

Zbigniew KOZYDRA, Ryszard WYRWICKI

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA MEZOZOICZNYCH I KENOZOICZNYCH SKAŁ ILASTYCH POLSKI

(z 1 fig.)

Streszczenie

W artykule podano charakterystykę chemiczną ważniejszych skał ilastych Polski w nawiązaniu do warunków ich występowania. Skały ilaste powszechnie występujące w formacjach mezozoicznych i kenozoicznych charakteryzują się na ogół niewielką zawartością tlenku glinu (15—20%) oraz stosunkowo dużą zawartością topników (10—15% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$). Tylko niektóre i rzadziej występujące skały ilaste, głównie retu północnej osłony Gór Świętokrzyskich, liasu i kredy Dolnego Śląska, miocenu śródlądowego okolic Turoszowa i Strzegomia, oraz kaoliny mają korzystniejszy wskaźnik glinowy. Warunki występowania tych skał uniemożliwiają jednak najczęściej ich wykorzystanie w szerszej skali. Stąd też nasuwa się wniosek o konieczności intensywniejszych badań nad wzbogacaniem i możliwością wykorzystania przez przemysł skał ilastych o gorszych wskaźnikach jakościowych, lecz powszechniej występujących.

WSTĘP

Przedstawienie syntetycznego obrazu geologicznych warunków występowania surowców ilastych i ich ogólnej charakterystyki wymaga między innymi określenia udziału podstawowych składników chemicznych w skałach ilastych pochodzących z różnych formacji geologicznych. Ma to znaczenie nie tylko z punktu widzenia teoretycznego, ale i praktycznego. Przykładem może być zależność technologii produkcji wyrobów ceramicznych od składu chemicznego surowców (biało wypalających się, spiekających w niskich temperaturach, pęczniejących itp.) oraz aktualny problem poszukiwań surowców do produkcji tlenków niektórych metali.

W niniejszym opracowaniu podjęto próbę określenia udziału podstawowych składników chemicznych w większości mezozoicznych i kenozoicznych skał ilastych Polski. Wyniki zestawione w tabelach opracowano na podstawie ponad 1000 rozszerzonych i skróconych (seryjnych) analiz chemicznych, zaczerpniętych z prac opublikowanych i wybranych dokumentacji geologicznych ważniejszych złóż surowców ilastych,

a także analiz chemicznych pochodzących z własnych badań prowadzonych w ostatnich latach.

Z materiałów opublikowanych wykorzystano przede wszystkim analizy zawarte w opracowaniach M. Kamińskiego, F. Engela (1938—1939), Z. Tokarskiego (1948), J. Kosteckiego (1961), M. Juskowiakowej, O. Juskowiaka, W. Ryki, J. Sznajdera (1961), L. Stocha (1962, 1963), E. Klimczaka (1962, 1964), M. Budkiewicz (1964), Z. Tokarskiego, M. Kałwy, A. Przybyłek, H. Ropskiej, S. Wolfkego (1964), Z. Kozydry (1965) i J. Ryki, W. Ryki (1966). Posłużono się również wynikami udostępnionymi uprzejmie przez Zjednoczenie Przemysłu Materiałów Ogniotrwałych oraz przez Główne Laboratorium Instytutu Geologicznego, jak też niektórymi wynikami analiz (głównie skał ilastych z okolic Turosszowa) wykonanymi przez Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Katowicach, znajdującymi się w Archiwum Instytutu Geologicznego.

Autorzy zdają sobie sprawę, że opracowanie zawierać będzie wiele niedociągnięć. Nie udało się przede wszystkim zgromadzić wszystkich analiz chemicznych skał ilastych, jakimi dysponują w chwili obecnej archiwa służb geologicznych w kraju. Autorzy wychodzą jednak z założenia, że zespół przyjętych analiz jest wystarczająco reprezentatywny dla dokonania ogólnej charakterystyki osadów ilastych z wydzielonych formacji geologicznych, co stanowi zasadniczy cel niniejszego opracowania. Z konieczności ograniczono się też do uwzględnienia tylko podstawowych składników wchodzących w zakres analiz seryjnych, które stanowiły większość wykorzystanego materiału. Nie było więc możliwe między innymi określenie udziału K_2O , który jako aktywny topnik odgrywa niepoślednią rolę w składzie surowców ilastych. Jego udział może również orientować w niektórych przypadkach o zawartości jednego z podstawowych minerałów skał ilastych, a mianowicie illitu. Lukę tę starano się w miarę możliwości uzupełnić podaniem przykładowo dobranych rozszerzonych analiz chemicznych skał ilastych z wydzielonych poziomów stratygraficznych.

Należy też podkreślić, że przedstawione średnie wartości udziału poszczególnych składników w omawianych skałach zazwyczaj odbiegają nieco od średnich rzeczywistych. Wynika to głównie z faktu, że do analizy chemicznej brano z reguły próbki lepszych jakościowo iłów (glin) występujących w obrębie badanych złóż.

Autorzy żywią jednak nadzieję, że mimo tych braków opracowanie stanowić będzie, przynajmniej w obecnym etapie, pożyteczny materiał dla poznania skał ilastych Polski. Opracowanie to może też być pomocne w rozwiązywaniu zagadnień surowcowych, zwłaszcza we wdrażaniu nowych technologii przy wykorzystywaniu rodzimych surowców ilastych.

SKAŁY ILASTE MEZOZOIKU

RET

Do najlepiej poznanych skał ilastych retu należą ily i iłowce z północnej osłony Gór Świętokrzyskich. Szczególnie interesujące są ily znane z okolic Suchedniowa. Występują tam one w kilku pokładach

o średniej miąższości od 3 do 20 m wśród zwięzłych piaskowców górnego retu. Są to ily o zabarwieniu zazwyczaj czerwonym, rzadziej białym lub żółtawym i różowym. Charakteryzują się one stosunkowo znacznym, choć zmiennym udziałem tlenu glinu oraz dużą zmiennością zawartości związków żelaza (tab. 1). Ily białe, żółte i różowe zawierają zazwyczaj od 0,10 do 2,62% Fe_2O_3 , natomiast w odmianach iłów czerwonych zawartość tego składnika waha się w granicach od 4,20 do 9,40%. Udział węglanów jest niewielki i nie przekracza zwykle 2,5%.

W składzie mineralnym, jak to wykazały badania wykonane za pomocą termicznej analizy różnicowej (fig. 1a, próbki 18 i 19), występuje kaolinit i illit. Badania mikroskopowe wykazały też zmienną, w niektórych próbkach znaczną, zawartość detrytycznego kwarcu. Minerale zawierające żelazo, reprezentowane przez limonit lub getyt, rzadziej piryt, spotyka się głównie w odmianach o zabarwieniu czerwonym. Z przeliczeń kilku dostępnych rozszerzonych analiz chemicznych na skład mineralny wynika, że w omawianych iłach stosunek zawartości kaolinitu do illitu oraz do pelitu kwarcowego i pozostałych minerałów kształtuje się w przybliżeniu jak 1 : 1 : 1.

Tabela 1

Skład chemiczny skał ilastych retu okolic Suchedniowa
(na podstawie 23 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO_2	58,48—76,50	63,65
Al_2O_3	15,20—30,10	22,51
TiO_2	0,80— 2,19	1,07
Fe_2O_3	0,10— 9,40	3,01
CaO	0,16— 1,23	0,75
MgO	0,36— 1,72	0,93
Strata prażenia	4,65— 8,10	6,06

Opisane ily, znane pod nazwą „glin suchedniowskich” lub „baranowskich”, wydobywane są od początku XIX w. dla potrzeb przemysłu ceramiki szlachetnej. Najczęściej wchodzi one w skład mas ceramicznych dla różnorodnych wyrobów kamionkowych, rzadziej wyrobów kwasoodpornych lub ogniotrwałych.

