

UKD 553.611.2.08:551.761.3.022.4:666.725*714.11(438—13 Kępno—Kluczbork—Tarnowskie Góry)

Zbigniew KOZYDRA, Ryszard WYRWICKI

WSTĘPNE BADANIA IŁÓW GÓRNOTRIASOWYCH JAKO SUROWCÓW CERAMICZNYCH

(z 34 fig.)

Streszczenie

Na tle ogólnego zarysu wykształcenia litologicznego i rozprzestrzenienia podano charakterystykę składu mineralnego oraz własności ceramicznych osadów ilastych górnego triasu (kajpru i retyku) w rejonie Kępno—Kluczbork—Tarnowskie Góry. Główną uwagę zwrócono na wskazanie surowców odznaczających się dobrymi warunkami spiekania i tym samym wykazujących perspektywy wykorzystania do produkcji wyrobów klinkierowych. Z badań wynika, że perspektywy takie wykazują przede wszystkim ły bezwapienne z górnej części retyku.

WSTĘP

Problematyka geologiczna odnosząca się do surowców ilastych ceramiki budowlanej sprowadza się najczęściej w opinii ogółu geologów do surowców przydatnych do produkcji cegły pełnej, co zresztą wiąże się z niedawną jeszcze tradycją tego przemysłu. W takim pojęciu zagadnienie zwiększenia bazy surowcowej nie stanowi poważniejszej trudności, zarówno w zakresie metodyki badań i poszukiwań, jak i ich realizacji. Pobieżny tylko rzut oka na dowolnie wybrany arkusz mapy geologicznej zakrytej orientuje, że w jego obrębie można ustalić najczęściej wielomilionowe zasoby perspektywiczne surowców nadających się do produkcji cegły pełnej, choć głównie niższych klas. Należą tutaj takie surowce, jak różnego rodzaju gliny lodowcowe, lessy, gliny aluwialne itp.

Zupełnie inaczej przedstawia się ustalanie zasobów perspektywicznych surowców przydatnych do produkcji nowoczesnych, drażonych, cienkościennych lub o dużej wytrzymałości mechanicznej wyrobów ceramiki budowlanej (np. cegła kratówka, pustaki szczelinowe, cegła klinkierowa, klinkierowe płytki okładzinowe).

Dla wytypowania perspektywicznych obszarów występowania tego rodzaju surowca konieczna jest znajomość zarówno rozprzestrzenienia skał ilastych w poszczególnych formacjach geologicznych, ich wykształcenia litologicznego, jak i znajomość podstawowych ich własności technologicznych oraz praw determinujących zmienność tych własności.

Wiadomości na ten temat, pomimo intensyfikacji badań w ostatnich latach, są jeszcze ciągle wycinkowe. Istnieją formacje geologiczne, bądź to w ogóle nie zbadane pod tym kątem widzenia, bądź też takie co do których istnieją tylko ogólne przesłanki.

Do jednych z takich formacji należy górny trias. Chcąc więc wypełnić niejako lukę w ogólnych wiadomościach o perspektywach występowania surowców ceramicznych w poszczególnych formacjach geologicznych podjęto badania geologiczno-surowcowe osadów górnego triasu, typując do tego celu obszar wychodni lub płytkiego występowania tych osadów położony między Kępem na północnym zachodzie, a Tarnowskimi Górami na południowym wschodzie.

Niniejsze opracowanie zawiera wyniki wstępnego etapu rozpoznania perspektyw występowania surowców ceramicznych, a mianowicie etapu badań własności ceramicznych iłów górnotriasowych oraz ich wykształcenia litologicznego na tle dotychczasowej znajomości budowy geologicznej obszaru.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OSADÓW GÓRNOTRIASOWYCH

Utwory górnego triasu na badanym obszarze są reprezentowane przez kajper i retyg (fig. 1). Tworzą one potężny, liczący w pełnym rozwoju około 835 m miąższości, kompleks osadów w przewodzie ilastych, bardzo słabo jeszcze poznany. Wiadomości o wykształceniu litologicznym tych utworów dostarczają wyniki dwóch głębokich otworów wykonanych na omawianym obszarze w różnych okresach¹ (w Leśnej koło Olesna i w okolicy Lublińca) oraz wyniki otworów z sąsiednich obszarów, a to: otwór wykonany w okolicy Wielunia (1-KW) oraz wiele otworów poszukiwawczych głębszych w rejonie Woźnik, Siewierza i Zawiercia.

Na podstawie prac Z. Deczkowskiego (1967, 1973), Z. Deczkowskiego i L. Wielgomasa (1962), W. Grodzickiej-Szymanko (1967), W. Grodzickiej-Szymanko i T. Rulowskiej-Zwolińskiej (1972), S. Kotlickiego (1974), S. Kotlickiego i A. Kubicza (1974), A. Maliszewskiej (1972), S. Sliwińskiego (1964), a także syntetycznych opracowań J. Kopika (1973), H. Senkowiczowej (1973), H. Senkowiczowej i A. Szyperko-Śliwczyńskiej (1961) ogólną charakterystykę litologiczną osadów górnego triasu i jego podłoża na omawianym obszarze można przedstawić w sposób następujący:

Wapień muszlowy. Sedymentację środowego triasu, kończą ciemnoszare iłowce dolomityczne z przeławieniami dolomitów, rzadziej piaskowców. Iłowce te, których miąższość jest niewielka i wynosi od kilku do około 12 m, są wyodrębniane jako warstwy boruszowickie. Odślaniają się one dobrze prawie w pełnym profilu w wyrobisku cegielni Rybna w Laryszowie koło Strzybnicy.

Kajper dolny. Nad warstwami boruszowickimi występują na przemian iłowce i mułowce zazwyczaj dolomityczne z piaskowcami zawierającymi liczny muskowitz, glaukonit i detrytus zwęglonych roślin. Podrzednie występują też przewarstwienia i wkładki dolomitów oraz wapieni. W dolnej części profilu osady są zazwyczaj ciemnoszare i szare, w części górnej

¹ Otwór w Leśnej (około 6 km na SSW od Olesna) został wykonany w 1925 r., a jego dokładny opis podał P. Assmann (1929).

natomiast pojawiają się również iłowce o zabarwieniu czerwobrunatnym lub pstrym (czerwobrunatne, szare, szarozielonawe).

W stropie omawianego kompleksu występuje charakterystyczna warstwa dolomitu szarego, o zmiennej, choć nie przekraczającej 2 m grubości, wyodrębnianego w literaturze pod nazwą dolomitu granicznego.

Mięższość osadów dolnego kajpru w okolicy Wielunia wynosi 53 m, ku południowi zaś ulega stopniowej redukcji: w Leśnej wynosi około 36 m, a w okolicy Woźnik i Zawiercia zaznacza się brak omawianych osadów.

Kajper górny. Jest on reprezentowany przez trzy oddzielne kompleksy skalne wydzielane jako warstwy: gipsowe dolne, piaskowca trzciniowego oraz gipsowe górne.

Warstwy gipsowe dolne składają się w przewadze z szarych, rzadziej czerwobrunatnych lub oliwkowych iłowców i mułowców, zazwyczaj dolomitycznych, zawierających cienkie przewarstwienia dolomitów i wapieni dolomitycznych, a także wkładki lub gniazda gipsu i anhydrytu. Mięższość warstw gipsowych dolnych w profilu otworu Wieluń wynosi około 77 m, w Leśnej około 46 m, w rejonie zaś Woźniki—Zawiercie od 0 do kilkudziesięciu metrów.

