14	0,71	--	--	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\alpha$ Deviation (d) from $M'_\alpha$	--	--	--	-2	-1	0	+1	+2	--	--	

Średnia arytmetyczna ( $M_\alpha$ )  
Arithmetic mean = 0,58  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\alpha$ )  
Class of arithmetic mean = 6  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 0,74  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\alpha}$   
Error of arithmetic mean = 0,06  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 6

## B

Klasy wskaźnika $\beta$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\beta$ Number of specimens	--	--	1	5	7	21	42	44	16	4	140
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	--	0,71	3,57	5,00	15,00	30,00	31,42	11,42	2,86	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\beta$ Deviation (d) from $M'_\beta$	--	--	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	

Średnia arytmetyczna ( $M_\beta$ )  
Arithmetic mean = 0,72  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\beta$ )  
Class of arithmetic mean = 7  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 1,34  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\beta}$   
Error of arithmetic mean = 0,11  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 11

## C

Klasy wskaźnika $\gamma$ Classes of index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Liczba osobników $N_\gamma$ Number of specimens	--	2	23	70	39	5	1	--	--	--	140
Ilość osobników w % Percentage of specimens	--	1,43	16,42	50,00	27,85	3,57	0,71	--	--	--	≈100%
Odchylenie (d) od $M'_\gamma$ Deviation (d) from $M'_\gamma$	--	-2	-1	0	+1	+2	+3	--	--	--	

Średnia arytmetyczna ( $M_\gamma$ )  
Arithmetic mean = 0,42  
Klasa średniej arytmetycznej ( $M'_\gamma$ )  
Class of arithmetic mean = 4  
Zmienność standartowa (błąd średni)  $\delta$   
Standard deviation = 0,996 ≈ 1  
Błąd średniej arytmetycznej  $\delta_{M_\gamma}$   
Error of arithmetic mean = 0,08  
Współczynnik zmienności  
Coefficient of variability = 8

rupek megalosferycznych stwierdzić można większą tendencję do tworzenia form aberantnych. W stadium końcowym wzrostu skorupki osobników obu pokoleń upodabniają się do siebie i jedynie przekroje poprzeczne wykazują różnice w ilości skrętów drugiej komory. Formy megalosferyczne dorosłe mają przeważnie 7,5 skrętu, natomiast mikrosferyczne mogą mieć nawet 10 skrętów.

Zmienność morfologiczna badanego gatunku jest bardzo duża, co ilustruje grupa osobników przedstawiona na pl. III. Można tu istotnie wyróżnić, jak chce Spandel (1898), trzy grupy form. Po zbadaniu jednak materiału pochodzącego z Grodzca okazało się, że liczba osobników, która odpowiadałaby spandelowskiemu gatunkowi „*involutus*“, nie przekracza 1% i można je potraktować jako osobniki teratologiczne formy megalosferycznej. Pozostałe dwa „gatunki“ — to raczej pewne stadia wzrostowe formy A i B, czyli w mniejszym lub większym stopniu związane z przemianą pokoleń.

Analizując szereg rozdzielcze wskaźników  $\alpha$  i  $\beta$  (tab. 1 i 2) stwierdzić można, że najwięcej osobników występuje w dwóch sąsiednich klasach tych wskaźników, z pewną dominacją w jednej z nich. Jest to wskaźnik statystyczny istnienia w badanej populacji dwóch zasadniczych typów kształtu, co — jak wykazała analiza morfologiczna — tłumaczy się obecnością form megalosferycznych i mikrosferycznych. Tę pewnego rodzaju prawidłowość wykazuje przede wszystkim wskaźnik  $\alpha$ , który u form mikrosferycznych występuje najczęściej w klasie 5, a u megalosferycznych — w klasie 6.

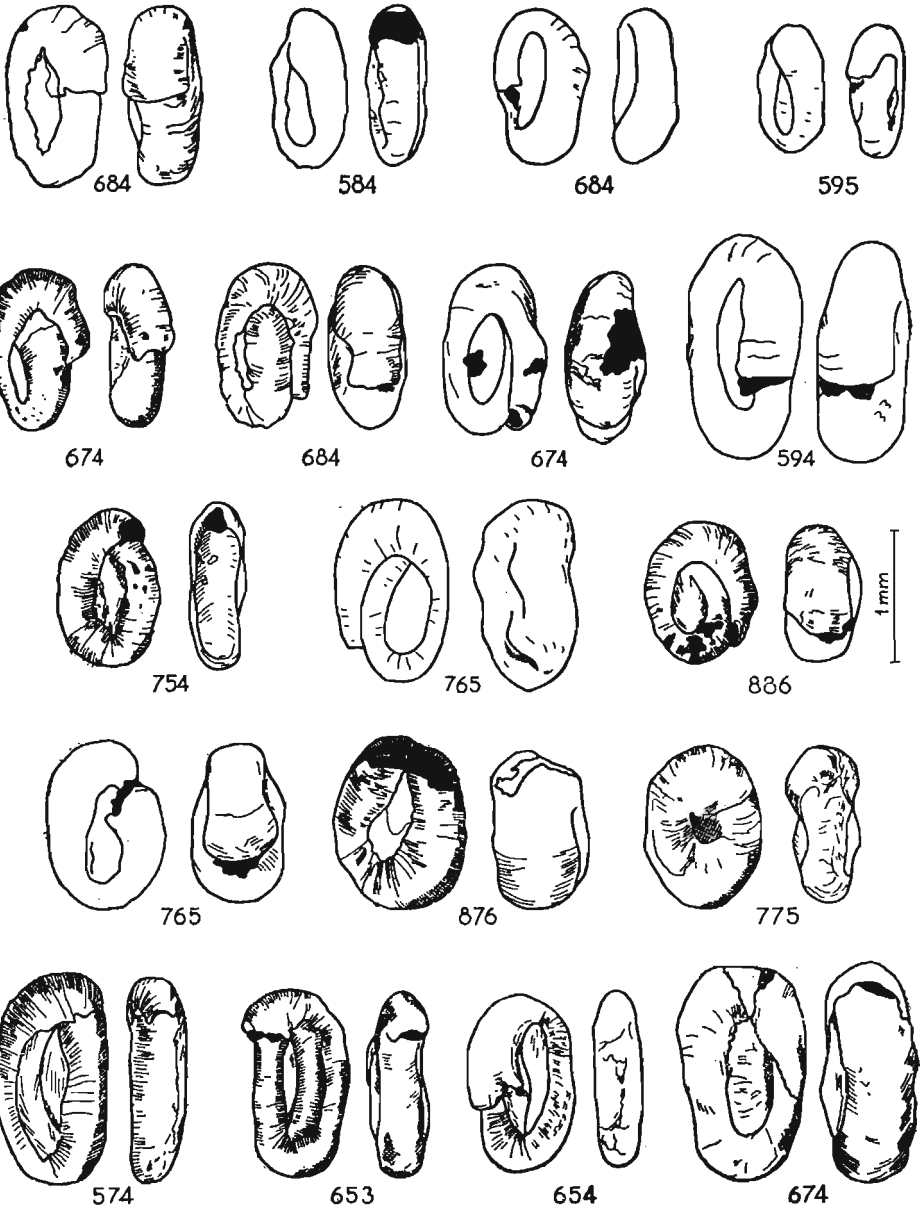
Obliczone średnie arytmetyczne dla poszczególnych wskaźników potwierdziły (Burma, 1948), że materiały z Kajetanowa i Grodzca reprezentują ten sam gatunek. Mają one m. in. te same klasy średniej arytmetycznej, co zostało wyrażone w symbolu 674. Okazało się, że w próbie z Kajetanowa okazy o tym symbolu stanowią 16% populacji, a w Grodźcu — 10%.