Ily z okolic Suchedniowa występują wśród osadów lądowej facji retu, której zasięg jest stosunkowo niewielki i ogranicza się w przybliżeniu do obszaru znajdującego się między Suchedniowem a Starachowicami. Natomiast znacznie większy zasięg w osłonie mezozoicznej Gór Świętokrzyskich, podobnie zresztą jak i w innych obszarach Polski, mają osady facji morskiej. Wśród nich znaczny udział biorą również skały ilaste. Są one dotychczas jednak bardzo słabo poznane pod względem składu chemicznego i mineralnego. Z tych też względów pominięto je w niniejszym opracowaniu. Przykładowo tylko można podać krótką charakterystykę jednej z odmian iłów facji morskiej retu (tab. 2). Są to ily

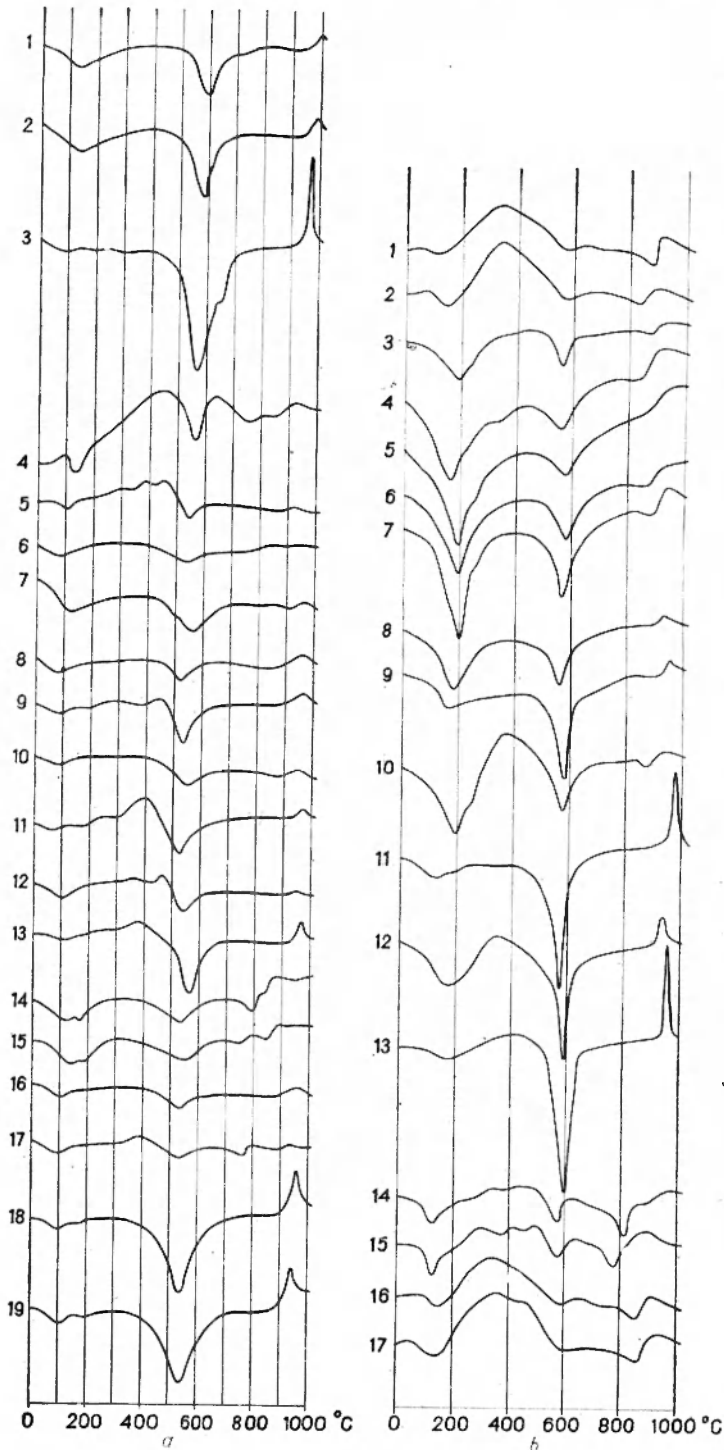


Fig. 1. Krzywe termicznej analizy różnicowej wybranych próbek skał ilastych mezozoiku (a, próbki 1, 2 według S. Lewowickiego, próbki 3, 18 i 19 według L. Stocha) i kenozoiku (b, próbki 1, 2 i 16, 17 według Z. Tokarskiego, próbki 14, 15 według W. Heflika)

a: 1–3 — ility kredy dolnośląskiej, 4 — ility doggeru z okolic Łęczycy, 5 — ility doggeru z okolicy Częstochowy, 6–11 — ility liasu świętokrzyskiego, 12, 13 — ility liasu częstochowskiego, 14, 15 — ility kajpru i retyku świętokrzyskiego, 16, 17 — ility kajpru i retyku częstochowskiego, 18, 19 — ility retu z okolic Suchedniowa

b: 1, 2 — ility zastoiłkowe, 3–7 — ility pliocenu, 8–13 — ility miocenu śródlądowego, 14–17 — ility miocenu morskiego

Curves of thermal differential analysis of selected samples of argillaceous rocks of the Mesozoic (a, samples 1, 2 after S. Lewowicki, samples 3, and 18, 19 after L. Stoch), and of the Cainozoic (b, samples 1, 2 and 16, 17 after Z. Tokarski, samples 14, 15 after W. Heflik)

a: 1–3 — the clays of the Lower Silesian Cretaceous, 4 — the clayey shale of the Dogger near Łęczycza, 5 — the clayey shale of the Dogger near Częstochowa, 6–11 — the Liassic claystones of the Góry Świętokrzyskie Mountains, 12, 13 — the claystones of the Częstochowa Lias, 14, 15 — the Keuper and Rhaetian claystones of the Góry Świętokrzyskie Mountains, 16, 17 — the claystones of the Częstochowa Keuper and Rhaetian, 18, 19 — the clays of Rot near Suchedniów

b: 1, 2 — ice-dammed clays, 3–7 — Pliocene-clays, 8–13 — land Miocene clays, 14–17 — marine clays of Miocene

o zabarwieniu czerwonym, tworzące kilkudziesięciometrowy kompleks nawiercony niedawno w okolicy Ostrowca Świętokrzyskiego.

Omawiane iły charakteryzują się więc stosunkowo niewielkim udziałem tlenku glinu i znaczną zawartością topników, których suma wynosi 14,6%. W składzie mineralnym dominuje illit i detyrytyczny kwarc. Występuje też znaczna domieszka minerałów żelazistych i węglanowych.

Tabela 2
Skład chemiczny iłów retu z okolicy Ostrowca
Świętokrzyskiego

Składniki	Zawartość w % wag.
SiO ₂	58,72
Al ₂ O ₃	16,26
TiO ₂	0,90
Fe ₂ O ₃	5,59
FeO	0,14
CaO	2,82
MgO	2,34
K ₂ O	2,17
Na ₂ O	1,51
Strata prażenia	9,24
Razem	99,69

Analizę wykonano w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego.

KAJPER I RETYK

Powierzchniowe lub płytkie występowanie kajpru i retyku znane jest na znacznych obszarach Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej oraz południowej i północnej osłony Gór Świętokrzyskich. Miąższość tych osadów osiąga zazwyczaj kilkaset metrów. Składają się one przeważnie z różnobarwnych — wiśniowych, czerwonych i zielonawych, rzadziej szarych — iłowców i mułowców, zazwyczaj mniej lub bardziej wapnistych lub dolomitycznych. Wśród skał ilastych występują miejscami wkładki i przewarstwienia wapieni, dolomitów, anhydrytów i gipsów lub brekcji złożonych z okruchów skalnych o różnym składzie petrograficznym.

Są to iłowce zawierające zazwyczaj od 12 do 18% tlenku glinu i stosunkowo znaczne ilości topników, głównie związków żelaza i węglanów (tab. 3). Skały tej odmiany stanowią zdecydowaną większość w profilach omawianych pięter zarówno w obszarze częstochowskim, jak i świętokrzyskim.

Miejscami, jednak bardzo rzadko, w dolnych ogniwach retyku północnej osłony Gór Świętokrzyskich spotyka się iłowce o większej za-

Tabela 3

Skład chemiczny skał ilastych kajpru i retyku
(na podstawie 80 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	43,56—79,18	57,74
Al ₂ O ₃	9,09—23,60	15,49
Fe ₂ O ₃	1,89—15,21	6,11
CaO	0,68—12,97	5,71
MgO	śl. — 5,12	3,18
Strata prażenia	2,17—18,24	8,88

wartości tlenku glinu, zazwyczaj dochodzącej do dwudziestukilku procent, i niewielkiej ilości węglanów. Udział związków żelaza, choć zmienny, wynosi zwykle kilka procent.

Dla pełniejszej charakterystyki omawianych skał podano przykładowo dobrane rozszerzone analizy chemiczne podstawowych odmian ilowców pochodzących z obszaru świętokrzyskiego (tab. 4).

Tabela 4

Skład chemiczny ilowców kajpru i retyku z obszaru świętokrzyskiego

Składniki	Zawartość w % wag.		
	ilowce retyku		ilowce kajpru
	próbka 1	próbka 2	
SiO ₂	57,47	52,02	58,77
Al ₂ O ₃	14,72	23,60	18,07
TiO ₂	0,74	0,96	0,90
Fe ₂ O ₃	4,65	7,17	7,64
FeO	0,28	0,42	0,42
CaO	3,94	1,27	1,73
MgO	2,45	0,25	0,45
K ₂ O	1,25	0,39	1,45
Na ₂ O	1,08	1,83	1,59
Strata prażenia	13,16	11,96	8,77
Razem	99,74	99,87	99,79

Analizy wykonano w Głównym Laboratorium Instytutu Geologicznego.

W składzie mineralnym typowych dla kajpru i retyku skał ilastych (krzywe termicznej analizy różnicowej obrazuje fig. 1a, próbki 14—17) występuje illit i detrytyczny kwarc oraz jako domieszki minerały żelaziste i węglanowe. Natomiast w niektórych rzadko spotykanych odmianach ilowców retyku dominującym składnikiem jest kaolinit.

Skały ilaste kajpru i retyku eksploatowane są w kilku miejscach, głównie w obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej dla potrzeb przemysłu ceramiki budowlanej. Udział ich jednak w ogólnym wydobyciu surowców ceramiki budowlanej jest znikomy, gdyż nie przekracza 2,5%.