Warstwy piaskowca trzciniowego są zbudowane z piaskowców zwykle drobno- rzadziej różnoziarnistych oraz mułowców i iłowców szarych, niekiedy pstrych (czerwobrunatnych, szarych i szarozielonawych), z przeławiczeniami dolomitów, wapieni i margli. Mięższość warstw piaskowca trzciniowego w północnej części obszaru wynosi około 75 m i ku południowi zmniejsza się do około 47 m w Leśnej i od 0 do 33 m w rejonie Siewierza i Zawiercia.

Warstwy gipsowe górne składają się z na ogół monotonnie wykształconych, zazwyczaj czerwobrunatnych lub wiśniowobrunatnych, rzadziej pstrych iłowców i mułowców, zawierających wkładki, gniazda i naskorupienia gipsu i anhydrytu, miejscami laminowanych piaskowcem. Osady ilaste warstw gipsowych górnych są najczęściej mniej lub bardziej wapniste lub dolomityczne. Mięższość omawianego ogniwa stratygraficznego górnego kajpru jest znaczna: w otworze Wieluń ocenia się ją na około 195 m, w Leśnej około 160 m, natomiast w rejonie Woźniki—Zawiercie, co jest charakterystyczne, brak jest osadów warstw gipsowych górnych.

Ogólna mięższość osadów kajpru w strefie północnej, a więc w strefie ich pełnego rozwoju osiąga mięższość około 400 m (398,9 m w otworze 1-KW Wieluń), zmniejszając się ku południowi do około 308 m w Leśnej, około 200 m w okolicy Lublińca oraz do kilkudziesięciu metrów w rejonie Woźniki—Zawiercie, z tym jednak że w rejonie tym lokalnie brak jest w ogóle osadów kajpru, a utwory retyku lub nawet liasu występują przekraczając na różnych ogniwach wapienia muszlowego.

Retyk. Osady retyku, co jest znamienne, są wykształcone w postaci grubego, monotonnego kompleksu składającego się z czerwobrunatnych i plamistych — wiśniowobrunatnych, fioletowoszarych, szarozielonawych i oliwkowych, rzadziej szarych i szarozielonawych iłowców i mułowców, często o teksturze gruzłowatej. Są one zazwyczaj mniej lub bardziej wapniste lub dolomityczne. Zawierają też przewarstwienia piaskowców drobno- i różnoziarnistych oraz przewarstwienia i wkładki charakterystycznych dla tego pietra zlepieńców, zwykle brekcejowatych, składających się z ziarn dolomitów, wapieni i margli, a także iłowców i mułowców.

Osady retyku w północnej części omawianego obszaru osiągają mięższość około 400 m (np. w otworze 1-KW Wieluń mięższość retyku oceniono

na 436,6 m). Ku południowi grubość retyku, podobnie jak kajpru, ulega redukcji i to zarówno sedymentacyjnej, jak też erozyjnej — przedliasowej oraz późniejszej związanej ze strefą wychodni.

Można dodać, że wśród osadów retyku przewierconych w otworze 1-KW Wieluń Z. Deczkowski (1967) wydzielił trzy odrębne kompleksy — warstwy, a to: warstwy jarkowskie o miąższości 120 m, warstwy zbąszyneckie (gorzowskie) o miąższości 278 m i najmłodsze — warstwy wielichowskie o miąższości 38,6 m. Różnice w wykształceniu litologicznym wymienionych warstw są w zasadzie niewielkie i na ogół trudne do uchwycenia w warunkach bezpośrednich badań terenowych. Pewien wyjątek stanowią warstwy wielichowskie, w których, co jest charakterystyczne, występują przynajmniej miejscami skupienia licznych sferolitów syderytowych lub syderytów. Utworów tych nie spotyka się w obu niższych ogniach litostratygraficznych retyku. Ponadto osady warstw wielichowskich, co jest istotne z surowcowego punktu widzenia, są w zasadzie bezwapienne w przeciwieństwie do pozostałej części retyku i kajpru w których, poza nielicznymi wyjątkami, dominują osady mniej lub bardziej wapniste lub dolomityczne.

Wypada nadmienić, że istnieją jeszcze poważne trudności i sprzeczne opinie na temat ustalania granic nie tylko między wyodrębnionymi warstwami lub seriami, ale również między większymi jednostkami stratygraficznymi, a przede wszystkim między środkowym a górnym triasem, między kajprem a retykiem, jak też między retykiem a liasem. Jest to zrozumiałe jeżeli zważy się, że granice te ze względu na brak dostatecznej dokumentacji paleontologicznej są ustalane na podstawie przesłanek litologicznych lub też przez analogię do pełniejszych i lepiej opracowanych profili górnego triasu z innych obszarów Polski.

Warstwy górnego triasu między Kępnem a Tarnowskimi Górami są nachylone, generalnie rzecz biorąc, pod niewielkim, wynoszącym zwykle kilka stopni, kątem ku północnemu wschodowi. Lokalnie jednak zarówno kierunek, jak i wartość kąta upadu ulegać może zasadniczym nawet zmianom. Na całym omawianym obszarze należy się bowiem liczyć z dobrze rozwiniętą, choć jeszcze bardzo słabo poznaną tektoniką zrębową. Przykładem takiej budowy geologicznej jest sąsiedni rejon siewiersko-zawierciański dobrze rozpoznany za pomocą licznych otworów wiertniczych.

METODY BADAŃ

Badaniom poddano 18 próbek bruzdowych pobranych tak, aby reprezentowały one w miarę możliwości poszczególne ogniwa stratygraficzne i różne odmiany litologiczne skał ilastych.

Badania własności ceramicznych polegały na poznaniu własności fizycznych tworzywa ceramicznego uzyskanego przez wypalenie surowców w dziewięciu temperaturach od 850 do 1250°C oraz własności technologicznych tych surowców.

Jednocześnie dokonano wstępnej oceny składu mineralnego tych samych próbek, wykorzystując wyniki analizy granulometrycznej, derywograficznej i termicznej analizy różnicowej surowców i ich frakcji.

Wymienione badania wykonano w laboratorium Instytutu Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego.

Badania laboratoryjne, jakim poddano próbki osadów ilastych zmierzają w dwóch kierunkach: wstępnego poznania składu mineralnego oraz określenia własności ceramicznych w zakresie umożliwiającym dokonanie oceny surowcowej.

Analizę granulometryczną wykonano metodą sedymentacyjną. Stosowano naważkę 100 g, amoniak jako dyspergator i wysokość opadania cząstek 20 cm w zlewkach o objętości 3 l. Frakcję o średnicy ziarn większej od 60 μm oddzielono na mokro na sicie. Pozostałe frakcje: < 2, 2—5, 5—10 i 10—60 μm rozdzielono lewarując wielokrotnie zawieszinę, aż do czystej wody, po czasie wynikającym ze wzoru Stockesa. Ilość poszczególnych frakcji określono w procentach wagowych. Tak wykonana analiza dostarczyła informacji o składzie granulometrycznym ilów oraz próbek z poszczególnych frakcji do badań mineralogicznych.

Analizie zawartości marglu, a zarazem zawartości szkodliwych składników mechanicznych, poddano próbki o ciężarze 1000 g w stanie wysuszonym w 105°C. Stosowano kolunę sit 0,5, 1,0, 2,0 mm. Materiał uprzednio rozmoczony w wodzie z dodatkiem amoniaku przemywano w strumieniu bieżącej wody. Pozostałości na poszczególnych sitach określono wagowo, wyseparowano ziarna wapienne i obliczono całkowitą zawartość marglu.

