Kwartalnik Geologiczny t. 27, nr 3, 1983 r., str. 631–644

UKD 551.351.1/.3"312"(181 cm 20)(24:181 m 7)(261.246 Basen Bornholmski – 13):[543.712'812:552.123+549.1

Zbigniew ŚLIWIŃSKI, Szymon UŚCINOWICZ

Litologia osadów powierzchniowych południowej części Basenu Bornholmskiego

Przedstawiono wyniki uziarnienia, składu mineralnego, zawartości substancji organicznej i wilgotności osadów powierzchniowych południowej części Basenu Bornholmskiego. Scharakteryzowano typy granulometryczne utworów oraz podano zasięg ich występowania. Omówiono współzależności między głębokością morza a typem granulometrycznym i składem mineralnym, zawartością substancji organicznej oraz wilgotnością osadu.

WSTĘP

Celem artykułu jest przedstawienie charakterystyki litologicznej osadów powierzchniowych, a w szczególności uziarnienia, składu mineralnego, zawartości substancji organicznej i wilgotności. Na podstawie analiz ok. 130 próbek określono szczegółowe zależności między wybranymi cechami litologicznymi. Ustosunkowano się także do wyników badań dotychczas opublikowanych, z reguły fragmentarycznych i wyrywkowych.

Obszar objęty opracowaniem zajmuje południowe peryferie Basenu Bornholmskiego. Od zachodu i wschodu ograniczony jest południkami 15 i 16° długości geograficznej wschodniej, od północy równoleżnikiem 54°42′ szerokości geograficznej północnej i od południa izobatą 30 m, przyjmowaną przez autorów za południową granicę Basenu Bornholmskiego. Maksymalna głębokość morza w obrębie tak wyznaczonego akwenu wynosi 71 m (fig. 1).

Od wybrzeży Polski oddzielają go płycizny przybrzeżne o szerokości ok. 15–30 km, łagodnie opadające w kierunku morza do głębokości ok. 30 m. Na tej głębokości rozpoczyna się skłon o nachyleniach od 25′ w części górnej do 5′ w części dolnej. Na głębokości 50–60 m skłon przechodzi łagodnie w dno basenu o nachyleniu ok. 3′ w kierunku centrum.

Według danych m.in. A.I. Błażczyszyna i in. (1976) oraz F.C. Köglera i L.B. Larsena (1979) dno Basenu Bornholmskiego wyściełają, leżące bezpośrednio na glinie morenowej, osady reprezentujące wszystkie główne fazy rozwojowe Bałtyku. Łączna ich miąższość osiąga prawdopodobnie 25 m (A.I. Gaigałas, N.I. Swiridow, 1974; N.I. Swiridow, W.M. Litwin, 1978; F.C. Kögler, L.B. Larsen, 1979).

Osady powierzchniowe współczesnej sedymentacji wykazują znaczne przestrzenne zróżnicowanie litologiczne. Strefowe rozmieszczenie poszczególnych ich typów jest uwarunkowane przede wszystkim reżimem hydrodynamicznym i hydrochemicznym przydennych mas wodnych. Niektóre cechy powierzchniowych osadów dennych Bałtyku Południowego, w tym również Basenu Bornholmskiego, zostały opisane m.in. przez R. Bojanowskiego i in. (1964) i K. Pęcherzewskiego (1972).

Morze Bałtyckie cechuje termohaliczna dwuwarstwowość mas wodnych. W Basenie Bornholmskim warstwa izohalinowa o zasoleniu ok. 7,5‰ i sezonowo zmiennej temperaturze występuje do głębokości ok. 50 m. Jej nasycenie tlenem przekracza zazwyczaj 93% w górnych, przypowierzchniowych partiach, i 73% w dolnych. Poniżej głębokości ok. 50 m leży izotermiczna warstwa słona. Górna jej część charakteryzuje się szybkim wzrostem zasolenia (tzw. haloklina). Na głębokości ok. 70 m zasolenie wód osiąga wartość 15‰. Nasycenie tlenem w tej warstwie wynosi zazwyczaj poniżej 20%, a w wodach przydennych mogą występować sezonowo warunki beztlenowe (K. Łomniewski i in., 1975). Warunki hydrodynamiczne przydennych mas wodnych Basenu Bornholmskiego są rozpoznane w małym stopniu. Według F.C. Köglera i L.B. Larsena (1979) na granicy warstw wodnych o różnej gęstości mogą występować fale wewnętrzne wywierające istotny wpływ na procesy sedymentacyjne. Haloklina i związane z nią ruchy mas wodnych są według F.B. Pieczki (1972, 1981) i O. Pratje (1948) czynnikami kontrolującymi transport zawiesiny wodnej, a także położenie odmorskiej granicy osadów piaszczystych.

Autorzy wyrażają podziękowanie drowi inż. F.B. Pieczce i drowi R. Kotlińskiemu za inspiracje, cenne uwagi i pomoc w opracowaniu zagadnienia.

ZAKRES I METODY BADAŃ

W artykule przedstawiono wyniki uziarnienia, składu mineralnego, zawartości substancji organicznej i wilgotności bezwzględnej powierzchniowej 10–20-centymetrowej warstwy osadów współczesnej sedymentacji, kształtowanych bezpośrednio przez czynniki hydrodynamiczne i hydrochemiczne.

Analizę uziarnienia osadów piaszczystych wykonano metodą sitową, natomiast osadów, w których zawartość frakcji <0,062 mm przekracza 10%, metodą kombinowaną. Frakcje >0,062 mm po oddzieleniu na sicie poddano analizie sitowej, a frakcje drobniejsze po uprzednim usunięciu perhydrolem substancji organicznej oznaczono na wadze sedymentacyjnej *Sartorius*. Zawartość procentową frakcji wyznaczono w przedziałach co 1 φ od −1 do +8 φ, tzn. od 2,0 do 0,004 mm. Podziału osadów na typy granulometryczne dokonano na podstawie klasyfikacji F.P. Sheparda (1954).