LIAS

Skały ilaste liasu zostały szerzej poznane zarówno w regionie Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, jak i północnej osłonie Gór Świętokrzyskich. Tworzą one zazwyczaj przewarstwienia lub kompleksy o różnej miąższości (od kilku do kilkunastu metrów) wśród osadów piaszczystych i piaszczysto-mułkowych.

W liasie świętokrzyskim, którego ogólną miąższość ocenia się na około 1000 m, większe skupienia skał ilastych występują zwykle w jego dolnych i górnych ogniach stratygraficznych. Udział skał ilastych w liasie tego obszaru wynosi średnio około 13%. Natomiast w liasie częstochowskim, którego miąższość na ogół nie przekracza 200 m, udział skał ilastych można ocenić na około 50% (np. w okolicy Zawiercia). Odosobnione płyty liasu o miąższości od kilku do kilkunastu metrów znane są też z okolic Krzeszowic koło Krakowa. Składają się one z osadów piaszczystych i ilastych.

Tabela 5

Skład chemiczny skał ilastych liasu

Składniki	Lias ogólnie (na podstawie 100 analiz)		Lias częstochowski (na podstawie 45 analiz)		Lias świętokrzyski (na podstawie 55 analiz)	
	zawartość w % wag.					
	od — do	średnio	od — do	średnio	od — do	średnio
SiO ₂	39,14—78,22	59,67	44,80—78,22	61,75	39,14—78,18	57,96
Al ₂ O ₃	11,07—33,89	23,03	13,94—33,89	22,85	11,07—31,27	23,18
TiO ₂	0,24— 2,09	1,10	0,24— 2,09	0,96	0,52— 1,83	1,16
Fe ₂ O ₃	0,23—14,00	3,61	0,60— 8,88	3,08	0,23—14,00	4,04
CaO	0,22— 2,90	0,78	0,22— 2,90	0,94	0,22— 2,13	0,66
MgO	0,05— 2,87	1,06	0,32— 2,06	0,93	0,05— 2,87	1,15
Strata prażenia	4,24—15,17	8,26	4,24—15,17	8,04	4,67—13,89	8,46

W składzie chemicznym ilów i ilowców liasu obu regionów (tab. 5) nie zachodzi większa różnica. Skały te zawierają stosunkowo znaczne ilości tlenu glinu i niewielkie ilości węglanów. Średnia zawartość tlenków żelaza jest nieco wyższa w skałach z obszaru świętokrzyskiego.

Wyniki rozszerzonych analiz chemicznych skał ilastych pospolicie występujących w liasie świętokrzyskim podano w tabeli 6.

Tabela 6

Skład chemiczny skał ilastych w liasie świętokrzyskim

Składniki	Zawartość w % wag. w próbkach z serii		
	zagajskiej	rudonośnej	ciechocińskiej
SiO ₂	61,75	59,04	54,43
Al ₂ O ₃	22,44	24,10	23,54
TiO ₂	1,24	1,42	1,10
Fe ₂ O ₃	0,88	1,16	3,37
FeO	1,81	1,86	2,27
CaO	0,22	0,29	0,41
MgO	0,73	1,25	2,87
K ₂ O	3,05	2,63	5,10
Na ₂ O	0,16	0,14	0,18
Strata prażenia	6,68	8,04	6,45
Razem	98,96	99,93	99,72

Analizy wykonano w Zakładzie Badań i Doświadczeń Przemysłu Ceramicznego.

Przytoczone przykłady wskazują na pewne zróżnicowanie składu chemicznego iłowców pochodzących z dolnych i górnych ogniw liasu. Te ostatnie zawierają z reguły więcej tlenku potasu. Podobne zróżnicowanie wykazują skały ilaste liasu częstochowskiego.

Skały ilaste z obu omawianych regionów mają też zbliżony skład mineralny. Zawierają one illit i kaolinit oraz pelit kwarcowy. Domieszki stanowią minerały żelaza, głównie syderyt. Illit, kaolinit i pelit kwarcowy występują w bardzo zmiennych proporcjach. Wskazuje na to przebieg krzywych termicznej analizy różnicowej dla wybranych próbek (fig. 1 a, próbki 6 — 13), jak też wyniki przeliczeń kilkudziesięciu analiz chemicznych na skład mineralny. W świetle tych wyników zawartość illitu w omawianych skałach waha się od około 10 do 65%, kaolinitu od około 10 do 50%, a pelitu kwarcowego od około 5 do 60%.

Należy jednak zaznaczyć, że powyższa charakterystyka odnosi się głównie do osadów ilastych pospolicie występujących w liasie. Osady te ze względu na specyficzne warunki występowania są tylko w niewielkim stopniu wykorzystywane przez przemysł. W kilku miejscowościach wydobywa się je dla potrzeb ceramiki budowlanej, a w paru innych są lub były eksploatowane dla potrzeb przemysłu ceramiki szlachetnej, który stosuje je głównie do produkcji wyrobów kamionkowych.

Opisane skały bądź nie są ogniotrwałe, bądź też ogniotrwałość ich jest niska i wynosi zazwyczaj 158 — 165 sP (1580 — 1650°C). Tylko miejscami, i to stosunkowo rzadko, ogniotrwałość skał ilastych liasu jest wyższa i osiąga nawet 177 sP (1770°C). W niektórych przypadkach łą tworzą złoża o znaczeniu przemysłowym, np. w okolicach Żarnowa, Przysuchej i Borkowic w obszarze świętokrzyskim oraz w okolicach Siewierza w obszarze częstochowskim. Skład chemiczny iłów o wysokiej ogniotrwałości nie został uwzględniony w wyżej podanej charakterystyce, gdyż ich występowanie jest — jak już wspomniano — rzadkie w sto-

sunku do typowych skał ilastych w liasie. Dla uzupełnienia więc wiadomości o skałach ilastych omawianego piętra podano średnią zawartość podstawowych składników chemicznych w ilach ogniotrwałych liasu świętokrzyskiego, obliczoną na podstawie blisko 700 analiz (w % wag.):

SiO ₂	52,09
Al ₂ O ₃	31,80
Fe ₂ O ₃	1,64
CaO + MgO	1,38
Strata prażenia	10,45

Liasowe ily ogniotrwałe charakteryzują się znacznym udziałem tlenku glinu, którego zawartość w odmianach o najwyższej ogniotrwałości dochodzi do około 39%, oraz bardzo niską zawartością topników. W składzie mineralnym omawianych iłów zdecydowanie dominuje kaolinit, którego ilość w badanych próbkach waha się od około 60 do 75%.

DOGGER

Badane dotychczas skały ilaste doggeru pochodzą głównie z Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Występują one w wezulu i batonie, gdzie tworzą tzw. serię rudonośną. Składa się ona z ciemnoszarych, zazwyczaj wapnistych iłów lub łupków ilastych oraz mułowców z wkładkami piaskowców. Wśród tych osadów występuje kilka poziomów ze sferosyderytami lub syderytami ilastymi. Miąższość omawianej serii waha się od kilkunastu do ponad 200 m.

W mniejszym stopniu zbadane były ciemnoszare iłolupki towarzyszące rudzie żelaza w okolicy Łęczycy oraz kilka pojedynczych próbek iłolupków pochodzących z południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich.

Ogólnie biorąc, omawiane skały charakteryzują się stosunkowo niewielkim udziałem tlenku glinu i znacznym topników (tab. 7). Zachodzi też wyraźna różnica między składem chemicznym osadów ilastych dog-

Tabela 7

Skład chemiczny skał ilastych doggeru

Składniki	Dogger częstochowski (na podstawie 52 analiz)		Dogger łęczycy (na podstawie 10 analiz)	
	zawartość w % wag.			
	od — do	średnio	od — do	średnio
SiO ₂	38,28—71,79	56,80	47,28—52,99	50,74
Al ₂ O ₃	6,52—25,60	15,12	21,30—27,26	23,78
Fe ₂ O ₃	3,19—19,43	7,50	2,45— 6,05	4,20
CaO	0,60—15,79	5,54	1,68— 4,34	2,85
MgO	0,72— 4,64	1,63	0,81— 2,44	1,63
Strata prażenia	5,41—18,85	11,10	11,20—13,39	11,75

geru częstochowskiego i łęczyckiego. Te ostatnie wykazują dużo większą zawartość tlenku glinu. Natomiast niższa zawartość Fe_2O_3 i CaO w łożupkach łęczyckich rekompensowana jest większą ilością tlenku potasu, co ilustrują podane, rozszerzone analizy chemiczne (tab. 8).

Tabela 8

Skład chemiczny łożupków doggeru

Składniki	Łożupek z obszaru częstochowskiego	Łożupek z Łęczycy
	zawartość w % wag.	
SiO_2	64,09	51,12
Al_2O_3	14,49	23,25
TiO_2	n.o.	0,91
Fe_2O_3	5,25	0,86
FeO	0,51	2,22
CaO	4,95	3,16
MgO	0,78	1,89
K_2O	0,78	3,20
Na_2O	0,44	0,52
Strata prażenia	8,86	11,13
Razem	100,15	98,26

Analizy wykonano w Laboratorium Zesławickich Zakładów Ceramiki Budowlanej oraz w Laboratorium Chemicznym w Krakowie.