Zmienność cech (wskaźników) wybranych do analizy statystycznej była minimalna. Dotyczy to szczególnie wskaźników  $\alpha$  i  $\gamma$ , których współczynnik zmienności jest mniejszy niż 10, co pozwala mówić o pewnej stabilizacji tych właśnie cech w badanym gatunku (M. Olekiewicz, 1952).

Ażeby móc wyciągnąć pewne wnioski z danych statystycznych sprawdzono zakres zmian wskaźników w różnych stadiach wzrostowych, uzyskanych sztucznie przez kolejne odłamywanie skrętów skorupki tego samego osobnika.

Badany w ten sposób okaz pochodził z Kajetanowa. Długość skorupki 1,2 mm. Symbol kształtu 764. Stwierdzono, że dla wskaźnika  $\alpha$  zmienność ta wyraża się dla stadium „*quinque*“ w klasach od 5 do 7,

## PL. III



Zmienność *Agathammina pusilla*; okazy z Grodzca przedstawiono od strony widocznych skrętów i z boku oraz opatrzone w trójcyfrowe symbole kształtu. Pierwsze dwa szeregi form (od góry) odpowiadałyby formom kłębkowatym, dwa dalsze szeregi — formom inwolutowym, szereg ostatni — formom płaskim, a zatem odrębnym gatunkom Spandela: *gordiformis*, *involutus*, *geinitzi*.

a dla stadium pseudokornuspirowego — w klasach 8—9. Wskaźnik  $\beta$  wykazuje większą zmienność, a mianowicie w zakresie klas od 5 do 9. Natomiast wskaźnik  $\gamma$  utrzymuje się w klasie 4, a w młodszych stadiach wzrostowych przechodzi do klasy 5 lub 6.

Poza tym, zmienność wskaźników obserwowana u badanego okazu nie zaprzecza założeniu, że w ogólnych zarysach wzrost skorupki jest gnomoniczny, gdy przyjmiemy, że takim gnomonem jest utworzenie każdego kolejnego półskrętu. Przypadkowe uszkodzenia skorupki lub zagrzebanie ich w różnych stadiach wzrostowych tłumaczy zatem zmienność symboli nie tylko u jednego osobnika, lecz również u całej populacji.

Stwierdzono nadto, że wokół niedużej zresztą liczby osobników o symbolu 674 grupuje się około 70% osobników obydwu populacji, których symbole kształtu zmieniają się w ramach kombinacji klas wskaźników, wyższych lub niższych od klasy średniej arytmetycznej o jedną klasę (czyli w granicach błędu pomiaru). Teoretycznie symboli takich przewiduje się aż 29, z których w materiale badanym stwierdzono 19. Można by przyjąć, że stanowią one pewien zakres zmienności osobniczej badanego gatunku, co najmniej dla stadium „quinque“.

Wyższe klasy wskaźników dają również liczne kombinacje symboli kształtu, które w materiale badanym wskazywały zwykle na młodociane formy megalosferyczne lub czasem aberantne, zresztą również megalosferyczne. Kombinacje niższych klas wskazywały przeważnie zgniecenia powstałe w wyniku diagenety, a w dwóch przypadkach formy o symbolu 653 okazały się formami zregenerowanymi.

Wydaje się, że przyczyny przedstawionej zmienności są dość proste. W wielu przypadkach, jak np. w Grodźcu, cykliczne ruchy dna szelfowego morza cechsztyńskiego mogły powodować zagrzebanie całej populacji gatunku, reprezentowanej przez osobniki w różnych stadiach rozwoju. Stadia te różnią się między sobą co najmniej wielkością. Nadto, zjawisko przemiany pokoleń zaznacza się w morfologii skorupki *A. pusilla* dostatecznie wyraźnie, zwłaszcza w najwcześniejszych stadiach wzrostowych (fig. 1 i 2). Można by więc zaryzykować twierdzenie, że forma mikrosferyczna jest właściwie jednokomorowa, megalosferyczna zaś — dwukomorowa. Mamy tu więc do czynienia tylko ze zmiennością osobniczą.

#### STANOWISKO SYSTEMATYCZNE AGATHAMMINA PUSILLA (GEINITZ)

Przyjmując za podstawę dyskusji systematykę otwornic, podaną przez Glaessnera w 1945 r., nie ma wątpliwości, że *Agathammina pusilla* (Geinitz), u której stwierdzono mikrostrukturę ścianki typu porcelanowego, należy do nadrodziny Miliolidea Glaessner, 1945.

Trudno jest natomiast ustalić przynależność tego gatunku do którejkolwiek ze znanych rodzin tej grupy otwornic. Można tu wziąć pod uwagę rodzinę Miliolidae i Ophthalmidiidae w takim zakresie, jak je przedstawił Cushman (1929—1948). Autor ten nie jest konsekwentny, gdyż zalicza rodzaj *Agathammina* z uwagi na kłębkwate zwinięcie skorupki — do Miliolidae, a blisko spokrewnione z nim rodzaje *Hemigordius*, *Orthovertella* oraz inne późnopalaeozoiczne formy — do rodziny Ophthalmidiidae.