Za pomocą termicznej analizy różnicowej określono jakościowy skład mineralny oraz procentową zawartość kwarcu i substancji organicznej osadów mulisto-iłastych, mulisto-piaszczystych i niektórych próbek osadów piaszczystych. Badane próbki nie były ani rozdzielone na frakcje, ani też traktowane perhydrolem. Suszono je w temperaturze ok. 30°C. Półilościowego oznaczenia zawartości kwarcu

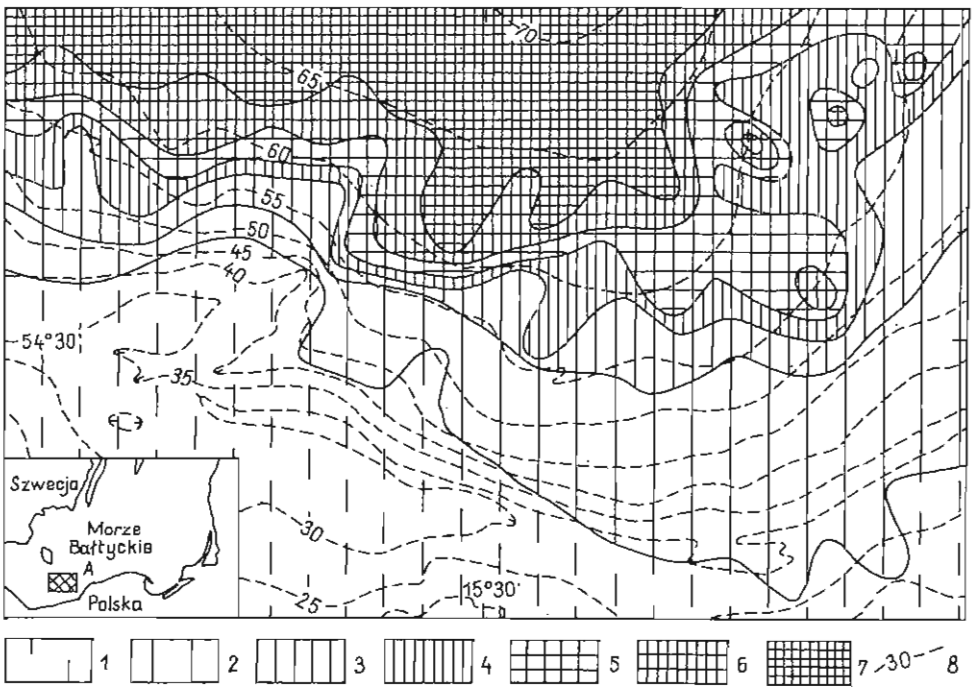

Fig. 1. Procentowa zawartość frakcji <0,062 mm w osadach powierzchniowych południowej części Basenu Bornholmskiego

Content of the fraction below 0.062 mm in sea-floor sediments in southern part of the Bornholm Basin in percent

A – lokalizacja rejonu badań; 1 – 0–1; 2 – 1–10; 3 – 10–30; 4 – 30–50; 5 – 50–70; 6 – 70–90; 7 – 90–100; 8 – izobaty co 5 m

A – location of the studied area; 1 – 0–1; 2 – 1–10; 3 – 10–30; 4 – 30–50; 5 – 50–70; 6 – 70–90; 7 – 90–100; 8 – isobaths in 5 m intervals

dokonano z zastosowaniem metody krzywych kalibracyjnych (G.O. Piłojan, 1963; L. Stoch, 1974), natomiast zawartość substancji organicznej oznaczono z ubytku masy, zarejestrowanego na krzywej TG w zakresie temperatur 200–450°C. Skład mineralno-petrograficzny piasków określono dla frakcji 0,25–0,1 mm pod mikroskopem polaryzacyjnym *MIN 8*. Wilgotność bezwzględną osadu (*Wb*) obliczono według wzoru:

$$Wb = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\,\%$$

gdzie: m_w – masa wody w próbce, m_s – masa suchego osadu.

Ogółem wykorzystano wyniki 130 analiz uziarnienia, w tym 75 analiz sedymentacyjnych, 59 termicznych analiz różnicowych i 33 analizy wilgotności bezwzględnej. Wszystkie badania wykonano w Oddziale Geologii Morza Instytutu Geologicznego w Sopocie.

LITOLOGIA OSADÓW POWIERZCHNIOWYCH

Osady powierzchniowe dna w omawianym rejonie wykazują znaczne zróżnicowanie głównie uziarnienia i zawartości substancji organicznej. Stosując klasyfikację osadów bałtyckich na podstawie zawartości frakcji 0,1 – 0,01 mm, <0,01 mm oraz substancji organicznej, zaproponowaną przez F.B. Pieczkę (1973), wyróżniono: namuły słabo, średnio i silnie organiczne oraz szlamy średnio i silnie organiczne. Osady te leżą na dnie niecki basenu, natomiast jego zbocza pokrywają utwory piaszczyste. Na podstawie klasyfikacji F.P. Sheparda (1954) oraz terminologii przyjętej w Oddziale Geologii Morza w Sopocie w południowej części Basenu Bornholmskiego wyznaczono następujące typy granulometryczne osadów: iły muliste, muły ilaste, muły, muły piaszczyste, piaski muliste i piaski. Typy te występują strefowo. Ogólnie obserwuje się tendencję zmniejszania się średnic ziarn mineralnych wraz ze wzrostem głębokości (fig. 1, 2).