Termiczną analizę próbek osadów ilastych wykonano przy pomocy derywatografu firmy MOM Budapest stosując naważkę 500 mg i następujące warunki analizy: DTG — 1/10, DTA — 1/5, TG — 100 mg, t — 100°C. Derywatogramy przedstawiono w rozdziale dotyczącym charakterystyki poszczególnych złóż. Termiczną analizę różnicową frakcji wykonano w aparacie z ciągłym zapisem punktowym, produkcji Instytutu Przemysłu Szkła i Ceramiki w Warszawie, stosując naważkę około 0,5 g, szybkość grzania 9°/min i jednakowe wzmocnienie przy badaniu wszystkich próbek. Krzywe DTA poszczególnych frakcji przedstawiono w rozdziale dotyczącym ogólnego składu mineralnego.

Poznanie własności ceramicznych obejmowało: oznaczenie własności fizycznych tworzywa ceramicznego wypalonego w temperaturze od 850 do 1250°C, co 50°, czyli łącznie w 9 temperaturach oraz określenie własności technologicznych: skurczliwości wysychania (S_w), wody zarobowej (W_z), wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrznie suchym (po wysuszeniu w temperaturze około 20°), skurczliwości całkowitej (S_c), zakresu i interwału wypalania trzech podstawowych rodzajów tworzywa ceramicznego. Zakres wypalania określają: najniższa (t_p) i najwyższa (t_k) temperatura otrzymywania danego tworzywa, interwał zaś wyznacza różnica tych temperatur ($t_k - t_p$).

Tok badań był następujący: rozdrobnione i uśrednione próbki w stanie powietrznie suchym spano kolejno warstwami do kuwet i zraszano odpowiednią ilością wody. Tak nawilżony materiał sezonowano w okryciu z folii 2—3 doby. Następnie doprowadzano go do stanu plastycznego przez parokrotne ręczne przerobienie, odpowietrzano i ponownie sezonowano w okryciu z folii w celu wyrównania wilgotności.

Z tak przygotowanej masy formowano kształtki o wymiarach 80×40×20 mm i kostki sześciennie o boku 50 mm. Kształtki posłużyły do oznaczenia skurczliwości wysychania, wypalania i całkowitej, wody zarobowej, nasiąkliwości wodą metodą moczenia przez 72 godziny (N_z) i po trzygodzinnym gotowaniu (N_g), ciężaru objętościowego (C_{obj}), barwy i mrozodporności.

Kostki posłużyły do badań wytrzymałościowych. Kształtki i kostki wysuszone do stanu powietrznie suchego, a następnie w suszarce laboratoryjnej przez 4 doby w temperaturze 105°, wypalano w piecu sylitowym w atmosferze samoistnej pieca. Przyrost temperatury był następujący: do 300°C po 1,5 godzinie, a następnie co 0,5 godziny podnoszono temperaturę o 50°C. W temperaturze końcowej przetrzymywano materiał 1 godzinę. Studzenie do temperatury 60—80°C trwało 12—15 godzin.

Badania wytrzymałości wykonano w prasie hydraulicznej z napędem elektrycznym, bez stosowania podkładek. Przed wykonaniem pomiarów górna i dolna powierzchnia kostek była wyrównana przez zeszlifowanie.

Wyniki pomiarów własności fizycznych przedstawiono tabelarycznie oraz graficznie w formie krzywych wypalania surowca dających obraz toku przemian tych własności w miarę wzrostu temperatury wypalania. Fazy przemian własności fizycznych tworzywa ceramicznego zostaną omówione w dalszej części pracy.

CHARAKTERYSTYKA ZŁÓŻ I SUROWCÓW

Iły górnotriasowe na omawianym obszarze są wydobywane w kilkunastu miejscach (fig. 1), zwykle dla potrzeb niewielkich i przestarzałych już zakładów ceramiki budowlanej. Wielkość i stan tych zakładów spowodowały, że złoża były dotychczas rozpoznawane w skromnym zakresie, a surowiec badano głównie pod kątem przydatności do produkcji z góry określonego asortymentu, dostosowanego do technicznych możliwości danego zakładu.

Niżej podano ogólną charakterystykę geologiczną złóż opracowaną na podstawie dotychczasowego stanu ich rozpoznania oraz wyniki badań mineralogicznych i ceramicznych próbek pobranych z odsłoneń i otworów wiertniczych.

Złoże Rybna w Laryszowie koło Strzybnicy składa się z ciemnoszarych iłowców dolomitycznych warstw boruszowickich i bezpośrednio nad nimi występujących ciemnoszarych i szarych iłów z przewarstwieniami piaskowców i detrytusem zwęglonej flory. Według dotychczas stosowanego podziału stratygraficznego złoża to składałoby się częściowo z osadów triasu środkowego (warstwy boruszowickie), a częściowo z osadów najniższego kajpru (iłowki z piaskowcami i florą). Zgodnie jednakże z wysuniętą ostatnio przez S. Kotlickiego (1974) propozycją przesunięcia ku górze granicy między wapieniem muszlowym a kajprem omawiane złoża w całości znalazłoby się jeszcze w triasie środkowym.

Mięższość złoża (bez otworów czwartorzędowych) waha się od kilku do kilkunastu metrów, a średnio wynosi około 8 m, grubość zaś przewarstwień płonnych (dolomitów i piaskowców) oscyluje od 0,2 do 2,2 m, średnio 1,2 m. W ścianie wyrobiska eksploatacyjnego odsłania się warstwa (około 5—6 m) ciemnoszarych iłowców o pokroju łupkowym, z 2—3 przewarstwieniami dolomitu szarego o grubości 0,15—0,4 m, a w części górnej z cienkimi wkładkami piaskowców drobno- i średnioziarnistych obfitujących w łuski ryb i inne szczątki organiczne.

Próbka iltu ciemnoszarego pobrana punktowo wykazała następujący skład granulometryczny:

> 60 μm	—	0,2% wag.
10—60 μm	—	25,6% wag.
5—10 μm	—	13,5% wag.
2—5 μm	—	18,2% wag.
< 2 μm	—	42,5% wag.

Z wyników analizy granulometrycznej i termicznej (fig. 2 i 3) można wnosić, że badany il zawiera około 65—70% minerałów ilastych, wśród których kaolinit zdaje się przeważać nad minerałami montmorillonitowymi i illitem. Pozostałą część, tj. 30—35% ilu stanowią: dolomit, któremu towarzyszy nieco kalcytu (łącznie 8—10%), detrytyczny kwarc, substancje organiczne i siarczki żelaza.