Bogdanowicz (1952) krytykuje stanowisko Cushmana i łączy te dwie rodziny w jedną, jako Miliolidae d'Orbigny, 1839, omijając w ten sposób trudności, jakie nastęrcza systematyka tej grupy otwornic. Nie uwzględnia on nawet podrodzin, które mogłyby w pewnym stopniu odzwierciedlić drogi ewolucji rodziny Miliolidae.

Sigal (1952) proponuje utworzenie rodziny dwukomorowych form porcelanowych Cornuspiridae, do której, oprócz *Cornuspira*, zalicza wszystkie zbliżone do niej Miliolidea permokarbońskie. Do Cornuspiridae w takim ujęciu moglibyśmy z pewną trudnością zaszeregować formę megalosferyczną *Agathammina pusilla* (Geinitz), dla mikrosferycznej natomiast nie byłoby miejsca.

Wydaje się logiczne przypuszczenie, że paleozoiczne Miliolidea tworzą wyraźnie oddzieloną grupę stosunkowo prymitywnych form i zasługują na to, aby je wydzielić w osobną rodzinę. Wtedy *Agathammina pusilla* (Geinitz) reprezentowałaby wśród tych form ważne ogniwo w ewolucji Miliolidea, wskazujące na pochodzenie tej grupy od form jedukomorowych, kłębkwato zwiniętych, o nieregularnym przyroście ścianki skorupki (forma mikrosferyczna), poprzez dwukomorowe (forma megalosferyczna) — do form wielukomorowych, jakie spotykamy już w mezozoicznej grupie otwornic porcelanowych.

Pierwotną cechą ewentualnego przodka *Agathammina* musiałyby być prawdopodobnie tendencja do kłębkwatego zwinięcia się plazmatycznego ciała (spotyka się dziś takie formy u Allogromiidae), a stopień nasilenia zdolności aglutynacyjnej czy sekrecyjnej organizmu, wywołany warunkami środowiska i utrwalony dziedzicznie, nakreślił dalsze drogi rozwojowe dla rodziny Ammodiscidae z jednej strony i pierwotnych Miliolidea — z drugiej.

W świetle przedstawionych badań można zaproponować nową diagnozę rodzaju *Agathammina* Neumayr oraz — opierając się na analizie stadiów wzrostowych form mikro- i megalosferycznych *A. pusilla* — uzupełnić synonimikę tego gatunku, gdyż formy te zostały opisane przez niektórych autorów jako gatunki nowe.

Genus *Agathammina* Neumayr, 1887, emend.  
 Genotyp *Serpula pusilla* Geinitz, 1848, emend.

1887. *Agathammina* Neumayr; M. Neumayr, Die natürlichen... p. 171.  
 1948. *Agathammina* Neumayr; J. A. Cushman, Foraminifera..., p. 163. *Serpula* (partim) Geinitz, 1846 (non Linnaeus); *Trochammina* (partim), *Glomospira* (partim) różnych autorów.

*Diagnoza.* — Skorupka rurkowata, niepodzielona, przynajmniej u formy mikrosferycznej; zwinięta w kłębek wokół osi długiej pod pewnym stałym kątem skręcenia; forma megalosferyczna ma subglobularny prolokulus i drugą komorę w postaci pseudorurki, zwiniętej — podobnie jak u formy mikrosferycznej — w miliolidowy kłębek; ścianka wapienna, porcelanowa, nieperforowana, z wyraźnymi liniami przyrostu; ujście na otwartym końcu pseudorurki, niekiedy z wyraźnie zgrubiałym brzegiem. Karbon — perm (trias? jura?).

*Uwagi.* — Wszystkie gatunki zaliczone do tego rodzaju, jak np. *A. protea* Cushman & Waters, *A. dubia* Grzybowski oraz inne (*fide* Ellis & Messona, Catalogue of Foraminifera), w związku z jego nową diagnozą, wymagają rewizji.

*Agathammina pusilla* (Geinitz, 1848), emend.

1848. *Serpula pusilla* Geinitz; H. B. Geinitz, Die Versteinerungen..., p. 6, pl. 1. fig. 3-6.  
 1861. *Serpula pusilla* Geinitz; H. B. Geinitz, Dyas, oder Zechsteinformation... (starsza synonimika tamże).  
 1876. *Trochammina pusilla* (Geinitz); H. B. Brady, A monograph... p. 78, pl. 3, fig. 4-5.  
 1876. *Trochammina annularis* Brady; H. B. Brady, *ibid.*, p. 76, pl. 3, fig. 9-10.  
 1876. *Trochammina robertsoni* Brady; H. B. Brady, *ibid.*, p. 80, pl. 3, fig. 6-7.  
 1876. *Trochammina milioloides* Jones, Parker & Kirkby; H. B. Brady, *ibid.*, p. 79, pl. 3, fig. 11-15.  
 1898. *Ammodiscus involutus* Spandel, *A. geinitzi* Spandel, *A. gordiformis* Spandel; E. Spandel, Die Foraminiferen..., nomina nuda.  
 1936. *Cornuspira spandeli* Paalzow; R. Paalzow, Die Foraminiferen im Zechstein... p. 32, pl. 3, fig. 7.  
 1948. *Agathammina pusilla* (Geinitz); C. C. Branson, Bibliographic index..., p. 3 (starsza synonimika tamże).

*Opis.* — Skorupka wolna, wapienna, porcelanowa; jednokomorowa u formy mikrosferycznej, dwukomorowa — u megalosferycznej; zwinięta w regularny kłębek, przypominająca na przekroju poprzecznym układ kwinkwelokulinowy. Z wyjątkiem megalosfery, wzrost skorupki jest nieciągły i nieregularny. Formy mikrosferyczna i megalosferyczna różnią się między sobą w poszczególnych stadiach wzrostowych. Forma mikrosferyczna jest regularniej zwinięta, smuklejsza, o stosunku szerokości do długości skorupki jak 1 : 2. Forma megalosferyczna jest mniej regularna;

w młodocianym stadium wzrostowym przypomina rodzaj *Cornuspira*, ma bowiem duży prolokulus, oddzielony bardzo wyraźnym przewężeniem od drugiej, kłębkowato zwiniętej komory. W dalszych stadiach wzrostowych forma megalosferyczna zachowuje w mniejszym lub większym stopniu charakter kłębka („*gordiformis*“), dorosłe natomiast przypominają formy wyróżnione przez Spandela jako „*milioloides*“ lub „*involutus*“. Formy megalosferyczne w stadiach pośrednich zachowują stosunek szerokości do długości skorupki jak 2 : 3. Na przekrojach osiowych poprzecznych można wyróżnić cykle kwinkwelokulinowe, których liczba zależna jest od stadium wzrostowego. U osobników dorosłych obserwuje się co najmniej trzy cykle „*quinque*“ i rozpoczęty czwarty (u form megalosferycznych), a niekiedy i cztery (u form mikrosferycznych).