W składzie mineralnym skał ilastych doggeru dominują minerały z grupy illitu i pelit kwarcowy. Domieszkę stanowią: kalcyt, dolomit, syderyt i limonit lub getyt, przy czym nieco uboższe w minerały węglanowe są łożupki z Łęczycy. Występują też łuszczyki i piryty, a w strefach wietrzeniowych gips do kilku nawet procent. Krzywe termicznej analizy różnicowej skał ilastych doggeru obrazuje figura 1a (próbki 4 i 5).

Skały ilaste doggeru wydobywane są głównie w okolicy Częstochowy, gdzie stanowią podstawę miejscowego przemysłu cegielnianego. Ich udział w ogólnym wydobyciu surowców ilastych dla ceramiki budowlanej nie przekracza jednak około 4,5%. W regionie częstochowskim wykorzystywane są one również dla potrzeb przemysłu materiałów wiążących jako tzw. surowiec niski do produkcji cementu. Natomiast łożupki z Łęczycy, wydobywane jako skała płonna przy eksploatacji rudy żelaza, wykorzystywane są częściowo jako surowiec uszlachetniający przez kilka większych zakładów ceramiki budowlanej w kraju.

KREDA

Skały ilaste występujące w kredzie są dość zróżnicowane. Najlepiej dotychczas poznane, ze względu na dużą wartość gospodarczą, są ły z obszaru niecki północnosudeckiej na Dolnym Śląsku. Występują one

głównie w rejonie Bolesławca w postaci soczewek i pokładów, zazwyczaj o miąższości 1 — 3 m, wśród mało zwięzłych piaskowców santonu. Są to ily mniej lub bardziej plastyczne, zwykle o zabarwieniu białym, rzadziej jasnoszarym, żółtawym i różowym. Inną odmianę skał ilastych kredy reprezentują wiśniowoczerwone i zielonawe łożupki z obszaru Karpat. Poznano je dotychczas najlepiej w okolicach Sanoka, gdzie tworzą kilkudziesięciometrowy kompleks wśród utworów fliszu karpackiego.

Zawartość podstawowych składników chemicznych w skałach ilastych kredy z Dolnego Śląska i Karpat obrazuje tabela 9.

Tabela 9

Skład chemiczny skał ilastych kredy

Składniki	Dolny Śląsk (na podstawie 48 analiz)		Karpaty (na podstawie 12 analiz)	
	zawartość w % wag.			
	od — do	średnio	od — do	średnio
SiO ₂	51,20—88,08	63,12	39,32—61,67	54,17
Al ₂ O ₃	7,75—39,92	24,65	16,09—24,16	20,11
TiO ₂	0,22— 1,65	0,67	0,57— 1,03	0,75
Fe ₂ O ₃	0,13— 4,73	1,31	4,54— 9,40	7,17
CaO	0,04— 1,90	0,65	0,25—10,86	2,42
MgO	0,07— 1,59	0,60	1,66— 3,01	2,28
Strata prażenia	2,60—11,88	7,89	4,93—11,24	7,15

Iły santonu z niecki północnosudeckiej charakteryzują się na ogół znaczną, choć bardzo zmienną zawartością tlenku glinu i niewielką ilością topników. W ich składzie mineralnym, jak to wykazały badania L. Stocha (1962), dominującym składnikiem jest kaolinit i detrytyczny kwarc. W zmiennych ilościach występuje również dickit, muskowit i illit. Niektóre odmiany, głównie o zabarwieniu żółtawym i różowym, zawierają domieszkę limonitu lub getytu. Charakterystyczne krzywe termicznej analizy różnicowej omawianych iłów przedstawia figura 1a (próbki 1 — 3).

Omawiane ily z okolic Bolesławca od dawna wykorzystywane są przez przemysł ceramiki szlachetnej, głównie jako podstawowy składnik mas ceramicznych do produkcji wyrobów fajansowych, porcelitowych i kamionkowych (np. ily wydobywane w kopalniach: Anna, Bolko, Janina oraz Maria I i Maria II). Wykorzystywane są też one przez przemysł materiałów ogniotrwałych (np. ily wydobywane w kopalni Czerwona Woda).

Łożupki z obszaru Karpat charakteryzują się stosunkowo znacznym udziałem tlenku glinu (do 24%), jak również znaczną, choć zmienną zawartością topników. W ich składzie mineralnym, o czym orientują wy-

niki A. Langier-Kuźniarowej (1961)¹, występują głównie minerały z grupy illitu i pelit kwarcowy. Jako domieszka występują dość licznie minerały żelaza, głównie w postaci hematytu i pirytu. Zaobserwowane zdolności do pęcznienia omawianych ilów wskazywać mogą również na obecność montmorylonitu.

Iły z okolic Sanoka wydobywane są dla potrzeb wiertnictwa i używane są do sporządzania płuczek wiertniczych. Stanowią też one dobry surowiec dla ceramiki budowlanej (E. Klimczak, 1964).

Tabela 10

Skład chemiczny ilów neokomu z Wąwału
koło Tomaszowa Mazowieckiego

Składniki	Zawartość w % wag.
SiO ₂	53,46
Al ₂ O ₃	10,74
Fe ₂ O ₃	5,36
CaO	9,90
MgO	1,62
K ₂ O + Na ₂ O	2,71
Strata prażenia	15,21
Razem	99,00

Analizę wykonano w Instytucie Przemysłu Wiązających Materia-
łów Budowlanych w Groszowicach.

Jeszcze inną odmianę skał ilastych kredy reprezentują ciemnoszare iły neokomu, wydobywane dla potrzeb ceramiki budowlanej w Wąwale koło Tomaszowa Mazowieckiego. Iły neokomu charakteryzują się bardzo niskim udziałem tlenku glinu i znaczną zawartością topników, a szczególnie związków wapnia (tab. 10).

SKAŁY ILASTE KENOZOIKU

KAOLINY

Interesującą odmianę skał ilastych stanowią kaoliny. Powstały one w wyniku wietrzenia skał magmowych i metamorficznych, głównie granitów i gnejsów. Najczęściej wchodzi one w skład pokryw wietrzeniowych (regolitów) wymienionych skał krystalicznych, rzadziej natomiast w czystej swej odmianie tworzą złoża wtórne, osadowe. W Polsce kaoliny znane są tylko z Dolnego Śląska, gdzie występują w obrębie masywów granitowych Strzegom—Sobótka i Strzelin—Otmuchów oraz w kil-

¹ Badane iłolupki A. Langier-Kuźniarowa zaliczyła do eocenu.

ku punktach u podnóża Gór Izerskich i Gór Sowich. Miąższość omawianych skał jest zmienna i waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów.

Wiek dolnośląskich kaolinów nie został dotychczas ściśle określony. Powstawały one zapewne w starszym trzeciorzędzie, na co wskazuje obecność dobrze rozwiniętych pokryw wietrzeniowych granitu pod przykryciem znacznej grubości osadów formacji węgla brunatnego miocenu, np. w okolicy Świdnicy i Strzegomia.

Tabela 11

Skład chemiczny kaolinów z Dolnego Śląska
(na podstawie 24 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	50,20—77,32	64,24
Al ₂ O ₃	14,98—36,30	24,67
TiO ₂	0,00— 0,80	0,24
Fe ₂ O ₃	0,41— 1,59	1,00
CaO	0,13— 1,28	0,48
MgO	śl. — 0,50	0,29
Strata prażenia	3,95—12,20	7,87

Skład chemiczny kaolinów obrazuje tabela 11, opracowana na podstawie 24 dostępnych analiz. Skały te charakteryzują się zmiennym, choć znacznym udziałem tlenku glinu i krzemionki oraz niewielką zawartością żelaza i węglanów. Wiadomości o składzie chemicznym kaolinów pogłębiają rozszerzone analizy chemiczne (tab. 12).

Tabela 12

Skład chemiczny kaolinów z Dolnego Śląska
(analizy rozszerzone)

Składniki	Krzyżowa	Wyszono- wice	Gębczyce	Roztoka	
	zawartość w % wag.				
SiO ₂	60,82	51,06	69,27	68,17	67,08
Al ₂ O ₃	26,54	34,05	21,11	21,56	22,35
TiO ₂	0,54	0,10	0,09	0,53	0,61
Fe ₂ O ₃	1,48	1,23	0,78	1,28	0,31
FeO	—	—	—	0,28	0,28
CaO	0,13	0,29	0,56	1,28	0,31
MgO	0,11	0,46	0,15	śl.	śl.
K ₂ O	0,11	1,14	2,69	0,03	3,62
Na ₂ O	0,15	0,61	0,60	śl.	0,22
H ₂ O +	10,07	11,26	5,29	7,32	4,48
Razem	99,55	100,20	100,54	100,05	100,23

Analizy zaczerpnięto z opracowań S. Kurała (1960) i M. Budkiewicza (1964).