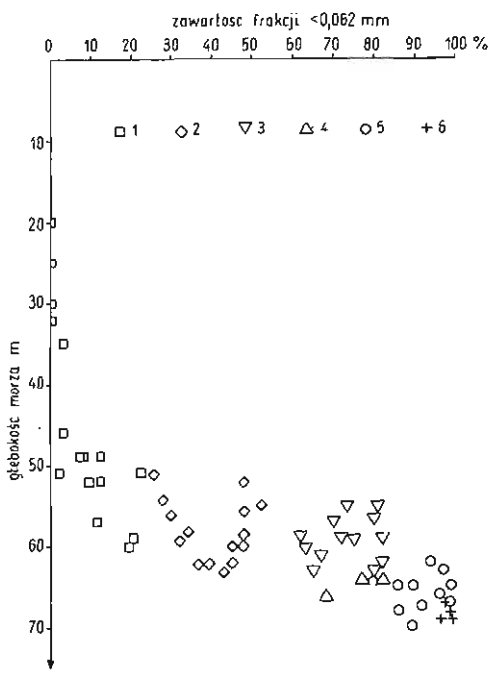

Fig. 2. Zależność procentowej zawartość frakcji <0,062 mm w osadach powierzchniowych od głębokości morza

Dependence of content of the fraction below 0.062 mm in seafloor sediments on depth of sea

1 – piaski; 2 – piaski muliste, 3 – muły piaszczyste; 4 – muły; 5 – muły ilaste; 6 – iły muliste

1 – sands; 2 – silty sands; 3 – sandy silts; 4 – silts; 5 – clay silts; 6 – silty clays

W najgłębszych partiach akwenu, na głębokościach większych od 66 – 68 m, leżą iły muliste. Mediana średnicy ich ziarn waha się od 0,0036 do 0,0013 mm, a przeciętna zawartość frakcji ilastej (<0,004 mm) wynosi 56%. Muły ilaste występujące na głębokości 60 – 70 m odznaczają się medianą średnicy ziarn w przedziale 0,025 – 0,004 mm oraz średnią zawartością frakcji ilastej 34%. Muły piaszczyste notuje się najczęściej na głębokościach od 58 do 62 m, a ekstremalnie od 54 do 67 m. Charakterystyczne dla nich wartości mediany średnicy ziarn wynoszą od 0,06 do 0,031 mm.

W obrębie mułów iłastych i mułów piaszczystych spotyka się sporadycznie muły. Charakteryzują się one medianą średnicy ziarn od 0,044 do 0,022 mm oraz dużą zawartością frakcji mulistej (0,062–0,004 mm) od 75 do 81%. Piaski muliste stwierdzono na głębokościach od 50 do 63 m. Mediana średnicy ich ziarn waha się od 0,1 do 0,06 mm. Skład granulometryczny wymienionych typów osadów został dokładnie opisany w opracowaniu S. Uścinowicza (1981).

Na południowych zboczach Basenu Borholmskiego na głębokościach mniejszych od 60–50 m (przeciętnie 53 m) występują piaski. Zawartość frakcji 0,25–0,062 mm często przekracza 90% masy osadu, a mediana średnicy ziarn waha się od 0,22 do 0,067 mm. W dolnych partiach skłonu dominują frakcje bardzo drobnoziarniste (0,125–0,062 mm). Ich udział maleje wraz ze zmniejszaniem się głębokości morza, a wzrasta zawartość frakcji drobnopiaszczystych (0,25–0,125 mm), które dominują w górnych częściach skłonu.

Za pomocą termicznej analizy różnicowej wśród iłów mulistych, mułów iłastych, mułów piaszczystych i piasków mulistych stwierdzono powszechnie illit, chloryty i kwarc. W kilku przypadkach notowano też obecność minerałów z grupy smektytów: beidelitu, montmorillonitu i nontronitu.

O illicie świadczy stosunkowo słaby pierwszy efekt endotermiczny, związany z dehydratacją w temperaturze ok. 120°C, drugi efekt endotermiczny związany z dehydroksylacją w zakresie temperatur 520–560°C oraz niekiedy słaby pik endotermiczny w temperaturze ok. 900°C.

Na obecność chlorytów wskazuje intensywny efekt ubytku masy zarejestrowany na krzywych DTG i TG w zakresie 800–950°C, z którym koresponduje słaby efekt endotermiczny na krzywej DTA.

Termogramy większości badanych próbek świadczą o obecności kwarcu uwidaczniającej się efektem endotermicznym w temperaturze ok. 570°C. Należy podkreślić, że brak tego efektu nie dowodzi braku kwarcu w tych próbkach, ponieważ efekt przemiany polimorficznej kwarcu może być zamaskowany przez efekt dehydroksylacji minerałów ilastych.

Obecność beidelitu uwidacznia się w postaci silnego efektu endotermicznego z maksimum w temperaturze ok. 130°C, czasami z charakterystycznym przegięciem krzywej (bardzo wyraźnym na krzywej DTG) w temperaturze ok. 160°C. Maksimum drugiego efektu termicznego związanego z dehydroksylacją występuje w temperaturze ok. 560°C. Niska temperatura maksimum dehydroksylacji jest istotną cechą termiczną beidelitu różniącą go od montmorillonitu, który dehydroksyluje w temperaturze ok. 700°C, podczas gdy temperatury dehydratacji obu tych minerałów są zbliżone.

O obecności nontronitu można sądzić na podstawie silnego efektu endotermicznego dehydratacji w temperaturze ok. 130°C oraz efektu endotermicznego dehydroksylacji z maksimum w ok. 490°C.

Przeprowadzone badania wykazały, że jakościowy skład mineralny iłów mulistych, mułów iłastych, mułów, mułów piaszczystych i piasków mulistych jest stały, jednakowy dla wszystkich wymienionych typów osadów. Typowy zespół mineralny tych osadów tworzą illit, chloryt i kwarc. Minerały z grupy smektytów: beidelit, montmorillonit i nontronit występują tylko sporadycznie i prawdopodobnie w niewielkich ilościach. Można sądzić, że stanowią one tylko domieszki zasadniczego zespołu. Charakterystyczne termogramy omawianych osadów przedstawiono na fig. 3.

Stosunki ilościowe poszczególnych minerałów ulegają zmianom. Przechodząc od iłów mulistych do piasków mulistych, wraz ze zmniejszaniem się zawartości frakcji <0,062 mm maleje udział minerałów ilastych, a wzrasta zawartość kwarcu przeciętnie od ok. 30 do ok. 80% (tab. 1, fig. 4).