*Uwagi.* — Formy mikrosferyczne były opisane w literaturze przez niektórych autorów jako gatunek „*milioloides*“; w młodocianym stadium wzrostowym formę taką opisał Brady w roku 1876 jako *Trochammina robertsoni* z karbonu Anglii. Formy megalosferyczne w stadium młodocianym zostały opisane jako *Trochammina annularis* Brady z karbonu Anglii, natomiast z cechsztynu niemieckiego Paalzow opisał je jako *Cornuspira spandeli*.

*Występowanie.* — Polska (Sudety i Góry Świętokrzyskie), Niemcy (Geinitz, 1848 i 1861), Anglia (Brady, 1876) karbon-perm, głównie dolny cechsztyń. Występowanie i zasięg stratygraficzny tego gatunku na terenach Ameryki Płn. i w ZSRR wymagają sprawdzenia.

Zakład Mikropaleontologii  
Uniwersytetu Warszawskiego  
Warszawa, wrzesień 1958

#### BIBLIOGRAFIA

- BOGDANOVIĆ, A. K. 1952. Miliolidy i peneroplidy. 1-338, Leningrad-Moskwa, (Agathammina: p. 40, 42).
- BRADY, H. B. 1876. A monograph of Carboniferous and Permian Foraminifera (the genus *Fusulina* excepted). 1-166, London.
- BRAND, E. 1937. Über Foraminiferen im Zechstein der Wetterau. — *Senckenbergiana*, 19, 375-380, Frankfurt a.M.
- BRANSON, C. C. 1948. Bibliographic index of Permian invertebrates. — *Mem. Geol. Soc. Amer.*, 26, 1-1049, Baltimore, MD. (Agathammina: p. 3).
- BURMA, B. H. 1948. Studies in quantitative paleontology. I: Some aspects of the theory and practice of quantitative invertebrate paleontology. — *J. Paleont.*, 22, 6, 725-761, Menasha.
- CUSHMAN, J. A. 1927a. An outline of reclassification of Foraminifera. — *Contr. Cush. Lab. Foram. Res.*, 3, 1, 1-105, Sharon. (Agathammina: p. 33).
- 1927b. The designation of some genotypes in the Foraminifera. — *Ibidem*, 3, 4, 188-199. (Agathammina: p. 188).

- 1929. The Foraminifera of the Atlantic Ocean. 6: Miliolidae, Ophtalmidiidae and Fischerinidae. — *Bull. U. S. Nat. Mus.*, **104**, 1-129, Washington.
- 1948. Foraminifera, their classification and economic use. 1-605, Cambridge, Mass.
- CUSHMAN, J. A. & WATERS, J. A. 1927. Arenaceous paleozoic Foraminifera from Texas. — *Contr. Cush. Lab. Foram. Res.*, **3**, 3, 146-155, Sharon.
- 1930. Foraminifera of the Cisco group of Texas (exclusive of the Fusulinidae). — *Bull. Univ. Texas*, 3019, 22-81, Austin, (Agathammina: p. 59).
- CZARNOCKI, J. 1923/24. Cechstyn w Górach Świętokrzyskich. — *Spraw. P. Inst. Geol.*, **2**, 151-191, Warszawa.
- DAIN, L. G. & GOZDRILOVA, L. P. Turnejellidy i archediscidy. — *Iskopaemyje foraminifery SSSR*, 2 ser., **74**, 1-115, Leningrad-Moskva.
- EISENTRAUT, O. 1939. Der niederschlesische Zechstein und seine Kupferlagerstätte. — *Arch. Lagerstättenforsch.*, **71**, 1-116, Berlin.
- ELLIS, B. F. & MESSINA, A. R. 1940-1950. Catalogue of Foraminifera. — *Amer. Mus. Nat. Hist.*, New York.
- GALLOWAY, J. J. 1933. A Manual of Foraminifera. 1-483, Bloomington, Indiana. (Agathammina: p. 87, 105).
- GEINITZ, H. B. 1848. Die Versteinerungen des deutschen Zechsteingebirges. In: Geinitz, H. B. & Gutbier, A. v. Die Versteinerungen des Zechsteingebirges und Rothliegenden. 1, 1-26, Dresden.
- 1861. Dyas, oder Zechsteinformation und das Rothliegende. 1: Die animalischen Ueberreste der Dyas. 1-130, Leipzig.
- GLAESSNER, M. F. 1945 (2 ed. 1948). Principles of Micropalaeontology. 1-296, Melbourne. (Agathammina: p. 117, 125).
- ITERSON, G. v. 1907. Mathematische und mikroskopisch-anatomische Studien über Blattstellungen nebst Betrachtungen über den Schalenbau der Miliolinen. Pars 3, 297-323, Jena.
- Le CALVEZ, J. 1953. Ordre des Foraminifères (Foraminifera d'Orbigny 1826). In: Grasse P., *Traité de zoologie, anatomie, systématique, biologie*, **4**, 2, 149-265, Paris.
- LIEBUS, A. 1931. Die fossilen Foraminiferen. 1-159, Praha (Agathammina: p. 94).
- MATHES, H. W. 1956. Einführung in die Mikropalaeontologie. 1-348, Leipzig. (Agathammina: p. 171).
- NEUMAYR, M. 1887. Die natürlichen Verwandtschaftsverhältnisse des Schalen tragenden Foraminiferen. — *Sitzber. math.-nat. Cl. k. Akad. Wiss.*, **95**, 1, p. 171, Wien.
- OLEKIEWICZ, M. 1952. Metody badań prawidłowości. Zagadnienia twórczego darwinizmu. 229-290, Warszawa.
- PAALZOW, R. 1936. Die Foraminiferen im Zechstein des östlichen Thüringen. — *Jb. preuss. geol. Landesanst.* 1935, **56**, 26-45, Berlin.
- POKORNÝ, V. 1954. Zaklady zoologicke mikropaleontologie. 1-650, Praha. (Agathammina: p. 168-169).
- REUSS, A. E. 1854. Ueber Entomostraceen und Foraminiferen im Zechstein der Wetterau. — *Jber. Ges. Gesam. Naturk.*, 1851-1853, 59-77, Hanau.
- 1862. Entwurf einer systematischen Zusammenstellungen der Foraminiferen. — *Sitzber. math.-nat. Cl. k. Akad. Wiss.*, Jg. 1861, **44**, 1, 395-396, Wien.
- RICHTER, R. 1855. Aus dem thüringischen Zechstein. — *Ztschr. deutsch. geol. Ges.*, **7**, 526-533, Berlin.
- SAMSONOWICZ, J. 1953. Geologia regionalna Polski. 1-223, Warszawa. (Perm: p. 83-89).