Rezultaty badań 7 próbek ilów wykazały następujące własności ceramiczne (według dokumentacji geologicznej złoża):

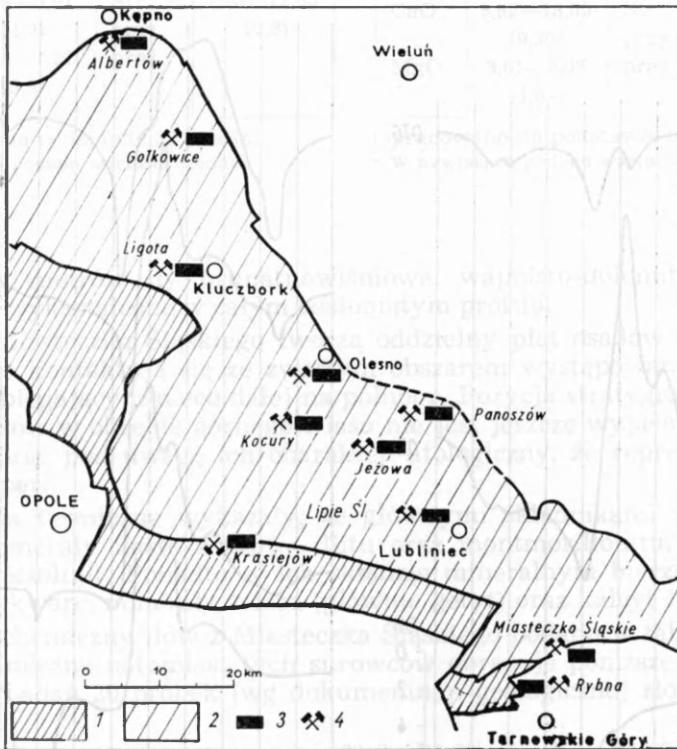


Fig. 1. Szkic geologiczny osadów górnego triasu w rejonie Kępno—Tarnowskie Góry (granice jednostek stratygraficznych według R. Osiki, W. Pożaryskiego, E. Rühlego i J. Znoski, 1971, nieco zmienione)

1 — kajper, 2 — retyk, 3 — złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej, 4 — złoża eksploatowane

Geological sketch of the Upper Triassic sediments in the Kępno—Tarnowskie Góry area (boundaries of the stratigraphic units after R. Osika, W. Pożaryski, E. Rühle and J. Znosko, 1971, slightly modified)

1 — Keuper, 2 — Rhaetic, 3 — deposits of clay raw materials for building ceramics, 4 — deposits under exploitation

Skurczliwość wysychania	5,2— 7,8%,	średnio 6,6%
Woda zarobowa	18,0—22,8%,	średnio 20,0%
Temperatura wypalania	850°C	950°C
Skurczliwość całkowita	5,6— 7,6%	5,8—14,0%
Nasiąkliwość	14,7—22,6%	1,9—17,1%
Wytrzymałość na ściskanie	166—270 kG/cm ²	173—394 kG/cm ²

Złoże w Miasteczku Śląskim (około 8 km na północ od Tarnowskich Gór) składa się z ilów i ilowców lokalnie mniej lub bardziej mułkowatych, zwięzłych, wapnistych lub dolomitycznych, zazwyczaj brunatnowiśniowych, miejscami szarozielonawych, z rzadkimi przewarstwieniami jasnoszarego mułowca piaszczystego. Miąższość złoże w jego części rozpoznanej wynosi 12—22 m, średnio 17 m. Aktualnie eksploatowane są do głębokości

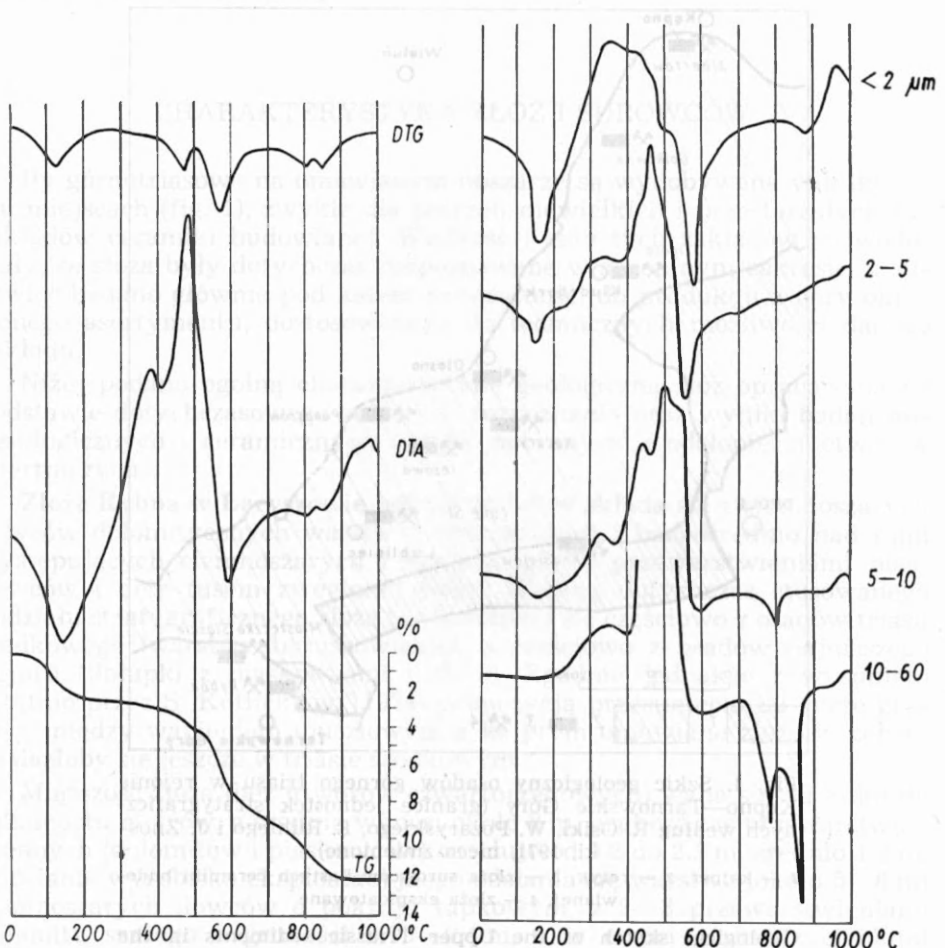


Fig. 2. Derywatogram próbki iltu ze złoże Rybna

Thermal curve of a clay sample from the Rybna deposit

Fig. 3. Krzywe DTA frakcji iltu ze złoże Rybna

DTA curves of the clay grades from the Rybna deposit

Tabela 1

Skład chemiczny ilów z Miasteczka Śląskiego
Chemical composition of the clays from Miasteczko Śląskie

Składnik	Zawartość w % wag.	Składnik	Zawartość w % wag.
SiO ₂	51,38—65,09 (59,1)*	MgO	2,40—5,12 (3,6)
Al ₂ O ₃	12,08—18,33 (15,1)	SO ₃	0,21—0,55 (0,4)
Fe ₂ O ₃	3,79—5,61 (4,9)	Str. przy	7,43—12,65 (10,3)
CaO	4,56—7,27 (5,9)	prąż.	

Opracowano na podstawie 32 analiz.
* W nawiasach podano wartości średnie.

Tabela 2

Skład chemiczny ilów z Krasiczowa
Chemical composition of the clays from Krasicjów

Składnik	Zawartość w % wag.	Składnik	Zawartość w % wag.
SiO ₂	43,06—55,15 (50,54)*	Na ₂ O	0,12—1,20 (0,50)
Al ₂ O ₃	13,17—19,05 (15,59)	K ₂ O	2,15—2,92 (2,58)
Fe ₂ O ₃	4,18—6,63 (5,53)	SO ₃	0,22—7,79 (1,40)
CaO	6,82—13,09 (9,30)	Str. przy	8,87—13,17 (10,61)
MgO	3,61—5,08 (4,07)	prąż.	

Opracowano na podstawie 8 analiz.
* W nawiasach podano wartości średnie.

kilkunastu metrów ilu brunatnowiśniowe, wapnisto-dolomityczne, dość jednolicie wykształcone w całym odsłoniętym profilu.