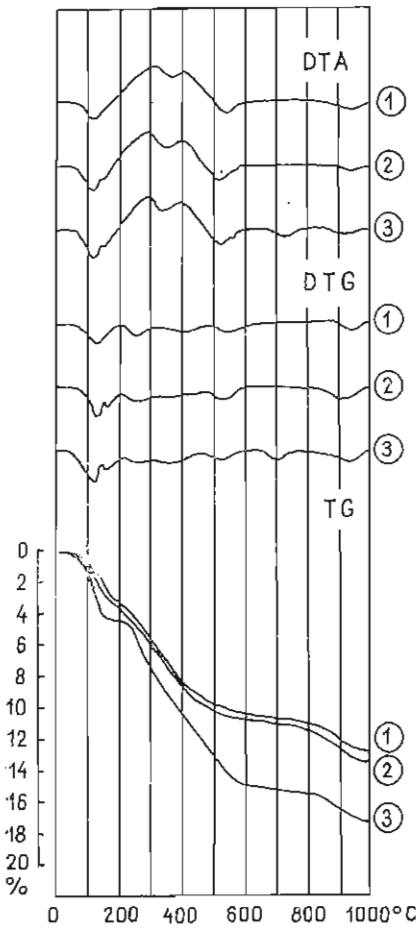

Fig. 3. Derywatogramy próbek osadów powierzchniowych z południowej części Basenu Bornholmskiego

Derivatographs of samples of sea-floor sediments from southern part of the Bornholm Basin

Skład mineralny osadów powierzchniowych dna Basenu Bornholmskiego jest zbieżny ze składem osadów Basenu Gdańskiego (F.B. Pieczka, 1980; L. Stoch i in., 1980). W Basenie Bornholmskim nie stwierdzono jedynie kaolinitu oraz minerałów mieszano-pakietowych: illitu—smektytu i chlorytu—wermikulitu, występujących w Basenie Gdańskim w niewielkich ilościach. Według danych zawartych w publikacji pod redakcją W.K. Gudelisa i E.M. Jemielianowa (1976) w osadach powierzchniowych Basenu Bornholmskiego, oprócz minerałów stwierdzonych również w niniejszym artykule, występuje także kaolinit i wermikulit oraz minerały mieszano-pakietowe: hydromikowo-wermikulitowe i biotytowo-wermikulitowe. Brak efektów termicznych wskazujących na obecność kaolinitu i wermikulitu w przebadanych próbkach osadów powierzchniowych z Basenu Bornholmskiego świadczy, że minerały te jeśli występują, to w ilościach mniejszych od granicy oznaczalności metody derywatograficznej. Metodą tą nie można też stwierdzić minerałów mieszano-pakietowych.

W składzie mineralnym piasków zdecydowanie dominuje kwarc w ilości ok. 85%. Skalenie stanowią średnio ok. 8%, pozostałe zaś składniki: okruchy skał,

Tabela 1

Ekstremalne i średnie wartości mediany średnicy ziarn, zawartości kwarcu, substancji organicznej oraz wilgotność bezwzględna w zależności od typu granulometrycznego osadu

Typ osadu	Mediana średnicy ziarn (mm)	Zawartość kwarcu (%)	Zawartość substancji organicznej (%)	Wilgotność bezwzględna (%)
Piaski	0,22 – 0,067* 0,13**(55)	70 – 90 85(11)	0,7 – 2,7 1,3(8)	34 – 51 44(5)
Piaski muliste	0,10 – 0,060 0,080(22)	60 – 90 80(16)	1,5 – 5,7 3,5(16)	41 – 126 73(11)
Muły piaszczyste	0,060 – 0,031 0,047(19)	40 – 90 55(15)	1,8 – 9,1 5,8(16)	37 – 273 148(8)
Muły	0,044 – 0,022 0,033(4)	30 – 70 50(3)	7,2 – 10,2 8,8(3)	202(1)
Muły ilaste	0,025 – 0,004 0,012(23)	30 – 60 40(6)	7,7 – 10,7 9,5(11)	182 – 384 284(6)
Iły muliste	0,0036 – 0,0013 0,002(7)	30 – 40 ok. 35(2)	9,8 – 11,7 10,5(4)	230 – 378 304(2)

*wartości ekstremalne; ** – wartość średnia; liczby w nawiasach oznaczają liczbę analiz

minerały zmienione i ciężkie występują w niewielkich, podrzędnych ilościach.

Istotnym składnikiem rozpatrywanych osadów jest substancja organiczna, której zawartość, podobnie jak kwarcu i innych głównych składników mineralnych, wykazuje ścisły związek z typem granulometrycznym osadu (fig. 5, 6, tab. 1). Najniższe zawartości substancji organicznej notuje się w piaskach i piaskach mulistych, przeciętnie 1,3 i 3,3%, a najwyższe – w mułach ilastych i iłach mulistych, 9,5 i 10,5%. Przestrzenne zróżnicowanie zawartości substancji organicznej w osadach powierzchniowych przedstawia fig. 7.

Współczynnik korelacji między zawartością substancji organicznej a zawartością frakcji <0,062 mm wynosi 0,83. Równanie regresji prostoliniowej ma postać: $y = 0{,}09x + 0{,}09$, gdzie: y – procentowa zawartość substancji organicznej, x – procentowa zawartość frakcji <0,062 mm. Błąd standardowy tej zależności wynosi: $Sy = 1{,}98$. Zależność tę przedstawia fig. 5.

Od powyższej prawidłowości odbiegają jedynie 4 próbki mułów piaszczystych odznaczające się niższą od typowej dla tych osadów zawartością substancji organicznej (fig. 5). W próbkach tych zaznacza się równocześnie wzrost zawartości kwarcu do ok. 90%. Populacja tej odmiany mułów piaszczystych występuje we wschodniej części omawianego obszaru, w obrębie piasków mulistych na głębokości 54 – 59 m. Przyczyna tego lokalnego odstępstwa od ogólnej prawidłowości jest niejasna.