- SCHMID, E. E. 1867. Über die kleineren organischen Formen des Zechsteinkalks von Selters in Wetterau. — *N. Jb. Min. etc.*, 576-588, Stuttgart.
- SIGAL, J. 1952. Ordre des Foraminifères. In: J. Piveteau, *Traité de Paléontologie*, 1, 133-301, Paris.
- SPANDEL, E. 1898. Die Foraminiferen des deutschen Zechsteins und zweifelhaftes mikroskopisches Fossil. 1-15, Nürnberg.
- THOMPSON, A. W. 1952 (2 ed.). On growth and form. 1-1116, Deventer.
- WOOD, A. 1949. The structure of the wall of the test in the Foraminifera: its value in the classification. — *Quart. J. Geol. Soc.*, 104, 229-255, London.

---

HENRYKA WOLAŃSKA

AGATHAMMINA PUSILLA (GEINITZ) FROM THE LOWER ZECHSTEIN IN  
THE SUDETEN AND HOLY CROSS MOUNTAINS

*Summary*

INTRODUCTION

This paper gives a historical review of the foraminifal species *Agathammina pusilla* (Geinitz), as well as results of the present writer's investigations based on materials collected in Poland from Lower Zechstein localities: Grodziec (the Sudeten of Lower Silesia) and Kajetanów (Holy Cross Mountains = Góry Świętokrzyskie). The sediments in the named localities strikingly resemble similar beds in Germany and England (H. B. Geinitz, 1848, 1861; J. Czarnocki, 1923/24; O. Eisentraut, 1939).

The here considered species was first described in 1848 by H. B. Geinitz from the German Zechstein as *Serpula pusilla*, while in the same year W. King reported it from the English Permian as *Foraminites serpuloides*. Exhaustive data of this species including its synonymy, its geographical and stratigraphical distribution may be found in H. B. Brady's work (1876). Brady wrote there: „This is an exceedingly abundant and well known Permian fossil, but its zoological affinities, owing to the obscurity and variableness of its characters, have puzzled a succession of palaeontologists”. In 1898 E. Spandel published a preliminary note with certain morphological observations on this species. After his untimely death, a number of authors, particularly so geologists, have cited and described this species under various generic names: *Serpula*, *Trochammina*, *Glomospira*. These descriptions, however, have brought no interesting data concerning its morphology.

In 1927, J. Cushman designates *Serpula pusilla* Geinitz = *Agathammina pusilla* (Geinitz) as genotype for genus *Agathammina* Neumayr, 1887. According to Cushman, this genus belongs to the family Miliolidae of which it is the ancestor. Between 1927 and 1956 this was the current opinion of most writers. Only few authors, e.g. J. J. Galloway (1933) and A. K. Bogdanovitch (1952), have opposed Cushman's con-

ception, while M. F. Glaessner (1945) and J. Sigal (1953) have stressed the lack of any sound hypothesis concerning the phylogeny and systematic position of *Agathammina*, whose genotype has not been closely investigated.

To summarize, it may be noted that all data concerning *A. pusilla* (Geinitz) are restricted to the superficial description of the test. Some noteworthy features are the characteristic convolution of the test (Geinitz, 1848), the form of the aperture (Brady, 1876), and the geographic and stratigraphic range. According to early writers, especially English, the chemical composition of the test and its microstructure are not important systematic characters, hence the difficulties later encountered in establishing the systematic position of this species. Numerous authors have observed its great variability (Brady, Spandel and others), suggesting the establishment of new species, since no attempts were made to interpret its biological factors.

The new material obtained in 1956 in a most satisfactory state of preservation from Lower Silesian marls, also the supplementary material from the Holy Cross Mountains, have enabled the present writer to tackle the problem of unraveling the "puzzling" variability of *Agathammina pusilla* (Geinitz).

#### MATERIAL AND METHODS

The material from Lower Zechstein samples of copper-bearing marls from the southern wall of the lower seam in the mine at Grodziec (Sudeten Mountains) is crowded with microfauna and displays characteristics of a fossil biocenosis.

Polished surfaces of marls and shales were made for detailed studies and about 600 specimens of *Agathammina pusilla* were isolated from the matrix under the microscope with the help of a dentistical needle.

The Grodziec material has yielded 320 specimens for biometric studies, that from Kajetanów 120. Assuming that the shape of the test of *A. pusilla* is ellipsoid-like, three dimensions have been taken into consideration, i.e. length, width and thickness. The three indices thus obtained:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  have been plotted in a manner characterizing the three idealized axial sections of the studied specimen. The indices and their classes have been obtained by classification methods widely employed in anthropological studies. After the computation and analysis of indices, each studied specimen was given a shape symbol, consisting of three values representing the respective index classes which characterized its axial sections, for example 5, 10, 5; 684 etc. If class 10 refers to a circular section, all the inferior classes will refer to sections of diversely elliptical shape. Material thus plotted out proved most convenient in the study of the variability problem. This was investigated by statistical methods (B. H. Burma, 1949; Thompson, 1952), but also, for the purpose of verification, on the morphological analysis of serial sections (about 20). Micro- and megalo-spheric forms have been established and initial chambers of both these forms (proloculi) were prepared with the help of two sharply pointed needles.

Transversal sections of single specimens from Grodziec and rock sections from Tumlin borehole (Holy Cross Mountains) were studied in reflected, transmitted and polarized light, in order to determine microstructure of the shell wall and the occurring diagenetic changes.

Figures were done under the binocular or the microscope, with the help of Abbe's drawing apparatus.

The samples and described specimens are kept in the collection of the Micro-palaeontological Laboratory of the Warsaw University and numbered F/300.

#### COMPOSITION AND STRUCTURE OF THE SHELL WALL

The test is made up of the secreted calcium carbonate and contains no admixture of any foreign material.