Z przytoczonych przykładowo dobranych analiz chemicznych wynika, że kaoliny charakteryzują się również zmiennym, w niektórych odmianach stosunkowo znacznym udziałem alkaliów, głównie tlenu potasu.

W składzie mineralnym omawianych skał dominuje kaolinit i kwarc, natomiast w postaci domieszki występują zwykle skalenie i łyszczyki, a nierzadko również minerały z grupy illitu.

Kaoliny krajowe, mimo że ich ogólne zasoby ocenia się na ponad 100 mln t, wykorzystywane są na bardzo małą skalę. Eksploatowane jest obecnie tylko złożo w Żarowie koło Świdnicy. Surowiec ten używany jest przez przemysł materiałów ogniotrwałych do produkcji wyrobów szamotowych.

OLIGOCEN

W północno-zachodniej Polsce, w okolicy Szczecina, występuje kilkudziesięciometrowa seria iłó oligoceńskich, znanych też pod nazwą iłó septariowych. Są one pochodzenia morskiego. Zabarwienie omawianych iłó jest zwykle ciemnoszare lub szarozielonawe, miejscami występują odmiany szarobeżowe lub brunatne.

Tabela 13

Skład chemiczny iłó septariowych z okolic Szczecina
(na podstawie 10 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	50,33—55,00	52,81
Al ₂ O ₃	14,10—18,23	15,53
TiO ₂	0,83— 1,00	0,86
Fe ₂ O ₃	4,47—10,30	6,73
CaO	2,49— 6,85	4,62
MgO	1,90— 3,73	2,77
Strata prażenia	9,30—14,03	12,12

Iły septariowe z okolic Szczecina (tab. 13) charakteryzują się niewielkim udziałem tlenu glinu oraz znaczną stosunkowo zawartością związków żelaza i węglanów. Dla uzupełnienia danych przedstawionych w tabeli 13 można dodać, że omawiane ily zawierają K₂O w ilości około 2 — 2,5% oraz SO₃ powyżej 1%.

Badania W. Szewczyk (1964) wykazały, że ily septariowe składają się z illitu, montmorylonitu i detrytycznego kwarcu. Zawierają również piryt, limonit, getyt, kalcyt, glaukonit i gips.

Omawiane skały ilaste oligocenu eksploatowane są w kilku punktach, zarówno w samym Szczecinie, jak i jego okolicy, dla potrzeb ceramiki budowlanej. Istnieje projekt wykorzystania ich, dzięki zdolnościom pęcznienia w czasie wypału, do produkcji kruszyw ceramicznych (keramzytu).

MIOCEN MORSKI

Mioceńskie skały ilaste pochodzenia morskiego występują przede wszystkim w obszarze zapadliska przedkarpackiego, gdzie osiągają znaczne miąższości, dochodzące miejscami do 2000 — 3000 m. Znane są one pod nazwą ilów krakowieckich, które stratygraficznie wiążą się z sarmatem. Nieco starsze, tortońskie, są ily grabowieckie i chodenickie, odsłaniające się miejscami wzdłuż brzegu Karpat. Iły tortońskie pochodzenia morskiego znane są też z Zagłębia Górnośląskiego. Zbliżone do nich wykształceniem litologicznym i składem chemicznym ily znane są również z okolicy Opola.

Wymienione ily są związane, zazwyczaj mniej lub bardziej łupkowate, o zabarwieniu szarym, ciemnoszarym lub szarozielonawym i wykazują znaczną zawartość frakcji mułkowej (zwykle od 20 do 60%).

Mioceńskie skały ilaste pochodzenia morskiego z zapadliska przedkarpackiego oraz okolic Krakowa i Opola (tab. 14) charakteryzują się

Tabela 14

Skład chemiczny skał ilastych miocenu morskiego
(na podstawie 155 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	47,28—79,79	55,95
Al ₂ O ₃	8,31—20,46	15,01
Fe ₂ O ₃	0,60—13,53	5,00
CaO	1,10—16,18	7,68
MgO	śl. — 7,65	2,12
Strata prażenia	3,44—19,20	10,76

stosunkowo niewielkim, choć bardzo zmiennym udziałem tlenku glinu oraz znaczną zawartością topników, głównie tlenków żelaza i wapnia. Bardzo zmienny jest również udział krzemionki, co tłumaczy się nierównomierną zawartością frakcji mułkowej. Zmienna jest też zawartość alkaliów (zazwyczaj od 0,5 do 4,5%), co ilustruje kilka przykładowo dobranych rozszerzonych analiz chemicznych (tab. 15).

W składzie mineralnym omawianych ilów dominują minerały z grupy illitu oraz detrytyczny kwarc. Ponadto występuje montmorylonit, minerały węglanowe, głównie kalcyt, substancja organiczna, piryt i uwodnione tlenki żelaza oraz łyszczyki. Miejscami, jednak bardzo rzadko (np. w niektórych odmianach ilów z okolic Chmielnika), zwiększa się udział montmorylonitu, którego zawartość może osiągać 50 i więcej procent (J. Głogoczowski, 1958). Krzywe termiczne kilku wybranych próbek ilów miocenu morskiego przedstawiono na figurze 1b (próbki 14—17).

Skały ilaste miocenu morskiego eksploatowane są w około 50 miejscowościach dla potrzeb przemysłu cegielnianego. Ich udział w ogólnym wydobyciu surowców ilastych dla ceramiki budowlanej stanowi około

Tabela 15

Skład chemiczny skał ilastych miocenu morskiego
(analizy rozszerzone)

Składniki	Zesławice	Skopanie	Chmielów	Chmielnik
	Zawartość w % wag.			
SiO ₂	70,08	54,52	55,13	48,22
Al ₂ O ₃	14,12	19,35	18,66	14,47
Fe ₂ O ₃	5,45	1,91	2,13	8,58
CaO	1,25	7,43	6,84	9,37
MgO	1,64	2,96	2,70	1,98
K ₂ O + Na ₂ O	0,48	1,43	2,85	4,48
Strata prażenia	6,84	11,04	10,73	11,66
Razem	99,86	98,64	99,04	98,76

Analizy wykonano w Instytucie Przemysłu Wiążących Materiałów Budowlanych w Grozowicach oraz w Instytucie Naftowym w Krakowie (próbka z Chmielnika).

80%. Ponadto w okolicy Chmielnika (w województwie kieleckim) niektóre odmiany omawianych iłów, głównie zawierające większe ilości montmorillonitu, wydobywane są dla potrzeb wiertnictwa i przemysłu odlewniczego.

MIOCEN ŚRODLĄDOWY

Osady miocenu śródlądowego na znacznych obszarach Polski wykształcone są zazwyczaj jako piaski i mułki z pokładami węgla brunatnego. Natomiast w kierunku Sudetów wzrasta wśród nich udział skał ilastych. W niektórych rejonach Dolnego Śląska (np. w okolicy Strzegomia, Świdnicy, Turoszowa) skały ilaste osiągają nawet znaczną przewagę w profilu miocenu, liczącego od kilkudziesięciu do kilkuset metrów miąższości.

Omawiane skały ilaste, na które składają się zwykle szare i ciemnoszare, miejscami brunatne ily, wykazują duże zróżnicowanie chemiczne (tab. 16). Pospolicie występujące ily w miocenie południowo-zachodniej Polski (np. w okolicy Zar, Lubania Śląskiego, Świdnicy, Strzelina, Ostrzeszowa) charakteryzują się znacznie zmienną zawartością krzemionki, tlenku glinu i tlenków żelaza, jak też nieznacznym udziałem węglanów. Od tych pospolitych w miocenie śródlądowym iłów różnią się natomiast ily z okolic Strzegomia i Turoszowa które wprawdzie też wykazują wyraźne wahania zawartości podstawowych składników, jednak przeciętnie zawierają znacznie więcej tlenku glinu, a mniej krzemionki i tlenków żelaza.

W uzupełnieniu danych zawartych w tabeli 16 podano kilka rozszerzonych analiz chemicznych wybranych odmian iłów pospolicie występujących w miocenie śródlądowym środkowej Polski oraz iłów z okolic Turoszowa i Strzegomia (tab. 17).