Zależność między uziarnieniem a zawartością substancji organicznej jest charakterystyczna dla osadów współczesnej sedymentacji w Basenie Bornholmskim, a prawdopodobnie również dla całego Bałtyku Południowego. Wyróżnia ona

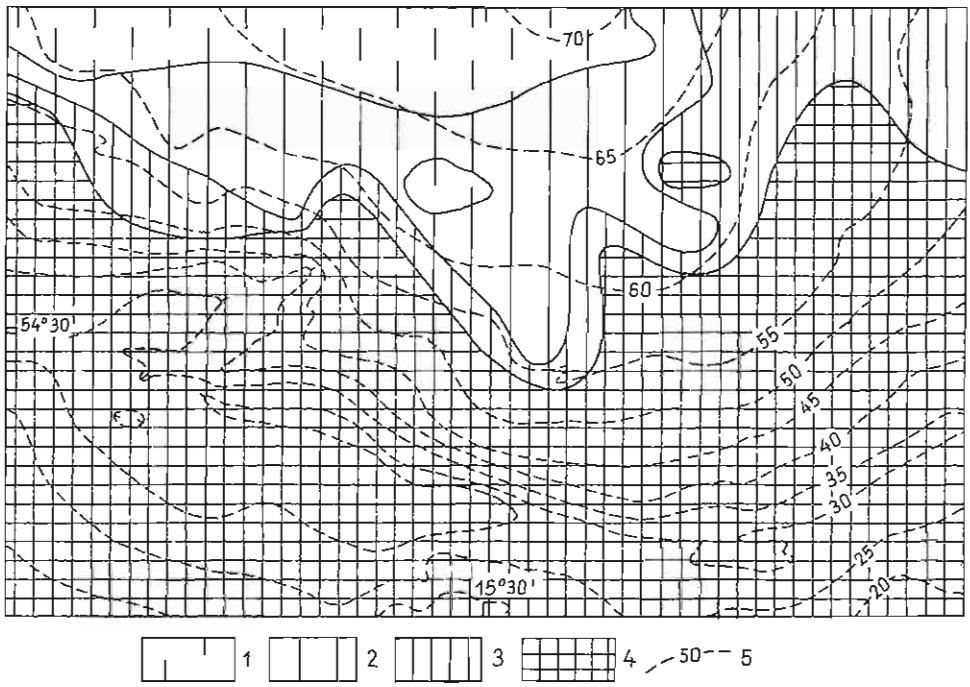

Fig. 4. Procentowa zawartość kwarcu w osadach powierzchniowych
Percentage of quartz in sea-floor sediments

1 – 20–40; 2 – 40–60; 3 – 60–80; 4 – 80–100; 5 – izobaty co 5 m
1 – 20–40; 2 – 40–60; 3 – 60–80; 4 – 80–100; 5 – isobaths in 5 m intervals

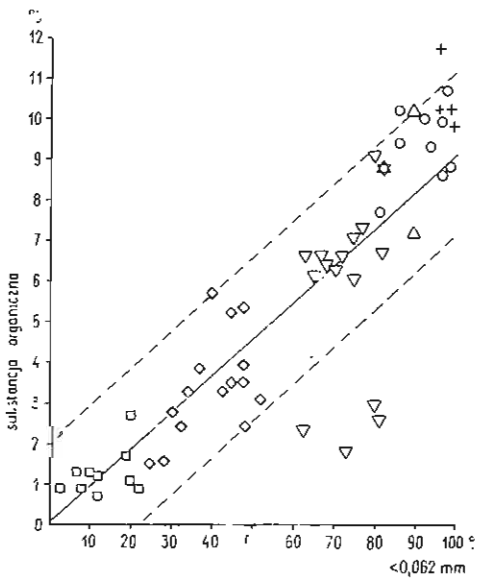

Fig. 5. Zależność procentowej zawartości substancji organicznej od procentowej zawartości frakcji <0,062 mm osadów powierzchniowych południowej części Basenu Bornholmskiego

Dependence of content of organic matter on content of the fraction below 0.062 mm for sea-floor sediments in southern part of the Bornholm Basin

Prosta regresji wyznaczona równaniem $y = 0{,}09x + 0{,}09$; objaśnienia jak na fig. 2

Regression line characterized by the equation $y = 0.09x + 0.09$; explanation as given in Fig. 2

osady tworzone współcześnie od osadów wcześniejszych faz rozwojowych (przedlitorynowych) Morza Bałtyckiego, odznaczających się ogólnie niższym udziałem substancji organicznej (W.K. Gudelis, E.M. Jemielianow, 1976) i brakiem korelacji między uziarnieniem a jej zawartością (M. Michałowska, S. Uścinowicz, 1981). Porównując uzyskane wyniki z danymi K. Pęcherzewskiego (1972) stwierdzono zasadniczo zbieżność średnich zawartości substancji organicznej w poszczególnych typach granulometrycznych osadu. Jedynie duża rozpiętość udziału substancji organicznej w osadach ilastych, wynosząca według K. Pęcherzewskiego 2,7–14,1%, odbiega od prawidłowości stwierdzonych w niniejszym artykule. Można sądzić, że minimalna ilość substancji organicznej w osadach ilastych (2,7%) podana przez cytowanego autora nie dotyczy osadów współczesnych, lecz wychodni osadów ilastych starszych, prawdopodobnie przedlitorynowych.

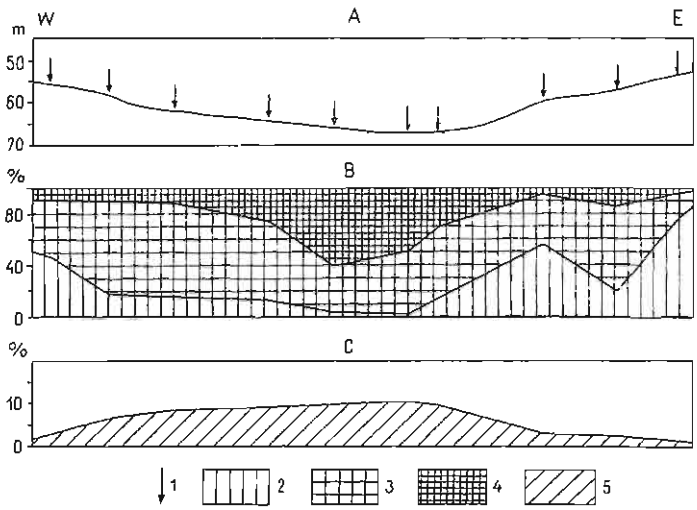

Fig. 6. Profil batymetryczno-litologiczny (wzdłuż równoleżnika 54°38,5')
Bathymetric-lithological section (along parallel of latitude 54°38.5')