Iły z Miasteczka Śląskiego tworzą oddzielny płat osadów górnotriasowych i nie kontaktują się ze zwartym obszarem występowania tych osadów, przebiegającym nieco dalej na północy. Pozycja stratygraficzna omawianych ilów w obrębie górnego triasu nie jest jeszcze wyjaśniona. Można sądzić, biorąc pod uwagę ich charakter litologiczny, że reprezentują one górny kajper.

Badania termiczne wykazały, że głównymi składnikami omawianych ilów są minerały ilaste z grupy illitu oraz montmorillonitu, którym towarzyszy kaolinit. Ponadto w ich składzie mineralnym bierze udział destrytyczny kwarc, minerały żelaza (głównie getyt) oraz kalcyt i dolomit.

Skład chemiczny ilów z Miasteczka Śląskiego podano w tabeli 1. Właściwości ceramiczne natomiast tych surowców obrazuje poniższe zestawienie wyników badań 20 próbek (wg dokumentacji geologicznej złoża):

Woda zarobowa	21,9—30,9%, średnio	25,9%
Skurczliwość wysychania	6,0—10,0%, średnio	7,8%
Skurczliwość całkowita:		
— po wypaleniu w temp. 900°C	6,0—10,5%, średnio	8,3%
1000°C	6,0—11,0%, średnio	8,7%
Nasiąkliwość:		
— po wypaleniu w temp. 900°C	13,1—21,3%, średnio	18,3%
1000°C	11,7—19,7%, średnio	14,5%
Wytrzymałość na ściskanie:		
— po wypaleniu w temp. 900°C	134—483 kG/cm ² , średnio	304 kG/cm ²
1000°C	135—629 kG/cm ² , średnio	378 kG/cm ²

Badania za pomocą mikroskopu wysokotemperaturowego wykazały, że łąy te osiąają optymalne zagęszczenie czerepu w temperaturze około 1100°C, a w wyższych temperaturach wykazują skłonność do pęcznienia. Topią się w temperaturze około 1200°C.

Złoże w Krasiejowie (około 23 km na wschód od Opola) jest zbudowane z łąów i łąowców partiami mniej lub bardziej mułkowatych, o zabarwieniu czerwono-brunatnym, pstrym (wiśniowoczerwonym, czerwono-brunatnym, szarozielonawym i oliwkowym), a także z łąów szarozielonawych. łąy te są silnie wapniste, a w dolnej części zawierają wkładki i wtrącenia gipsu lub anhydrytu.

łąy z Krasiejowa, które rozpoznano do głębokości około 40 m, stratygraficznie można umieścić na pograniczu górnego kajpru (warstwy gipsowe górne) i retyku.

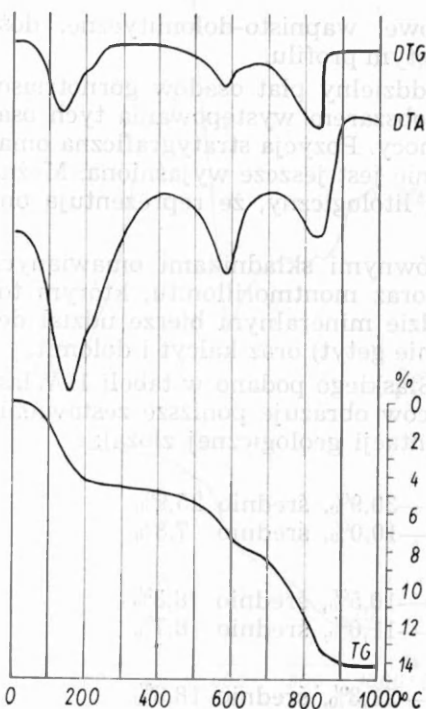
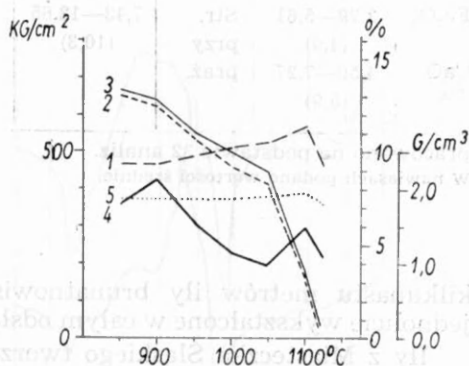


Fig. 4. Derywatogram próki łąu zielonego (103) z Krasiejowa

Thermal curve of a green clay sample (103) from Krasiejów



Temp. °C	S_c (1)	N_z (2)	N_b (3)	R_c (4)	C_{obj} (5)
850	9,3	13,1	13,2	364	1,86
900	9,3	12,6	12,8	428	1,85
950	9,8	10,8	11,1	318	1,87
1000	10,3	9,3	10,1	230	1,88
1050	10,6	8,4	9,0	199	1,91
1110	11,4	3,4	3,5	298	1,95
1120	9,3	0,5	0,6	212	1,81

Fig. 5. Krzywe wypalania łąu zielonego (103) z Krasiejowa

1 — skurczliwość wysychania S_c w %, 2 — nasiąkliwość na zimno N_z w % wag., 3 — nasiąkliwość po gotowaniu N_b w % wag., 4 — wytrzymałość na ściskanie R_c w kg/cm^2 , 5 — ciężar objętościowy C_{obj} w G/cm^3 , (1)–(5) numery krzywych

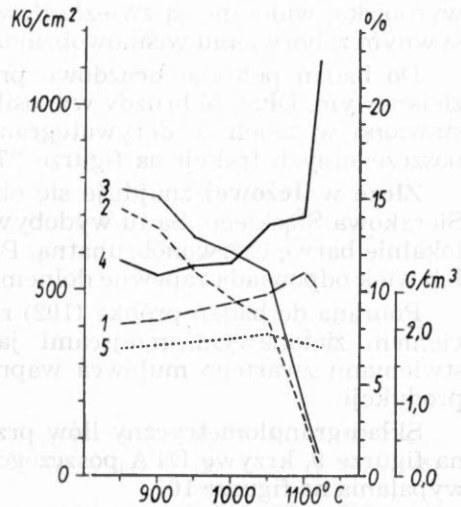
Firing curves of the green clay (103) from Krasiejów

1 — shrinkage on desiccation (S_c) in %, 2 — absorbability in cool conditions (N_z) in % by weight, 3 — absorbability after boiling (N_b) in % by weight, 4 — compression strength (R_c) in kg/sq cm , 5 — volumetric weight (C_{obj}) in G/cm^3 , (1)–(5) numbers of the curves

Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	8,2	14,4	15,4	580	1,72
900	8,4	13,4	15,0	539	1,78
950	9,0	11,0	12,9	570	1,83
1000	9,4	9,6	12,2	576	1,86
1050	9,9	8,5	11,2	680	1,92
1110	11,0	3,0	3,9	696	1,82
1120	10,0	0,8	1,3	1126	1,78

Fig. 6. Krzywe wypalania iltu czerwonego (104) z Krasiejowa
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the red clay (104) from Krasiejów
Symbols as in Fig. 5



Omawiane osady ilaste charakteryzuje znaczna zawartość związków siarki rozpuszczalnych w wodzie, w tym szczególnie $MgSO_4$ i zmienność składu chemicznego (tab. 2). To spowodowało zaniechanie wydobycia ilów dla potrzeb ceramiki budowlanej.