Well preserved tests of *Agathammina pusilla* from Grodziec are readily dissolved in HCl. In reflected light the thin sections show white colours, similarly as the comparative thin sections of the Recent and Tertiary *Quinqueloculina* sp. In transmitted light the studied specimens have the shell wall coloured brown (Galloway, 1933; Wood, 1949), though thin section of *Agathammina* displayed a colouration not distinctly brown, as compared with *Quinqueloculina* sections, but this may be referable to its thickness. In polarized light it is possible to ascertain the identity of fine grained microstructures of the studied specimens. These investigations have proved that *A. pusilla* (Geinitz) has the shell wall calcareous, "porcellanous", i.e. miliolid-like.

Fossilization and weathering may cause important changes in the shell wall. Practically, all of the Kajetanów specimens have the test wall weathered and coated by a thin film of iron oxides. Grains of the surrounding matrix are secondarily cemented with the weathered shell surface resulting in apparently agglutinate character of the test.

On the whole, in a sufficiently argillaceous sediment (Grodziec) tests of *A. pusilla* retain their original structures, while under the influence of the weathering process, or in strongly carbonaceous environment, structural changes are readily discernible. This is particularly well observable in the rock section from Tumlin (1), where in a random section of the test of *A. pusilla* we can see several types of secondary changes, occurring in various parts of one specimen. Some test fragments have been limonitized, others are secondarily recrystallized (coarse-grained microstructure), or suggest advanced stage of substitution of calcite by black iron sulphides. Moreover, it should be mentioned that, both in the Grodziec and the Kajetanów material, markedly distinct mineralization of tests with metal compounds, such as copper, iron or lead, has been frequently encountered.

Secondary changes in tests actually render more difficult a correct interpretation of the original microstructure if adequate, well preserved comparative material is not available.

## MORPHOLOGY OF TEST

The ellipsoid-like *shape of test* in *Agathammina pusilla* is a resultant of the mode of convolution of a tube around the proloculus. The more globose is the form of test, the higher are their index classes. Transversal sections of studied specimens are not uncommonly subcircular.

Transverse serial sections of specimens, in which the most frequent symbols are 674, 684, 685, 574, 584, 585, have confirmed that the test of the here considered species consists of a proloculus and a long tubular chamber, which coils in five planes so that in transverse axial section every 2.5 coil produces a closed ring ( $360^\circ$ ) and resembles the quinqueloculine arrangement of chambers. This pattern is also seen on the surface of test, hence we may distinguish the ventral side most commonly displaying 3 semicoils of the second chamber, and dorsal side with 4 semicoils (pl. I, II).

The *megalospheric proloculus* is subglobular and nearly centrally placed (fig. 1). Similarly as the whole test, the proloculus has three different dimensions of length, width and thickness. In connection with the tendency to a subglobular form, proloculi show relatively high indices, expressed by such symbols, as for example 987, 877, 887 etc.

Proloculus with symbol 887 (Kajetanów specimen) is with following dimensions (in micrones):  $y$  — 192,  $x$  — 160,  $z$  — 128. These are the most common dimensions in megalospheric forms. In the studied megalospheric form the aperture was lateral, i.e. in the long axis of the chamber, placed nearly midway at a distance of 64 micrones from one end of the chamber, and 96 micrones from the other end. The lumen of this aperture (beginning of the next chamber) was about 32 micrones.

*Microspheric proloculus*. In some axial transverse sections the diameter of the proloculus is 32 to 48 micrones only, which doubtlessly corresponds to microspheric forms. A prepared initial fragment of test of a microspheric individual indicated that the microspheric proloculus is in the form of an extremely small tubule with three narrowings. They are probably an expression of the incontinuous growth of the whole test.

*Morphology and growth features of the second chamber*. The analysis of longitudinal and transverse sections demonstrates that the second chamber lacks the internal wall hence it is not a gordiform tubule, but forms a gordiform semi-tubule. A similar development of chamber has been noted in Palaeozoic Tournayellidae (L. G. Dain, 1953) and in certain Miliolidae (C. Schlumberger & E. Munier-Chalmas, *vide* G. Iterson, 1907).

The growth of the second test chamber is incontinuous and irregular. The incontinuity of growth is suggested by transverse growth lines on the test of well preserved specimens, as well as by imprints of these lines on the moulds of weathered specimens.

Portions of the semitubule overlap one another at a constant angle of coiling which causes the gordiform character of test. This constant oblique growing of coils is observable when breaking off the moulds of coils in the second chamber of Kajetanów specimens, as well as in tangential sections of some of the Grodziec specimens.

The aperture is essentially terminal (at the end of semitubular chamber). In some specimens the aperture is relatively sharp-edged, while in others the edge is swollen into a sort of lip, similar to that noted in *Cornuspira*. It may be supposed that these specimens are derived from fossil biocenosis (Grodziec) and represent individuals which had been buried either during the growing of the test ("sharp aperture"), or during a period of rest (aperture with swollen lip). A tangential section of a test (fig. 3) also suggests longer periods of checked growth.

In microspheric forms the above described type of growth characterizes the whole shell, whereas in megalospheric forms it is restricted to the second chamber only, since in the megalospheric proloculus the growth is continuous as in nearly all the multi-chambered foraminifers, whose the growth is also continuous, but regularly interrupted. In megalospheric forms the following 5 growth stages of test may be distinguished:

I. *Embryonal stage*. Formation of proloculus and beginning of coil of the second chamber. This stage has not been discovered, perhaps due to its formation inside the agamont shell (J. Le Calvez, 1953).

II. "*Pseudocornuspira*" stage. In transverse section of proloculus and of first coil of the second chamber, the coiling of the test is not distinct, hence it seems to be coiling in one plane only.

III. "*Subquinque*" stage. In transverse section of proloculus and 1.5 of coil, five directions of coiling are frequently noted. The moment of the full completion of the second coil in the second chamber is still referable to this stage.

IV. "*Quinque*" stage. In transverse section of proloculus and 2.5 coils is seen the first "quinque" cycle. From that time onwards the shape of the section is not essentially altered by each additional half coil, on the condition of being turned to a given constant angle. At least three "quinque" cycles are usually observable, and when so the rest retains its gordiform character.

V. *The final growth stage*. In the transverse section of proloculus and coils the beginning of the fourth "quinque" cycle is observable, with stronger overlapping of coils, so that they seem arranged in one plane. This is the "milioloides" stage, particularly frequent in microspheric forms.