A – profil batymetryczny; B – zmienność uziarnienia osadów powierzchniowych; C – zmienność zawartości substancji organicznej w osadach powierzchniowych; 1 – miejsce pobrania próbek; frakcje: 2 – 2,0–0,062 mm, 3 – 0,062–0,004 mm, 4 – <0,004 mm; 5 – zawartość substancji organicznej

A – bathymetric section; B – variability in granulation of sea-floor sediments; C – variability in content of organic matter in sea-floor sediments; 1 – sampled points; fractions: 2 – 2.0–0.062 mm, 3 – 0.062–0.004 mm, 4 – below 0.004 mm; 5 – content of organic matter

Badania wykazały, że najniższą wilgotnością bezwzględną odznaczają się piaski, a najwyższą iły muliste (tab. 1). Gromadzeniu się wody w osadach, obok obecności frakcji drobnoziarnistej (<0,062 mm), sprzyja też substancja organiczna. Stwierdzono, że wilgotność zwiększa się szybciej wraz ze wzrostem tej ostatniej niż pierwszej (tab. 2).

Uziarnienie, zawartość substancji organicznej i wilgotność determinują takie właściwości osadu jak barwę, konsystencję oraz zapach. Barwa zmienia się od jasnoszarej w przypadku piasków mulistych i mułów piaszczystych do ciemnoszarej z odcieniem oliwkowym w przypadku mułów ilastych i iłów mulistych. Muły ilaste i iły muliste odznaczają się ponadto wyraźnym zapachem H_2S oraz galaretowatą, półpłynną konsystencją.

Tabela 2

Średnia wilgotność bezwzględna osadu w zależności od zawartości frakcji <0,062 mm i substancji organicznej

Zawartość substancji organicznej (%)	Zawartość frakcji <0,062 mm (%)				
	10–30	30–50	50–70	70–90	90–100
0–2	44 (6)	51 (1)	37 (1)	–	–
2–4	49 (1)	73 (6)	52 (1)	–	–
4–6	–	109 (2)	–	142 (1)	–
6–8	–	–	134 (2)	152 (3)	–
8–10	–	–	–	274 (4)	261 (2)
10–12	–	–	–	307 (2)	378 (1)

W nawiasach podano liczbę analiz.

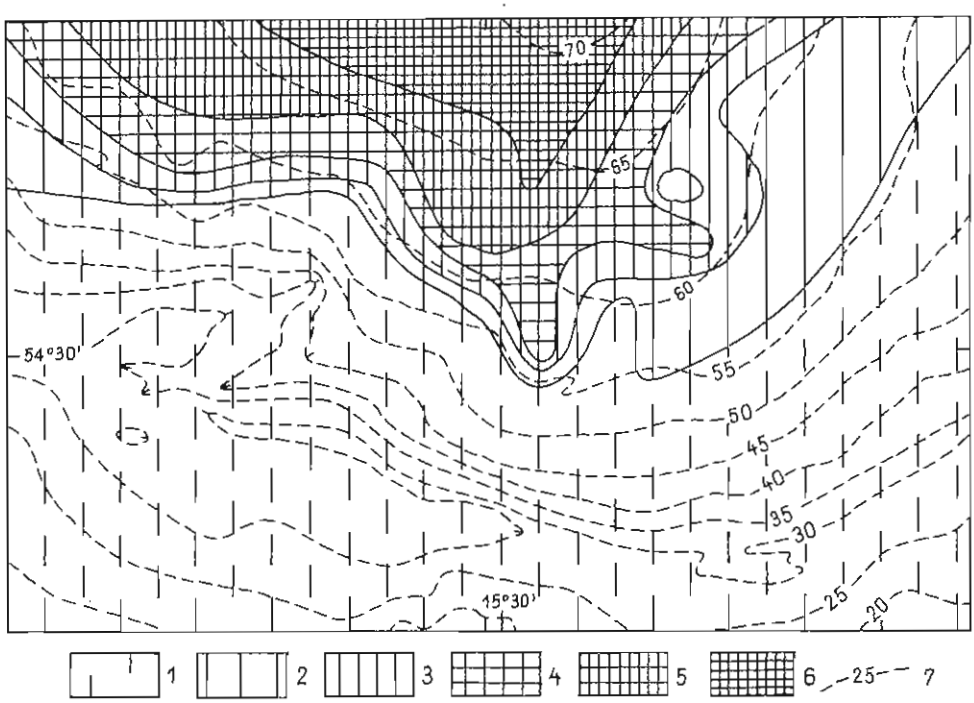

Fig. 7. Procentowa zawartość substancji organicznej w osadach powierzchniowych
Content of organic matter in sea-floor sediments in percent

1 – 0–2; 2 – 2–4; 3 – 4–6; 4 – 6–8; 5 – 8–10; 6 – 10–12; 7 – izobaty co 5 m
1 – 0–2; 2 – 2–4; 3 – 4–6; 4 – 6–8; 5 – 8–10; 6 – 10–12; 7 – isobaths in 5 m intervals

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania wykazały ścisłe powiązanie zmienności rozpatrywanych cech osadów z głębokością morza, na której występują. Do głębokości ok. 50 m zawartość frakcji <0,062 mm i substancji organicznej zmienia się nieznacznie. Poniżej tej głębokości obserwuje się szybki wzrost udziału frakcji <0,062 mm i substancji organicznej przy równoczesnym zmniejszaniu się zawartości kwarcu (fig. 1, 2, 4, 6). Taki charakter zróżnicowania cech osadów potwierdza znane w ogólnym zarysie w Bałtyku Południowym prawidłowości sedymentacji, wynikające ze zróżnicowanych warunków hydrodynamicznych i hydrochemicznych związanych ze stratyfikacją wód.