Tabela 16

Skład chemiczny ilów miocenu śródlądowego

Składniki	Iły pospolite z wybranych rejonów (na podstawie 102 analiz)		Iły z obszaru Turoszowa (na podstawie 61 analiz)		Iły z obszaru Strzegomia (na podstawie 69 analiz)	
	zawartość w % wag.					
	od — do	średnio	od — do	średnio	od — do	średnio
SiO ₂	40,97—82,16	64,48	42,60—60,42	51,25	37,47—71,26	51,99
Al ₂ O ₃	6,99—30,87	19,78	23,69—34,16	29,84	11,20—36,66	29,91
TiO ₂	0,50—1,41	0,92	0,74—4,40	1,16	0,20—2,80	0,78
Fe ₂ O ₃	0,09—11,86	4,05	1,44—11,04	2,72	1,00—7,88	2,41
CaO	0,27—2,55	1,09	0,22—2,17	0,84	0,37—2,43	1,21
MgO	śl. — 2,60	1,05	śl. — 0,64	0,30	0,09—1,76	0,45
Strata prażenia	2,13—19,92	7,75	9,21—16,19	11,52	5,40—34,12	11,98

Tabela 17

Skład chemiczny ilów miocenu śródlądowego
(analizy rozszerzone)

Składniki	Lubań Śl.	Świdnica	Strzelin	Ostrzeszów	Turoszów		Strzegom	
					próbka 1	próbka 2	próbka 1	próbka 2
					zawartość w % wag.			
SiO ₂	60,65	55,51	60,12	56,79	48,90	51,34	62,80	48,10
Al ₂ O ₃	21,15	23,57	17,33	18,41	30,76	31,09	25,00	34,35
TiO ₂	1,48	0,76	0,76	0,75	1,34	—	—	—
Fe ₂ O ₃	3,32	3,44	4,65	4,05	2,30	1,76	1,60	3,15
FeO	—	0,14	0,86	0,86	—	n.o.	n.o.	n.o.
CaO	0,60	0,56	1,08	0,52	0,37	0,33	0,80	0,45
MgO	0,54	0,49	0,88	0,64	0,38	0,48	0,65	0,50
K ₂ O	3,56	2,90	2,88	3,22	1,70	3,02	3,10	1,70
Na ₂ O	0,12	0,10	0,10	0,12	0,16	0,22	0,20	0,59
Strata prażenia	8,21	11,89	9,96	14,05	13,17	11,42	5,55	11,15
Razem	99,63	99,36	98,60	99,41	99,08	99,66	99,70	99,99

Analizy wykonano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Warszawie oraz w Instytucie Materiałów Ogniotrwałych w Gliwicach (Turoszów, próbka 2; Strzegom, próbka 1 i 2).

W składzie mineralnym omawianych ilów udział biorą: kaolinit, illit i detrytyczny kwarc. Minerale te występują w zmiennych proporcjach. W ilach ze Strzegomia i Turoszowa na ogół wyraźnie dominuje kaolinit, natomiast w ilach z pozostałych obszarów występowania miocenu zazna-

cza się poważniejszy udział illitu i detrytycznego kwarcu (fig. 1b, próbki 8 — 13). Jako domieszka we wszystkich iłach miocenu śródlądowego występuje substancja organiczna (głównie zwęglony detryt roślin), minerały żelaza w postaci getytu lub limonitu, rzadziej syderytu, oraz łyszczyki.

Iły miocenu śródlądowego eksploatowane są w kilkunastu miejscowościach, głównie w województwie wrocławskim i zielonogórskim, dla potrzeb ceramiki budowlanej. W kilku miejscach wydobywane są też jako surowiec kamionkowy. Iły z okolic Strzegomia, wykazujące na ogół wysoką, choć zmienną ogniotrwałość, eksploatowane są w dużych ilościach dla przemysłu materiałów ogniotrwałych. Stąd właśnie pochodzi około 80% wydobywanych w kraju iłów ogniotrwałych. Natomiast iły z obszaru Turossowa, w większości również ogniotrwałe, nie cieszyły się dotychczas większym zainteresowaniem ze strony przemysłu. Ostatnio jednak nabierają znaczenia jako surowiec do rozwijającej się w Polsce produkcji tlenku glinu.

PLIOCEN

Osady pliocenu występują w centralnej i zachodniej Polsce, sięgając miąższość rzędu od kilkudziesięciu do około 100 m. Składają się one głównie z iłów wykazujących jednak częste przejścia do osadów mułowcowych i piaszczysto-mułowcowych. Iły plioceńskie, znane też pod nazwą iłów poznańskich, charakteryzują się zmiennym — szarym, sza-

Tabela 18
Skład chemiczny skał ilastych pliocenu
(na podstawie 182 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	48,34—78,94	64,59
Al ₂ O ₃	8,96—24,69	17,69
TiO ₂	0,38— 1,40	0,91
Fe ₂ O ₃	1,60—14,77	5,82
CaO	0,26— 5,64	1,51
MgO	0,08— 3,04	1,10
Strata prażenia	2,79—16,45	7,31

rozielonawym i żółtawym, miejscami pstrym zabarwieniem. Powstały one, jak się powszechnie przypuszcza, w rozległym zbiorniku śródlądowym.

Skład chemiczny omawianych iłów obrazuje tabela 18. Z danych zawartych w tej tabeli wynika, że są to skały o niewielkim udziale tlenku glinu, zawierające stosunkowo znaczne ilości tlenków żelaza oraz niewiele tlenków wapnia i magnezu. Wiadomości o składzie chemicznym iłów pliocenu uzupełniają rozszerzone analizy chemiczne (tab. 19).

O składzie mineralnym ilów plicencu orientują krzywe termicznej analizy różnicowej kilku wybranych próbek, przedstawione na figurze 1b (próbki 3 — 7). Z przebiegu krzywych wynika, że badane ily zawierają głównie minerały z grupy illitu oraz pelit kwarcowy. Domieszkę tworzą minerały żelaza (hematyt, getyt, limonit, rzadziej piryt), montmorillonit, a być może i kaolinit. Obecne są też minerały węglanowe, występujące jednak głównie w postaci wtórnych konkrekcji.

Tabela 19

Skład chemiczny skał ilastych plicencu
(analizy rozszerzone)

Składniki	Kraniec koło Wrocławia	Olszyna koło Ostrzeszowa	Rogaczewo koło Poznania	Przysieka Stara
	zawartość w % wag.			
SiO ₂	56,84	54,59	57,75	57,05
Al ₂ O ₃	18,06	18,97	17,56	16,46
TiO ₂	0,74	0,56	0,73	0,74
Fe ₂ O ₃	9,14	7,25	4,17	5,77
FeO	—	0,15	1,85	0,22
CaO	0,52	0,54	0,66	1,11
MgO	0,23	0,50	1,21	2,39
K ₂ O	2,31	2,84	3,12	2,31
Na ₂ O	0,38	0,14	0,14	0,43
Strata prażenia	11,50	13,98	12,30	13,03
Razem	99,72	99,52	99,49	99,51

Analizy ilów z Krańca, Olszyny i Rogaczewa wykonano w Laboratorium Przedsiębiorstwa Geologicznego w Warszawie, analiza ilów z Przysieki Starej według H. Ropskiej (1966).

Iły plicencu wydobywane są w ponad 100 miejscowościach dla potrzeb przemysłu cegielnianego. Udział omawianych skał w ogólnym wydobyciu surowców ilastych ceramiki budowlanej wynosi ponad 16%. Koło Mszczonowa ily plicencu wydobywane są również jako surowiec do produkcji keramzytu.

CZWARTORZĘD

Skały ilaste czwartorzędu (ily i gliny aluwialne, lessy, ily i mułki zastoiskowe, gliny zwałowe) są znacznie zróżnicowane pod względem litologicznym i chemicznym. Zmienność i średnią zawartość podstawowych składników chemicznych przedstawiono na przykładzie osadów zastoiskowych.

Występowanie osadów zastoiskowych wiąże się z okresami lodowcowymi plejstocenu i znane jest z różnych obszarów Polski, a szczególnie z okolic Warszawy, Poznania, Koszalina, Gdańska, Olsztyna i Białegostoku.

Skład chemiczny omawianych osadów obrazuje tabela 20. Dane zawarte w tej tabeli wskazują na znaczną rozpiętość zawartości poszczególnych składników. Na szczególną uwagę zasługuje przy tym zmienny udział CaO. Osady zastoiskowe, na ogół bogate w węglany, zawierają jednak, podobnie jak większość skał ilastych czwartorzędu, strefy wtórnie zubożone oraz partie wtórnie wzbogacone w węglan wapnia (R. Wyrwicki, 1960).

Tabela 20

Skład chemiczny zastoiskowych skał ilastych czwartorzędu
(na podstawie 121 analiz)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	od — do	średnio
SiO ₂	41,05—73,10	54,48
Al ₂ O ₃	8,07—21,48	14,69
Fe ₂ O ₃	1,82— 9,74	5,34
CaO	0,38—20,07	8,40
MgO	śl. — 4,30	2,50
Strata prażenia	5,03—19,07	11,00

Ogólnie biorąc, osady zastoiskowe charakteryzują się stosunkowo niewielkim udziałem tlenu glinu oraz znaczną zawartością topników.

W składzie mineralnym omawianych skał, jak wykazały badania Z. Tokarskiego i innych autorów (1964), E. Myślińskiej (1965) i H. Ropskiej (1966), występują głównie minerały z grupy illitu oraz detrytyczny kwarc. Stwierdzono też obecność kaolinitu, montmorylonitu, kalcytu, dolomitu, chlorytu, muskowitu, substancji organicznej oraz minerałów żelaza, głównie w postaci wodorotlenków, rzadziej siarczków. Krzywe termiczne niektórych ilów zastoiskowych podano na figurze 1b próbki 1 i 2).

Osady zastoiskowe są powszechnie wykorzystywane dla potrzeb przemysłu cegielnianego. Ich udział w ogólnym wydobyciu surowców ilastych ceramiki budowlanej jest znaczny, gdyż wynosi około 26%.