Niemniej, dla ogólnego poznania własności ceramicznych, zbadano dwie punktowo pobrane próbki. Derywatogram próbki iltu zielonego (103) przedstawiono na figurze 4, krzywe wypalania iltu zielonego (103) na figurze 5, a iltu czerwonego (104) na figurze 6.

W tym miejscu można dodać, że złożę w Krasiejowie stanowi rezerwową bazę surowca uzupełniającego dla przemysłu cementowego. Moduły tego surowca wynoszą: moduł krzemianowy (MK) 2,09—2,94, średnio 2,39 i moduł glinowy (MG) 2,06—4,59, średnio 2,87.

Złożę Lipie Śląskie (około 3 km na zachód od Lublińca) jest zbudowane głównie z szarych i szarozielonawych ilów mniej lub bardziej mułkowatych, silnie wapnistych oraz z niżej leżących iltowców i mułowców o zabarwieniu czerwono-brunatnym, również w dużym stopniu wapnistych. Charakterystyczne są częste przewarstwienia piaskowców zazwyczaj drobnoziarnistych o spoiwie wapiennym, zawierających liczny muskowit, glaukonit oraz detrytus zwęglonych roślin.

Pozycja stratygraficzna omawianego złoża w obrębie górnego triasu nie została dotychczas ustalona. Na podstawie ogólnej sytuacji geologicznej, w jakiej usytuowane jest złożę można przypuszczać, że odpowiada ono niższej części retyku. Nie jest jednak wykluczone, że omawiany kompleks ilasto-piaskowcowy jest wieku górnokajprowego i odpowiada warstwom piaskowca trzciniowego.

Mięszość złoża, w granicach jego rozpoznania, jest zmienna i waha się od około 13 do 22 m, przeciętnie wynosi kilkanaście metrów. W ścianie głównej wyrobiska o wysokości około 6 m widoczne są iltły szare, silnie wapniste, przechodzące ku górze w iltły mułkowate, przybierające w strefie wietrzenia zabarwienie szarozłote lub brunatnoszare. Wśród ilów występują mniej lub bardziej liczne przeławicenia piaskowca, zwykle skośnie warstwowanego, o mięszości 0,1—1,5 m. W spągu ilów szarych, na dnie

wyrobiska, widoczne są związane ilowce mułowcowe, dolomityczne o intensywnym zabarwieniu wiśniowobrunatnym.

Do badań pobrano bruzdowo próbkę (101) ilów szarych z odcieniem zielonawym. Długość bruzdy wynosiła 5 m. Skład granulometryczny przedstawiono w tabeli 3, derywatogram próbki na figurze 7, krzywe DTA poszczególnych frakcji na figurze 27, a krzywe wypalania na figurze 8.

Złoże w Jeżowej znajduje się około 3,5 km na południowy zachód od Sierakowa Śląskiego. Są tu wydobywane ily wapniste, szare, przybierające lokalnie barwę czerwobrunatną. Przeciętna miąższość złoża wynosi 10 m. Ich wiek odpowiada zapewne dolnemu retykowi.

Pobrana do badań próbka (102) reprezentuje ily szare, miejscami z odcieniem zielonawym, miejscami jasnobrunatnym, z cienkimi przewarstwieniami zwartego mułowca wapnisteo, aktualnie wykorzystywane do produkcji.

Skład granulometryczny ilów przedstawiono w tabeli 3, derywatogram na figurze 9, krzywe DTA poszczególnych frakcji na figurze 27, a krzywe wypalania na figurze 10.

Złoże w Ligocie Dolnej (około 3 km na zachód od Kluczborka) tworzą ilowce czerwobrunatne przeławicane lokalnie ilami szarymi. Są to skały mniej lub bardziej wapniste, o pokroju łupkowym, zawierające miejscami

Tabela 3

Skład ziarnowy osadów ilastych triasu górnego
Grain size distribution of the Upper Triassic clay sediments

Nazwa złoża	Nr próbki	Zawartość frakcji w % wag.					Ziarna > 2 mm	
		> 60	10—60	5—10	2—5	< 2	% wag.	Opis
Albertów	212	17,9	32,5	8,6	10,4	30,6	4,9	Okruchy mułowców
Panosów (Patoka)	211	11,4	28,9	7,8	10,5	41,4	0,6	Okruchy mułowców
	210	2,0	16,9	8,6	13,3	59,2	0,3	
Olesno	209	9,0	37,7	7,6	10,3	35,4	no	Okruchy mułowców
	208	3,7	33,7	9,1	11,5	42,0	no	
	207	8,3	34,6	7,7	14,8	34,6	no	
	206	11,9	25,9	7,0	11,9	43,3	8,3	
Gołkowice	205	1,2	27,7	9,4	13,3	48,4	no	Okruchy mułowców
	204	9,4	35,2	7,9	10,3	37,2	no	
Kocury	202	8,1	27,2	18,0	22,8	23,9	3,6	Ziarna wapieni
Ligota Dolna	201	14,5	42,9	9,4	11,5	21,7	0,2	Ziarna wapieni
Jeżowa	102	13,9	46,8	10,9	11,7	16,7	0,1	Okruchy mułowca wapnisteo
Lipie Śląskie	101	1,0	40,4	12,6	15,0	31,0	no	Okruchy mułowca wapnisteo

no — nie oznaczono

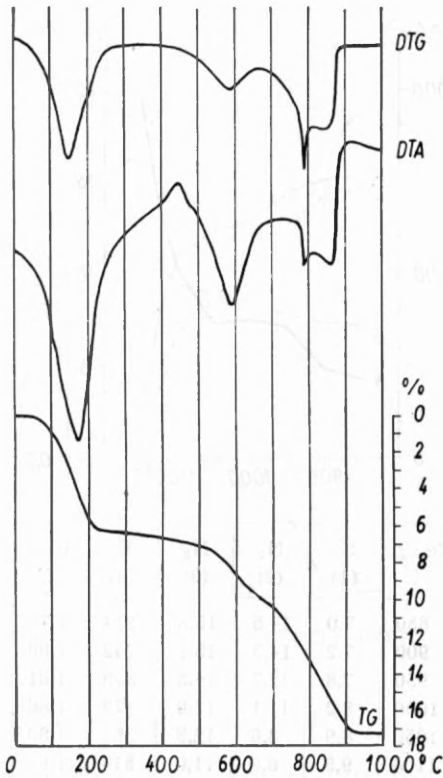
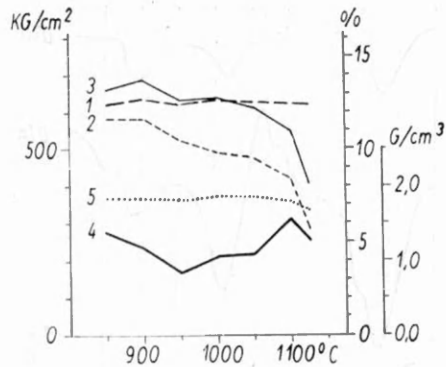


Fig. 7. Derywatogram próbki (101) z Lipia Śląskiego

Thermal curve of a sample (101) from Lipie Śląskie



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	12,5	11,7	13,3	276	1,85
900	12,8	11,7	13,8	233	1,83
950	12,5	10,5	12,7	168	1,82
1000	12,7	9,8	12,7	212	1,87
1050	12,6	9,6	12,3	214	1,82
1100	12,5	8,5	11,0	306	1,80
1125	12,5	5,7	8,1	259	1,71

Fig. 8. Krzywe wypalania iltu (101) z Lipia Śląskiego

Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the clay (101) from Lipie Śląskie

Symbols as in Fig. 5

przewarstwienia lub soczewkowate wkładki o miąższości 0,1—0,3 m piaskowców różnoziarnistych i zlepieńców składających się z drobnych (zwykle do 1 cm), słabo obtoczonych okruchów skał węglanowych: dolomitów, wapieni, margli. Miąższość złoża w rozpoznanej jego partii waha się od kilku do kilkunastu metrów, średnio wynosi około 10 m.