W Basenie Bornholmskim górna granica warstwy wody słonej znajduje się przeciętnie na głębokości ok. 50 m. Według O. Pratje (1948) i F.B. Pieczki (1972, 1981) głębokość ta jest równocześnie odmorską granicą piasków. Ruchy mas wodnych występujące na granicy warstw wody o różnej gęstości (fale i prądy wewnętrzne) kontrolują, według tych badaczy, zasięg sedymentacji frakcji mulistych i ilastych. Ta ogólna prawidłowość została uściślona przez autorów niniejszego artykułu (fig. 2).

W strefie kontaktu z dnem morskim izohalinowej warstwy wody względnie wysłodzonej (zasolenie ok. 7,5‰), o dostatecznym nasyceniu tlenem, leżą osady piaszczyste praktycznie pozbawione substancji organicznej (maksymalnie do 2%). W obrębie styczności górnej części warstwy słonej, tzw. halokliny z dnem występują piaski muliste i muły piaszczyste o zawartości substancji organicznej od 1,5 do 9,1%. Poniżej głębokości ok. 65 m (fig. 6) wzrasta zawartość frakcji ilastej (<0,004 mm), co wskazuje, że oddziaływanie ruchów mas wodnych, związanych z falowaniem wewnętrznym, na dno morskie jest mniej aktywne. Na dnie leżą tu muły ilaste i iły muliste o zawartości substancji organicznej z reguły powyżej 8%. Gromadzeniu się tej substancji sprzyja nieckowaty charakter basenu, a przede wszystkim częsty niedostatek tlenu w przydennych wodach warstwy słonej.

Dla dokładniejszego poznania czynników i procesów kontrolujących współczesną sedymentację osadów konieczne jest lepsze poznanie hydrodynamiki i hydrochemii przydennych mas wodnych.

Oddział Geologii Morza
Instytutu Geologicznego
Sopot, ul. Polna 62/68
Nadesłano dnia 12 marca 1982 r.

PIŚMIENNICTWO

BOJANOWSKI R., MASICKA H., OSTROWSKI S. (1964) – O niektórych cechach fizykomechanicznych i chemicznych osadów dennych południowego Bałtyku. Rozprawy Wydziału III, z. 1, p. 133–150.

KÖGLER F.C., LARSEN L.B. (1979) – The West Bornholm basin in the Baltic Sea: geological structure and Quaternary sediments. Boreas, 8, p. 1–22.

ŁOMNIEWSKI K., MAŃKOWSKI W., ZALEWSKI J. (1975) – Morze Bałtyckie. PWN. Warszawa.

MICHAŁOWSKA M., UŚCINOWICZ S. (1981) – Mapa osadów dennych, skala 1:200 000, ark. Kołobrzeg–S. Arch. Inst. Geol. Sopot.

PĘCHERZEWSKI K. (1972) – Zawartość i rozmieszczenie substancji organicznych oraz azotu i fosforu w osadach dennych południowego Bałtyku. Ekosystemy morskie, 1, p. 51–76.

PIECZKA F.B. (1972) – Procesy akumulacji osadów dennych Zatoki Gdańskiej. Arch. Inst. Geol. Sopot.

PIECZKA F.B. (1973) – Badania współczesnych osadów morskich. W: Metodyka badań osadów czwartorzędowych, p. 459–475. Wyd. Geol. Warszawa.

PIECZKA F.B. (1980) – Geomorfologia i osady denne Basenu Gdańskiego. Peribalticum, p. 79–118.

PIECZKA F.B. (1981) – Charakterystyka geologiczno-inżynierska osadów dennych Bałtyku. Materiały sesji naukowej nt.: Geologiczno-inżynierskie badania wybrzeża i dna Bałtyku Południowego, Gdańsk, p. 72–96.

PRATJE O. (1948) – Die Bodenbedeckung der südlichen und mittleren Ostsee und ihre Bedeutung für die Ausdeutung fossiler Sedimente. Dtsch. Hydrograf. Zeischr. Jahr., 1, p. 67–131, z. 2/3.

SHEPARD F.P. (1954) – Nomenclature based on sand-silt-clay ratio. Jour. Sed. Petrol., 24, p. 151–158.

STOCH L. (1974) – Minerały ilaste. Wyd. Geol. Warszawa.

STOCH L., GÖRLICH K., PIECZKA F.B. (1980) – Litologia i skład mineralny osadów z dna Basenu Gdańskiego. Kwart. Geol., 24, p. 395–413, nr 2.

UŚCINOWICZ S. (1981) – Granulometria osadów powierzchniowych południowej części Basenu Bornholinskiego. Kwart. Geol., 25, p. 434–436, nr 2.

БЛАЖЧИШИН А.И., ЛУКАШЯВИЧЮС Л.С., СВИРИДОВ Н.И. (1976) — Физические свойства позднечетвертичных отложений Балтийского моря. Океанология, 16, стр. 839–845, вып. 5.

ГАЙГАЛАС А.И., СВИРИДОВ Н.И. (1974) — Четвертичный покров дна Балтийского моря. Сов. Геол., № 5, стр. 113–120.

ГУДЕЛИС В.К., ЕМЕЛЬЯНОВ Е.М. (1976) — Геология Балтийского моря. Изд. Мокслав. Вильнюс.

ПИЛОЯН Г.О. (1963) — О количественном определении некоторых минералов в природных и искусственных смесях при помощи ДТА. Изв. АН СССР, Сер. Геол., № 6, стр. 24–42.

СВИРИДОВ Н.И., ЛИТВИН В.М. (1978) — Строение дна юго-западной части Балтийского моря. Сов. Геол., № 4.

Збигнев СЛИВИНЬСКИ, Шимон УСЦИНОВИЧ

ЛИТОЛОГИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ОСАДКОВ В ЮЖНОЙ ЧАСТИ БОРНГОЛЬМСКОГО БАССЕЙНА

Резюме

В статье рассмотрена южная оконечность Боригольмского Бассейна, ограниченная: с запада меридианом 15°, с востока меридианом 16°, с севера параллелью 54°42′ и с юга изобатой 30 м, принятой авторами за южную границу Борнгольмского Бассейна. Максимальная глубина моря в этом районе 71 м. Изучался верхний слой 10—20 см современных осадков. В комплекс работ входило изучение гранулометрического состава осадка (130 анализов), минерального состава (59 анализов) и абсолютной влажности (33 анализа).