WNIOSKI

Podana charakterystyka chemiczna wskazuje na znaczne zróżnicowanie skał ilastych Polski pochodzących z opisanych formacji geologicznych (tab. 21).

Większość tych skał charakteryzuje się niewielkim (około 15%) udziałem tlenu glinu. Skały ilaste zawierające powyżej 20% Al₂O₃ występują w recie północnego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich, liasie, doggerze z okolic Łęczycy, w kredzie, dolnym trzeciorzędzie (kaoliny) i w miocenie śródlądowym.

Tabela 21

Sredni skład skał ilastych mezozoiku i kenozoiku Polski
(na podstawie 1049 analiz)

Składniki		Średnia zawartość w % wag.							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	strata prażenia	
Kenozoik	czwartorzęd (iły zastoiskowe)	54,48	14,69	n.o.	5,34	8,40	2,50	11,00	
	pliocen	64,59	17,69	0,91	5,82	1,51	1,10	7,31	
	miocen śródlądowy	Strzegom	51,99	29,91	0,78	2,41	1,21	0,45	11,98
		Turoszów	51,25	29,84	1,16	2,72	0,84	0,30	11,52
		pozostały	64,48	19,78	0,92	4,05	1,09	1,05	7,75
	miocen morski	55,95	15,01	n.o.	5,00	7,68	2,12	10,76	
	oligocen	53,90	16,48	n.o.	6,98	4,10	2,46	10,98	
kaoliny	64,24	24,67	0,24	1,00	0,48	0,29	7,87		
Mezozoik	kreda	Karpaty	54,17	20,11	0,75	7,17	2,42	2,28	7,15
		Dolny Śląsk	63,12	24,65	0,67	1,31	0,65	0,60	7,89
	jura	dogger łączycycki	50,74	23,78	n.o.	4,20	2,85	1,63	11,75
		dogger częstochowski	56,80	15,12	n.o.	7,50	5,54	1,63	11,10
		lias	59,67	23,03	1,10	3,61	0,78	1,06	8,26
	trias	retyk i kajper	57,74	15,49	n.o.	6,11	5,71	3,18	8,88
		ret okolicie Suchedniowa	63,65	22,51	1,07	3,01	0,75	0,93	6,06

Przeważające masy skał ilastych (kajper, dogger, kreda Karpat i Niżu Polskiego, oligocen, miocen morski, pliocen, czwartorzęd, a częściowo i ret) są typu żelazistego, zawierają średnio od około 5 do 8% Fe₂O₃. Najuboższe w ten składnik są natomiast iły kredowe z okolic Bolesławca, kaoliny oraz iły miocenijskie z okolic Turoszowa i Strzegomia (Fe₂O₃ przeciętnie od około 1 do 3%).

Znaczna większość omawianych skał ilastych zawiera również stosunkowo dużo węglanów, przeciętnie od około 5 do 11% (kajper, dogger, kreda Karpat i Niżu, oligocen, miocen morski, czwartorzęd). Najmniejszą natomiast zawartością CaO i MgO charakteryzują się osady ilaste liasu, kredy dolnośląskiej, iły miocenu śródlądowego, niektóre ilowce retu świętokrzyskiego oraz kaoliny.

Wśród omawianych skał ilastych ze względu na średnią zawartość podstawowych topników (Fe₂O₃ + CaO + MgO) można wyróżnić następujące grupy:

1. Zawartość topników do 5⁰/₀: ility kredy dolnośląskiej, kaoliny, ility miocenu śródlądowego okolic Turosszowa i Strzegomia.
2. Zawartość topników 5 — 10⁰/₀: iłowce liasu, pozostałe ility miocenu śródlądowego, ility pliocenu.
3. Zawartość topników 10 — 15⁰/₀: iłolupki doggeru częstochowskiego, iłowce kajpru i retyku, ility kredy Karpat i Nizu, ility oligocenu.
4. Zawartość topników powyżej 15⁰/₀: ility miocenu morskiego, osady zastoiskowe czwartorzędu.

Przy rozpatrywaniu skał ilastych pod kątem surowcowym ważny jest też między innymi wskaźnik obrazujący stosunek zawartości tlenu glinu do sumy topników. Z przedstawionych danych średnich wynika, że wskaźnik ten jest najwyższy dla kaolinów, gdyż wynosi 14, dla iłów kredy dolnośląskiej dochodzi do 10, dla iłów z Turosszowa i Strzegomia jest nieco wyższy od 7, dla skał ilastych liasu i miocenu śródlądowego oraz niektórych iłów retu zamyka się w granicach od 3 do 5, dla skał ilastych kajpru i retyku, doggeru, kredy karpackiej, oligocenu oraz miocenu morskiego jest nieco wyższy od 1, natomiast dla osadów zastoiskowych czwartorzędu jest niższy od 1.

Podana charakterystyka chemiczna i warunków występowania skał ilastych orientuje w możliwościach uzyskania odpowiednich surowców ilastych dla poszczególnych gałęzi przemysłu, a także daje perspektywy ich poszukiwań. Rozmiary i charakter niniejszego opracowania pozwoliły zwrócić uwagę tylko na niektóre zagadnienia, głównie związane z najbardziej aktualnym ostatnio problemem surowców ilastych do produkcji tlenu glinu oraz surowców biało wypalających się dla przemysłu ceramicznego.

Możliwości uzyskania odmian iłów o znacznej zawartości tlenu glinu (Al_2O_3 powyżej 20⁰/₀) w dużej ilości i przy względnie łatwych warunkach eksploatacji ograniczają się w praktyce do dwóch rejonów: Turosszowa i Strzegomia. Pewne możliwości pod tym względem wykazują też skały kaolinowe, z tym jednak, że eksploatacja ich będzie znacznie trudniejsza, gdyż w większych ilościach występują one zazwyczaj pod grubym, niekiedy kilkudziesięciometrowym nakładem osadów młodszych.

Natomiast perspektywy poszukiwań tego typu skał ilastych wykazują głównie osady miocenu śródlądowego południowo-zachodniej Polski, nie wszędzie jeszcze w tym obszarze dokładnie poznane, lecz zawierające miejscami (tab. 16, wartości skrajne) znaczną ilość tlenu glinu. Znacznie mniejsze perspektywy wykazują pod tym względem osady liasu, z pominięciem jego górnych ogniów stratygraficznych. Możliwości znalezienia w liasie skał ilastych o zawartości tlenu glinu wyższej od 20⁰/₀ i korzystnym wskaźniku Al_2O_3 do pozostałych składników istnieją zarówno w obszarze świętokrzyskim, jak i częstochowskim. Należy się jednak liczyć ze znaczną zmiennością litologiczną tych skał, charakterystyczną zresztą dla wszystkich osadów tego wieku. Spowoduje to konieczność selektywnej, a więc kosztownej eksploatacji.

W utworach kredy dolnośląskiej oraz retu świętokrzyskiego udział skał ilastych jest stosunkowo niewielki, tworzą one z reguły cienkie, głęboko usytuowane pokłady. Znaczny udział tlenu glinu i bardzo korzystny wskaźnik Al_2O_3 do topników pozwala je uznać za jedyne źródło,

oprócz kaolinów, uzyskania surowców biało wypalających się. Wprawdzie warunki występowania wspomnianych skał ilastych są niezbyt korzystne, odpowiadają one jednak kryteriom warunków eksploatacji stawianym surowcom ilastym przemysłu ceramiki szlachetnej.

Z powyższych rozważań wyływa następujący zasadniczy wniosek: ograniczone możliwości znalezienia surowców o korzystnym wskaźniku glinowym stwarzają przed technologami konieczność podjęcia intensywniejszych badań nad wzbogacaniem i możliwością wykorzystania powszechniej występujących skał ilastych o niezbyt wielkiej zawartości tlenku glinu (15 — 20%). Stworzyłyby to nieograniczone perspektywy zasobowe surowców ilastych nie tylko dla przemysłu ceramicznego, lecz także dla produkcji tlenku glinu.