Próbkę do badań pobrano bruzdowo ze ściany głównej wyrobiska eksploatacyjnego (wysokiej ok. 7 m). Próbka (201) reprezentuje surowiec typowy dla omawianego złoża: iltu o pokroju łupkowym, wapniste, czerwono-brunatne z rzadkimi plamami szarozielonymi.

Skład granulometryczny badanej próbki przedstawiono w tabeli 3, derywatogram na figurze 11, krzywe wypalania surowca na figurze 12. Skład chemiczny w % wagowych wg analizy W. Pałyski przedstawia się następująco:

SiO ₂ — 60,56	CaO — 5,30	K ₂ O — 1,89
Al ₂ O ₃ — 13,10	MgO — 2,30	SO ₃ — 0,07
Fe ₂ O ₃ — 5,60	Na ₂ O — 0,43	Str. przy praż. — 10,96

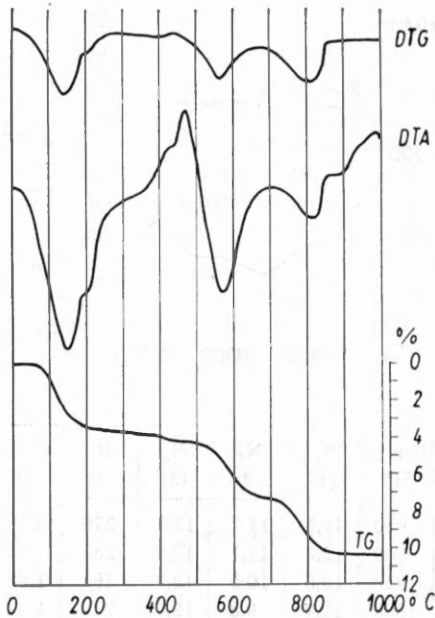
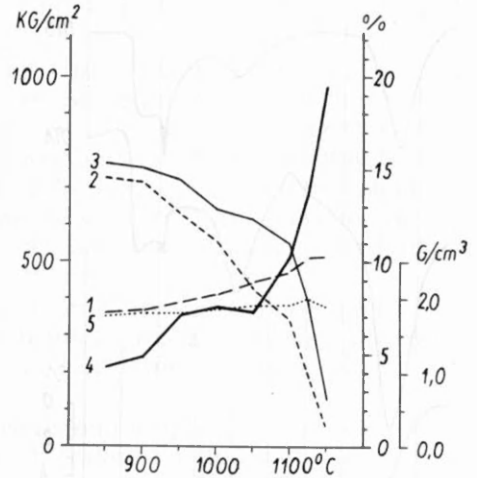


Fig. 9. Derywatogram próbki iltu (102) z Jeżowej

Thermal curve of the clay (102) from Jeżowa



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	7,0	14,5	15,3	214	1,76
900	7,2	14,3	15,1	242	1,80
950	7,8	12,7	14,5	353	1,81
1000	8,2	11,1	12,9	372	1,86
1050	8,9	8,6	12,3	364	1,89
1100	9,5	6,9	11,0	514	1,91
1125	10,2	4,1	7,7	685	1,99
1150	10,3	1,2	2,7	970	1,91

Fig. 10. Krzywe wypalania iltu (102) z Jeżowej

Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the clay (102) from Jeżowa

Symbols as in Fig. 5

Złoże w okolicy wioski Kocury jest położone około 10 km na południe od Olesna, wydobywane są tam na niewielką skalę czerwono-brunatne i wiśniowe iltu bezwapienne. Zawierają one ziarna skał węglanowych o średnicy do 1 cm.

Próbkę do badań (202) pobrano z dwu i półmetrowego odcinka iltu wiśniowych występujących pod nieregularną warstwą iltu czerwonożółtawych z wyraźnymi śladami wietrzenia, grubości 1—1,5 m.

Skład granulometryczny przedstawiono w tabeli 3 a derywatogram próbki na figurze 13. Analiza zawartości marglu wykazała, że ziarna wapienia większych od 0,5 mm jest 6,4% wag. Krzywa DTA tych ziarn (fig. 30) ujawniła, że składają się one głównie z kalcytu. Nic więc dziwnego, że ta ilość marglu spowodowała zgruzowanie tworzywa ceramicznego tuż po wypaleniu. Na podstawie maksimum skurczliwości całkowitej można jednakże sądzić, że temperatura maksymalnego spieczenia wynosi 1050°C.

Osady ilaste tworzące opisane złoża w Jeżowej, Ligocie Dolnej i Ko-

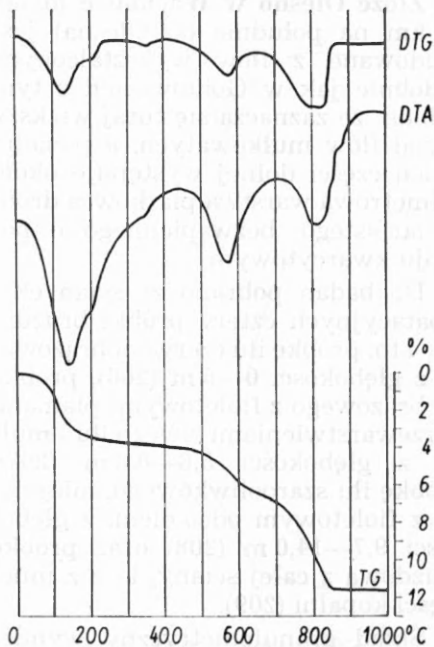
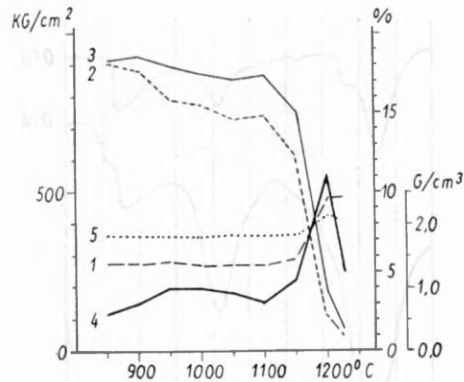


Fig. 11. Derywatogram próbki (201) z Ligoty

Thermal curve of a sample (201) from Ligota



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	5,5	18,1	18,3	114	1,80
900	5,5	17,7	18,5	150	1,80
950	5,7	15,9	17,9	197	1,79
1000	5,5	15,5	17,4	199	1,79
1050	5,5	14,6	17,0	181	1,81
1100	5,5	14,8	17,3	153	1,81
1150	5,9	12,3	15,1	223	1,83
1200	9,6	2,3	3,7	649	2,11
1225	9,6	1,0	1,4	250	2,04

Fig. 12. Krzywe wypalania surowca (próbki 201) z Ligoty

Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 201) from Ligota

Symbols as in Fig. 5

curach są typowymi utworami dla podstawowej części retyku, a więc dla warstw jarkowskich oraz dolnej i środkowej części warstw zbąszyneckich.