In microspheric forms the embryonal growth stage *sensu stricto* does not occur. Nevertheless the early juvenile stage might to a certain extent be considered as equivalent to the megalospheric growth stages I and II, since this is the time of the growth and gradual expansion of the prolocular tubule (incontinuous, irregular growth). In the first coiling of the test the foraminifer uses in its further growth the

proloculus wall. It namely forms the second chamber which is distinguishable from the initial portion of test in the absence of an internal wall only. The lumen of the "second" chamber grows so slowly that the microspheric test does not attain the megalospheric size before the "quinque" stage.

Throughout its growth stages the microspheric test is more slender than the megalospheric. Its arrangement pattern is more regular than that of megalospheric forms which tend to produce aberrant tests. During the final growth stage the tests of both generations become very much like one another, so that differences in the number of coils of the "second" chamber are detectable in transverse sections only. Megalospheric forms are mostly with 7.5 coils, whereas the microspheric may have up to ten.

The *variability* of the studied species is very strong, as has been noted by Spandel (1898), who distinguished here three species (pl. III). However, on examining the Grodziec material, it was ascertained that the number of individuals, referable to Spandel's "*involutus*" species, does not exceed one per cent and that they may be considered as teratologic individuals of the megalospheric form. The two other species (*gordiformis*, *geinitzi*) more likely constitute certain growth stages of forms A and B, being thus more or less connected with the alternation of generations.

Statistical studies are based on 460 individuals by analysing the arithmetical means of their indices regarded as their features (for fuller explanations see p. 51).

In the analysis of index classes  $\alpha$  and  $\beta$  (see tables 1, 2) it may be ascertained that the majority of individuals occur in two classes adjacent to these indices with a slight predominance of one of them. It is the statistical indication of the presence within the studied population of two essential form types. On evidence of the morphological analysis this is justifiable by the presence of megalospheric and microspheric forms. This certain regularity is in the first place displayed by index  $\alpha$ , most frequently encountered in class 5 for the microspheric forms, and in class 6 for the megalospheric ones.

The computed arithmetical means of the particular indices have confirmed the supposition that the Kajetanów and Grodziec materials both represent the same species. They have, among others, the same classes of the arithmetical mean expressed by symbol 674 (with  $\alpha = 6$ ,  $\beta = 7$ ,  $\gamma = 4$ ). Specimens with this symbol have been shown to constitute 16 per cent of the Kajetanów "population", and 10 per cent of that from Grodziec.

Moreover, it has been ascertained that about 70 per cent of individuals from both populations are grouped in the vicinity of a rather small number of individuals with the symbol 674. Their shape symbols vary within the limits of combinations of index classes, being one class superior or one class inferior to the class of arithmetical mean (i.e. not exceeding measurement error). The hypothetical number of these symbols is 29, whereas 19 have been observed in the studied material. These may be recognized as a certain group of individual variations of the studied species, at least for the „quinque“ stage.

The higher index classes, too, display a great diversity of shape symbol combinations which, in the studied material, usually indicated juvenile megalospheric, or occasionally aberrant but also megalospheric, forms. Combinations of the lower index classes indicated mainly compressed forms; in two cases, forms bearing symbol 653 were regenerated specimens.

Apparently, the causes responsible for the puzzling variability of *Agathammina pusilla* are quite simple. In many cases, as for example in Grodziec, the cyclic movements of the bottom of the Zechstein shelf sea may have buried the entire population of a species, represented by various growth stages. These stages differ from one another not in size only. Moreover, the alternation of generations is expressed in test morphology of *A. pusilla* distinctly enough, particularly so during the earliest growth stages (fig. 1, 2). The statement, therefore, may be ventured that the microspheric form is really single, the megalospheric two-chambered. If so, the observed variability, not easily expressed by the statistic method, is individual.

#### SYSTEMATIC POSITION OF *AGATHAMMINA PUSILLA* (GEINITZ)

The author's investigations indicate that *Agathammina pusilla* should be included within the superfamily Miliolidea Glaessner, 1945. However, its assignment to the family Miliolidae, according to Cushman's or Bogdanovitch's conception, is still an open question. The same may be asserted with regard to Sigal's conception of Cornuspiridae.

It seems reasonable enough to suppose that the Palaeozoic Miliolidea constitute a distinctly separate group of relatively primitive forms and justify the establishment of a family to fit them. When so, *A. pusilla* (Geinitz) would represent among these forms an important evolutionary link of Miliolidea, suggesting their origin from a simple gordiform group, with irregular growth of the wall (microspheric form), through two-chambered forms (megalospheric) — to multi-chambered encountered in the Mesozoic group of porcellanous foraminifers.

A tendency to gordiform convolution of the plasmatic body (encountered in Recent Allogromiidae) must have been a primitive feature of the supposed ancestors of *Agathammina*, whereas the intensity of the agglutinating or secreting power of the organism, dependent on environmental factors, was responsible for the parallel evolution of the family Ammodiscidae on the one hand, and that of the primitive Miliolidea — on the other.

The writer suggests the following diagnoses of genus *Agathammina* and species *A. pusilla* (Geinitz).

Genus *Agathammina* Neumayr, 1887, emend.

Genotype *Serpula pusilla* (Geinitz, 1848), emend.

Synonymy — see Polish text, p. 47.

*Diagnosis.* — Test semi-tubular, undivided, at least in the microspheric form, winding about an elongate axis under any constant coiling angle; megalospheric

form with a subglobular proloculus, followed by a semi-tubular second chamber in a milioloid spiral: wall calcareous, imperforate, with distinct growth lines; aperture simple, terminal, sometimes with a distinctly swollen lip. Carboniferous to Permian (Triassic? Jurassic?).

*Remarks.* — All the species referred to that genus, for example *Agathammina protea* Cushman & Waters, *A. dubia* Grzybowski, and others (*vide* Ellis & Messina, Catalogue of Foraminifera), call for a revision in connection with the above new generic diagnosis.

*Agathammina pusilla* (Geinitz, 1848), emend.

Synonymy — see p. 47 of the Polish text.