L I T E R A T U R A

- BUDKIEWICZ M., 1964 — Złoża kaolinu w Polsce. *Prz. geol.* nr 5.
- GŁOGOCZOWSKI J., 1958 — Niektóre własności bentonitów i ilów bentonitowych z Chmielnika. *Roczn. Pol. Tow. Geol.* t. 27, z. 1—4. Kraków.
- KAMIENSKI M., ENGEL F., 1938—1939 — O własnościach glin ogniotrwałych z okolicy Krzeszowic. *Prz. ceram.* Warszawa.
- KLIMCZAK E., 1962—1964 — Ceglarskie surowce ilaste Polski. *Ceram. budowl.* nr 6 (1962), nr 5, 6 (1963), nr 5 (1964). Poznań.
- KLIMCZAK E., 1964 — Pstre ikołupki z Międzybrodzia jako surowiec ceramiki budowlanej. *Prz. geol.* nr 6. Warszawa.
- KOSTECKI J., 1961 — Gliny ceramiczne i ogniotrwałe w Polsce. *Biul. Inst. Geol.* nr 164. Warszawa.
- KOZYDRA Z., 1965 — Osady ilaste liasu świętokrzyskiego. *Kwart. geol.* t. 9, nr 4. Warszawa.
- KURAL S., 1960 — Uwagi o występowaniu kaolinów w okolicy Roztoki. *Prz. geol.* nr 4. Warszawa.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A., 1961 — Wpływ stabilizatorów na substancję ilastą w analizie granulometrycznej. *Kwart. geol.* t. 5, nr 1. Warszawa.
- JUSKOWIAKOWA M., JUSKOWIAK O., RYKA W., SZNAJDER I., 1961 — Katalog analiz chemicznych skał i minerałów Polski. Cz. 2. *Pr. Inst. Geol.* t. 26. Warszawa.
- MYŚLIŃSKA E., 1965 — Wpływ warunków sedymentacji i diagenetyzacji ilów warwowych zlodowacenia środkowopolskiego na obszarze Mazowsza na ich własności inżyniersko-techniczne. *Biul. geol. Uniw. Warsz.* t. 7. Warszawa.
- ROPSKA H., 1966 — Skład mineralny typowych krajowych glin ceglarskich a ich własności w stanie niewypalonym. *Ceramika Pr. Kom. Nauk. Tech. PAN Oddz. w Krakowie* nr 6. Warszawa.
- RYKA J., RYKA W., 1966 — Katalog analiz chemicznych skał i minerałów Polski. Cz. 3. *Pr. Inst. Geol.* t. 45. Warszawa.
- STOCH L., 1962 — Mineralogia glin kaolinitowych okolic Bolesławca (Dolny Śląsk). *Pr. geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* nr 7. Warszawa.
- STOCH L., 1963 — Z badań kaolinitowych glin ceramicznych. *Pr. geol. Kom. Nauk. Geol. PAN Oddz. w Krakowie* nr 17. Warszawa.
- SZEWCZYK W., 1964 — Charakterystyka petrograficzna skał ilastych okolic Szczecina. *Kwart. geol.* t. 8, nr 3. Warszawa.
- TOKARSKI Z., 1948 — Wyniki badania kaolinów i glin. *Biul. Przem. Mater. Ogniotrw.* nr 3. Gliwice.
- TOKARSKI Z., KAŁWA M., PRZYBYŁEK A., ROPSKA H., WOLFKE S., 1964 — Surowce ceramiki budowlanej. *Ceramika Pr. Kom. Nauk. Tech. Oddz. w Krakowie* nr 1. Warszawa.
- WYRWICKI R., 1960 — Wtórna koncentracja węglanu wapniowego w utworach ilastych. *Kwart. geol.* t. 4, nr 4. Warszawa.

Збигнев КОЗЫДРА, Ришард ВЫРВИЦКИ

ОБЩАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕЗОЗОЙСКИХ И КАЙНОЗОЙСКИХ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД ПОЛЬШИ

(с 1 фиг.)

РЕЗЮМЕ

В статье предпринимается попытка определения количества основных химических компонентов в глинистых породах мезозоя и кайнозоя Польши. Представленные в виде таблиц результаты получены путем изучения данных более 1000 анализов, содержащихся в опубликованных работах и в фондовых материалах, а также анализов, выполненных в связи с исследованиями, проводимыми самими авторами. Необходимо иметь в виду, что в такого типа работе могут проявляться некоторые недостатки, однако, как кажется, такое количество соответственно избранных анализов может дать общее представление о химическом составе глинистых пород в рассматриваемых геологических формациях. Характеристика содержания основных химических компонентов в важнейших глинистых породах дополнена приведенными для примера расширенными химическими анализами.

В статье рассматриваются следующие глинистые породы: рэтские северного обрамления Свентокшских гор (табл. 1, 2), кейперовые и ретские (табл. 3, 4), леиасовые Краковско-Ченстоховской возвышенности и обрамления Свентокшских гор (табл. 5, 6), доггерские Ченстоховского района и окрестностей г. Лэнчица (табл. 7, 8), меловые Нижней Силезии и Карпат (табл. 9), каолины (табл. 11, 12), олигоценовые породы окрестностей г. Щецина (табл. 13), континентальные породы миоцена юго-западной Польши, с выделением глин окрестностей Турошува и Стинегома (табл. 16, 17), плиоценовые породы (табл. 18, 19). Четвертичные глинистые породы представлены ленточными глинами и алевроитами, которые добываются повсеместно как сырье строительной керамики (табл. 20).

Среднее содержание основных химических компонентов в глинистых породах мезозоя и кайнозоя Польши представлено в таблице 21. Минеральный состав рассматриваемых глинистых пород иллюстрируют примерные кривые дифференциального термического анализа на фигуре 1.

Глинистые породы, распространенные в перечисленных геологических формациях, характеризуются в общем небольшим содержанием глинозема (как правило 15—20% Al_2O_3) и относительно большим содержанием флюсов

(10—15% $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$). Только некоторые, менее распространенные глинистые породы, главным образом рэтские породы северного обрамления Свентокшских гор, лейасовые породы, меловые породы Нижней Силезии, континентального миоцена окрестностей Турошува и Стшегома, каолины, характеризуются более благоприятным глиноземным показателем. Однако условия залегания этих пород не благоприятствуют использованию их в более широких масштабах. Поэтому возникает необходимость проведения более интенсивных исследований по обогащению и использованию промышленностью глинистых пород, характеризующихся худшими качественными показателями, но распространенных повсеместно.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ФИГУРАМ

Фиг. 1. Кривые дифференциального термического анализа избранных образцов глинистых пород мезозоя (а, образцы 1, 2 по С. Левовицкому, образцы 3, 18, 19 по Л. Стоху) и кайнозоя (б, образцы 1, 2, 16, 17 по З. Токарскому, образцы 14, 15 по В. Хефлику)

а: 1—3 — меловые глины Нижней Силезии, 4 — доггерский глинистый сланец окрестностей Лэнчицы, 5 — доггерский глинистый сланец окрестностей Ченстоховы, 6—11 — лейасовые аргиллиты Свентокшских гор, 12, 13 — лейасовые аргиллиты Ченстоховского района, 14, 15 — кейперовые и ретские аргиллиты Свентокшских гор, 16, 17 — кейперовые и ретские аргиллиты Ченстоховского района, 18, 19 — рэтские глины окрестностей Сухеднува

б: 1, 2 — ленточные глины, 3—7 — плиоценовые глины, 8—13 — глины континентального миоцена, 14—17 — глины морского миоцена

Перевод Ежи Федак

Zbigniew KOZYDRA, Ryszard WYRWICKI

GENERAL CHEMICAL DESCRIPTION OF THE MESOZOIC AND CAINOZOIC CLAYEY ROCKS OF POLAND

(with 1 Fig.)

SUMMARY

In this work the authors attempt to define the content of the principal chemical components in most of the Mesozoic and Cainozoic argillaceous rocks in Poland. The results given in the tables are based on over a thousand complete and abbreviated chemical analyses taken from published and archival papers, and also on analyses from the authors studies carried out in recent years. Although the present authors realise that a work of this kind cannot be perfect, they believe that this specially selected group of analyses is sufficiently representative to provide grounds for a general chemical description of the argillaceous sediments in the given geological formations. Information about the content of the main chemical components in the more important argillaceous rocks has been supplemented by data from some extended analyses specially chosen as examples.

The argillaceous rocks discussed in this paper are as follows: Roetian on the northern margin of the Góry Świętokrzyskie Mountains (Tables 1, 2), Keuper and Rhaetian (Tables 3, 4), Lias in the Cracow-Częstochowa Upland and the margin of the Góry Świętokrzyskie Mountains (Tables 5, 6), Dogger in the Częstochowa area and near Łęczyca (Tables 7, 8), Cretaceous in Lower Silesia and the Carpathians (Table 9), the kaolines (Tables 11, 12) of the Oligocene in the Szczecin district (Table 13), marine Miocene (Tables 14, 15), land Miocene in South-West Poland, stressing the presence of clays at Turoszów and Strzegom (Tables 16, 17), and Pliocene (Tables 18, 19). The clayey deposits of the Quaternary were represented by ice-dammed clays and silts, which are commonly used in the production of ceramic building materials (Table 20).

The average contents of the principal chemical components in the argillaceous rocks of the distinguished stages of the Mesozoic and the Cainozoic in Poland are given in Table 21. The mineral composition of these argillaceous rocks, on the other hand, can be seen in Fig. 2, which gives some curves of thermal differential analysis.

The argillaceous rocks generally occurring in these geological formations are on the whole characterized by a small content of aluminium oxide (usually

15—20% of Al_2O_3), and a relatively large content of fluxes (10—15% of $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{MgO}$). A higher index of aluminium is disclosed only by certain rare argillaceous rocks, mainly by the Roetian in the northern margin of the Świętokrzyskie Mountains, by the Lias, the Lower Silesian Cretaceous, the land Miocene near Turoszów and Strzegom, and by kaolines. Unfortunately the way of occurrence of these rocks is such that they can seldom be exploited on a large scale. Hence it would be highly desirable to intensify research on the possibilities of exploiting for industrial purposes rocks of poorer quality but of common occurrence.

Translated by Christina Kozłowska, B. A.