Согласно классификации Ф.П. Шепарда (1954) на юге Борнгольмского Бассейна установлены следующие гранулометрические типы осадков: пески и илистые пески, песчаные илы, илы, глинистые илы и илистые глины.

Отдельные типы осадков залегают зонально. Склоны Борнгольмского Бассейна в среднем до глубины 53 м покрыты песком. Остальные мелкозернистые типы осадков залегают глубже. Наблюдается общая тенденция уменьшения диаметра минеральных зерен в осадках с глубиной моря.

Изучение минерального состава мелкозернистых осадков показало, что повсеместно встречаются: иллит, хлориты и кварц, образуя в исследуемых осадках типичную ассоциацию минералов. Минералы группы смектитов: бейделлит, монтмориллонит и нонтронит встречаются изредка, вероятно, являясь только небольшой примесью к основной ассоциации минералов. Изменчивы количественные соотношения отдельных минералов. От илистых глин к илистым пескам вместе с уменьшением содержания фракции мельче 0,062 мм уменьшается содержание глинистых минералов, а содержание кварца растет в среднем примерно от 30 до 80% (таб. 1).

В минеральном составе песка содержится кварц (в среднем 85%), полевые шпаты (в среднем 8%) и в меньшем количестве обломки пород, преображенные минералы и тяжелые минералы.

Важным компонентом осадка является органическое вещество. Его содержание обусловлено гранулометрическим типом осадка. Коэффициент корреляции между содержанием органического вещества и фракции <0,062 мм составляет 0,83, а уравнение прямолинейной регрессии таково: $y = 0{,}09x + 0{,}09$, где: y — процентное содержание органического вещества, x — процентное содержание фракции <0,062 мм.

Такая зависимость характерна для современной седиментации пород. Абсолютная влажность увеличивается вместе с ростом содержания глинистой и илистой фракций (<0,062 мм) и органического вещества. Влажность осадка в большей мере зависит от количества органического вещества, чем от содержания минеральных фракций — 0,062 мм (таб. 2).

Главным фактором, определяющим распределение отдельных типов осадков, является, вероятно, галиновая стратификация вод. В зоне контакта с дном относительно пресных вод верхнего слоя (соленость <7,5‰) насыщенных кислородом (>70%), на дне залегают пески практически лишенные органического вещества. Верхняя граница ниже расположенного соленого слоя в Борнгольмском Бассейне проходит на глубине примерно 50 м. Малая гидродинамическая активность вод этого слоя, заполняющего нижнюю часть Борнгольмского Бассейна, благоприятствует седиментации частиц <0,062 мм, а нехватка кислорода — накоплению органического вещества. Распространению глин и илов (минеральных частиц <0,062 мм), вероятно, способствуют внутренние волны и течения на границе водных слоев разной плотности.

Zbigniew ŚLIWIŃSKI, Szymon UŚCINOWICZ

LITHOLOGY OF SEA-FLOOR SEDIMENTS IN SOUTHERN PART OF THE BORNHOLM BASIN

Summary

The studies covered southern peripheral part of the Bornholm Basin, delineated by the meridians 15° in the west and 16° in the east, parallel of latitude 54°42′ in the north and 30 m isobath, accepted here as southern boundary of this basin, in the south. The sea is up to 71 m deep in this area. The studies on upper 10–20 cm layer of the modern sea-floor sediments, concerned their granulometry (130 analyses), mineral composition (59 analyses), content of organic matter (59 analyses) and absolute humidity content (33 analyses).

The following granulometric types of sediments have been identified with reference to the F.P. Shepard (1954) classification: sands and silty sands, sandy silts, silts, clay silts and silty clays. Distribution of individual types of sediments was found to be zonal. Sands cover slopes of the basin down to 53 m depth at the average whereas the remaining sediments occur at larger depths. There is noted a general trend to decrease of size of mineral grains in sediments along with depth at which they occur.

The studies on mineral composition of fine-grained sediments showed omnipresence of illite, chlorite and quartz which form typical mineral assemblage here. Minerals of the smectite group – beidellite, montmorillonite and nontronite – are sporadically present, presumably forming small admixtures to the major mineral assemblage. Quantitative relations between individual minerals are varying. Transition from silty clays to silty sands is connected with decrease in share of grains below 0.062 mm in size and clay minerals at the advantage of quartz, the share of which rises from about 30% to 80% (Table 1).

The studies on mineral composition of sands showed the presence of quartz (85% at the average) and feldspars (8% at the average) as well as subordinate amounts of rock debris and altered and heavy minerals. Organic matter is also important here. Its content closely depends on granulometric type of sediment. Correlation coefficient of content of organic matter and the fraction below 0.062 mm equals 0.83 and equation of rectilinear regression has the form: $y = 0.09\,x + 0.09$, where y is content of organic matter in per cent, and x – content of fraction below 0.062 mm in per cent.

The above dependence is typical of modern sediments. Absolute humidity content in sediments increases along with content of silt and clay size grains (below 0.062 mm in size) and organic matter. The humidity appears more closely related to content of organic matter than that of fine-grained (below 0.062 mm) fraction (Table 2).

Distribution of individual types of sediments appears mainly related to haline stratification of waters. Sands, practically without organic matter, occur at sea floor in zone of contact of sediments and relatively freshened waters of upper layer (salinity below 7.5‰) and saturation with oxigen over 70%. Upper boundary of lower saline layer is usually situated in this basin at about 50 m depth. This layer infills lower parts of the Bornholm Basin and low hydrodynamic activity of its waters is advantageous for sedimentation of particles below 0.062 mm in size and shortage of oxigen–for accumulation of organic matter. The extent of sedimentation of silts and clays (mineral particles below 0.062 mm in size) seems to be controlled by internal waves and ascending currents, occurring at the boundary of waters differing in density.