*Description.* — Test free, calcareous, porcellanous, simple in microspheric, but two-chambered in megalospheric forms; winding into a regular coil in transverse section resembling the “quinquelocular” pattern. The megalosphere excepted, the growth of test incontinuous and irregular. The microspheric and megalospheric forms differ in the various growth stages. The microspheric form is more regularly coiled, more slender, with the width/length ratio mostly 1:2. The megalospheric forms less regular, in the early growth stages resembling *Cornuspira*. In later stages the megalospheric forms in a varying extent retain the “*gordiformis*” type, while in the mature stage they are of the „*milioloides*“, less frequently of the „*involutus*“ type. In transition stages their width/length ratio is 2:3. In transverse axial sections “quinque” cycles are discernible, their number depending on the growth stage. In mature individuals no less than three “quinque” cycles are observable, with the fourth one commencing (megalospheric forms), while in microspheric forms there may be four cycles.

*Remarks.* — Microspheric forms in a mature stage have been described by some writers as species “*milioloides*”. In 1876 Brady described this form in a juvenile stage from the Carboniferous of England as *Trochammina robertsoni*. Juvenile megalospheric forms have been described as *Tr. annularis* Brady from the Carboniferous of England, whereas R. Paalzow (1936) described them from the German Zechstein as *Cornuspira spandeli*.

*Occurrence.* — The Sudeten and the Holy Cross Mountains (Poland) — the Lower Zechstein, Germany (Geinitz, 1848, 1861) and England (Brady, 1876) — Carboniferous to Permian, mostly the Lower Zechstein. The geographic and stratigraphic distribution of this species in the U.S.A. and the U.S.S.R. needs checking up.

EXPLANATIONS OF FIGURES

Fig. 1 (p. 37)

Megalospheric proloculus: 1 *Agathammina pusilla*, specimen 584 (Grodziec), megalospheric form; a general view, b longitudinal axial section showing position of proloculus in relation to the whole test; 2-4 isolated embryonal chambers of mega-



lospheric forms (Kajetanów); 2 proloculus 887, *a* apertural view, *b* lateral view, 3-4 proloculi with initial portion of second chamber.

Fig. 2 (p. 37)

Microspheric proloculus isolated from a Kajetanów specimen.

Fig. 3 (p. 41)

Photo of tangential section through a specimen of *Agathammina pusilla* (from the polished surface of Grodziec marly limestones), in the collection of the Stratigraphical Laboratory at the Wrocław University;  $\times$  45 approx. Growth lines of test arranged at a constant angle to its outer surface. A-D points of supposed growth interruptions (distinctly showing at point A).

Fig. 4 (p. 42)

Growth stages in test of *Agathammina pusilla* as observed in axial sections: 1 "pseudocornuspira" stage, 2 „subquinque” stage in transverse axial section, 3 "subquinque", stage in longitudinal axial section, 4-6 "quinque" stage in megalospheric forms, 7 final stage of test growth in microspheric form; 1-4 sections from polished surface of marly limestones, 5-7 oriented sections of Grodziec specimens.

Pl. I (p. 36)

Specimens with various shape symbols from Grodziec: 1 specimen 584 — megalospheric form, 2 specimen 684 — megalospheric form, 3 specimen 674 — microspheric form; *a* ventral view, *b* dorsal view, *c* lateral view, *d* axial section through proloculus.

Pl. II (p. 38-39)

Specimen 674 (Grodziec) of *Agathammina pusilla*, serial sections of microspheric form: A dorsal view, B ventral view, C lateral view; 1-55 successive surfaces of serial sectioning.

Pl. III (p. 44)

Variability of *Agathammina pusilla*; specimens from Grodziec shown as viewed from the coils and in lateral view, marking it with 3-figure shape symbols. The first two upper rows correspond to the gordiform, the two lower ones — to the involute, while the lowermost row — to compressed forms, i.e. to Spandel's species: *gordiformis*, *involutus* and *geinitzi*.

---

ГЕНРИКА ВОЛЯНЬСКА

AGATHAMMINA PUSILLA (GEINITZ) ИЗ НИЖНЕГО ЦЕХШТЕЙНА СУДЕТОВ  
И СВЕНТОКРЖИСКИХ ГОР (ПОЛЬША)

Резюме

В настоящей работе представлена история исследования цехштейнской фораминиферы *Agathammina pusilla* (Geinitz). Этот обзор доказал, что ранее опубликованные описания этого вида были пригодны геологам, но неполны.

и в настоящее время даже являются устаревшими. Автор, имея очень хорошо сохранившийся материал по наименованному виду из нижнего цехштейна Польши (местности: Гродзец — Судеты, Каетанув — Свентокржиские Горы), согласующийся в общем с формами, описанными Гайницом (1848), как *Serpula pusilla*, из местности Альтенбург (нижний цехштейн, Германия), приступил к тщательной его разработке. Отмечается притом, что отложения цехштейна так из Каетанова, как из Гродзца сходны по фации с германским цехштейном (Н. В. Geinitz, 1848, 1861; J. Czarnocki, 1923/1924; O. Eisentraut, 1939).

Применяя петрографический метод при изучении микроструктуры стенки, установлено, что виду *A. pusilla* характерна известковистая, фарфоровидная стенка раковины. Внутренняя морфология исследовалась путем последовательных шлифовок, на основании которых удалось установить две генерации: микро- и мегалосферическую, и стадии роста раковины (поперечно-осевые сечения, переходящие через начальную камеру) исследованного вида.

Автор принимает, что вид *A. pusilla* (Geinitz) принадлежит к надсемейству Miliolidea Glaessner, 1945, но его принадлежность к одному из семейств Miliolidea пока не установлена. По мнению автора, палеозойские Miliolidea представляют собой столь характерную, примитивную группу фарфоровидных фораминифер, что можно было бы их объединить в отдельное семейство.

Тогда вид *A. pusilla* будет представлять, среди этих форм, интересное эволюционное звено. Его микросферическая особь однокамерная, намечает происхождение группы в целом от однокамерных, клубкообразно свернутых предков. С другой стороны, мегалосферическая особь своей двукамерной раковиной вяжется с многокамерной группой мезозойских фарфоровидных фораминифер. Принципом такого эволюционного процесса была бы смена характера роста раковины, при некоторой стабильности микроструктуры стенки.

Можно предполагать, что предки рода *Agathammina* должны характеризоваться тенденцией к клубкообразному навиванию уже плазматического тела (такие формы встречаются среди рецентных Allogromiidae), но степень усиления агглютинационной или секреторной способности организма, вызванный окружающей средой и генетически закрепленный, назначил эволюционный путь аммодисцидам и милиолидам отдельно.

Исходя из полученных новых данных, автор представляет новую диагностику рода *Agathammina* Neumaug, 1887, совместно с новым описанием его генотипа.