Złoże w Gólkowicach (około 3 km na NNW od Byczyny) składa się z wiśniowobrunatnych i pstrych (wiśniowych, brunatnych, oliwkowych i szarozielonawych) oraz rzadziej szarych iłów o pokroju łupkowym, bezwapiennych, lokalnie przechodzących w iłowce mniej lub bardziej mułkowane. Przeciętna miąższość złoża wynosi około 11 m.

W ścianie wyrobiska eksploatacyjnego odsłania się (od dołu): około 1 m iłów wiśniowych, około 1—2 m mułków szarych z rzadkimi plamami fioletozszarymi i brunatnoczerwonymi (próbka bruzdowa 204) oraz około 5 m iłów pstrych (próbka bruzdowa 205), wśród których jednak wyraźnie dominują odcienie czerwone.

Skład granulometryczny badanych próbek przedstawiono w tabeli 3, derywatogramy na figurze 14, krzywe wypalania na figurach 15 i 16.

Zróznicowanie granulometryczne obu próbek znajduje wyraźne odbicie w ich własnościach ceramicznych.

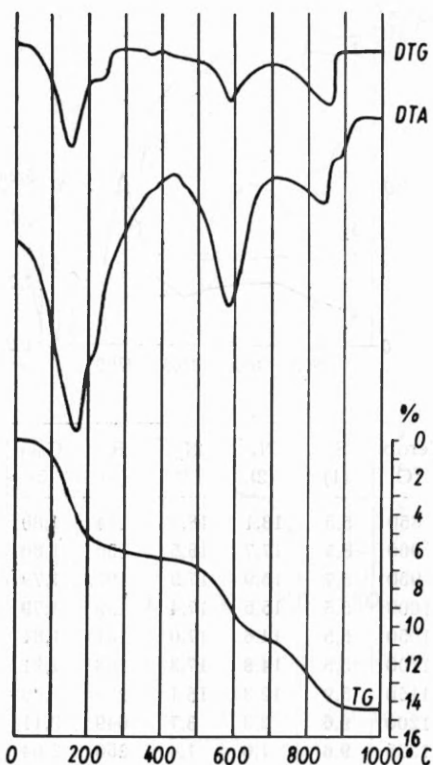


Fig. 13. Derywatogram ilów wiśniowych (202) z Kocury

Thermal curve of the cherry red clays (202) from Kocury

Złoże Olesno w Wachowie (około 4,5 km na południe od Olesna) jest zbudowane z ilów wykształconych podobnie jak w Gołkowicach z tym jednak, że zaznacza się tutaj większy udział ilów mułkowatych, a ponadto w ich części dolnej występuje około półmetrowa warstwa piaskowca drobnoziarnistego, bezwapiennego o pokroju kwarcytowym.

Do badań pobrano ze ścian eksploatacyjnych cztery próbki bruzdowe, a to: próbkę łu czerwono-brązowego z głębokości 0—5 m (206), próbkę łu brązowego z fioletowymi plamami i przewarstwieniami siwego łu i mułku z głębokości 5,8—8,8 m (207), próbkę łu szarooliwkowego, miejscami z fioletowym odcieniem, z głębokości 9,7—14,0 m (208) oraz próbkę bruzdową z całej ściany, lecz z innej części kopalni (209).

Skład granulometryczny wymienionych próbek przedstawiono w tabeli 3, derywatogramy próbek 206—208 na figurze 17, a krzywe wypalania surowca na figurach 18—21.

Skład chemiczny próbki 209 w % wagowych wg analizy W. Pałyski jest następujący:

SiO ₂	— 58,83	CaO	— 1,70
Al ₂ O ₃	— 13,00	MgO	— 1,58
Fe ₂ O ₃	— 12,60	Na ₂ O	— 0,13

K₂O — 2,05

SO₃ — 0,12

Str. przy praż. — 9,92

Złoże Patoka w Panoszowie (około 3,5 km na wschód od Sierakowa Śląskiego) składa się z ilów wiśniowo- i czerwono-brunatnych z rzadkimi plamami szarzielonymi, bezwapiennych przechodzących ku dołowi w ły pstre nieco mułkowate, zawierające kilka cienkich przewarstwień piaskowców różnoziarnistych, a następnie, również w bezwapienne, szare ły mułkowate i mułki ilaste. Miąższość złoża wynosi od 9 do 23 m, średnio około 17 m.

Próbki do badań pobrano z jednego z otworów rozpoznawczych. Próbka (210) reprezentuje ły czerwono-brunatne nawiercone na głębokości 4—12 m, próbka (211) zaś ły mułkowate i mułki ilaste szare, miejscami pstre, pochodzące z głębokości 12—20 m.

Skład granulometryczny przedstawiono w tabeli 3, derywatogramy próbek 210 i 211 na figurze 22, krzywe wypalania na figurach 23 i 24. Skład chemiczny próbek 210 i 211 przedstawiono w tabeli 4.

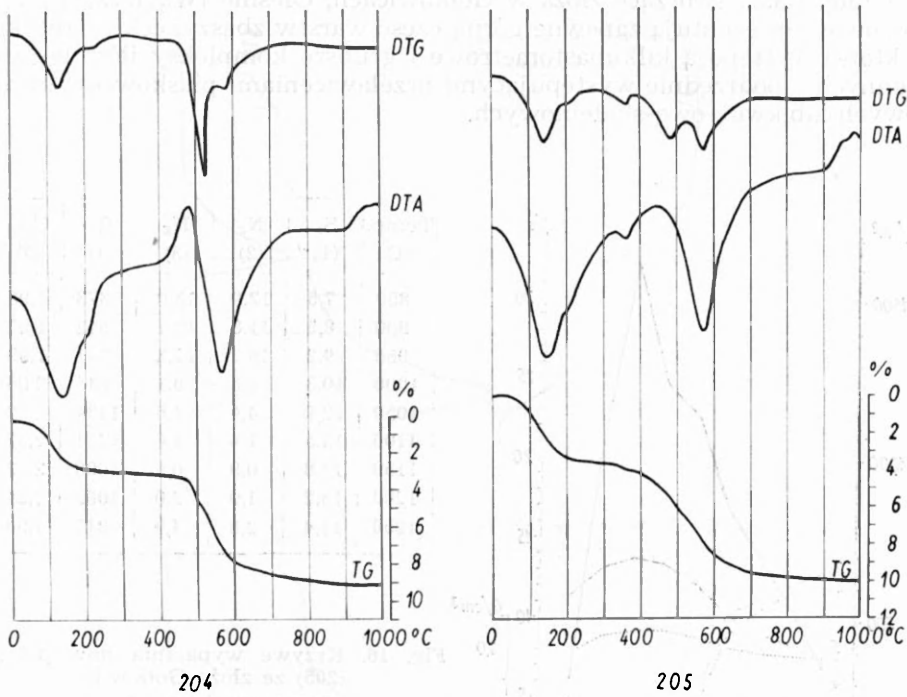


Fig. 14. Derywatogramy próbek 204 i 205 iłłów ze złoża Gołkowice
Thermal curves of clay samples 204 and 205 from the Gołkowice deposit

Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	9,5	11,6	11,9	415	1,91
900	9,9	11,7	12,2	477	1,92
950	10,0	11,2	12,2	516	1,93
1000	10,5	11,0	11,5	457	1,97
1050	11,5	8,6	9,8	475	2,02
1100	12,1	6,5	7,9	908	2,11
1150	13,5	3,9	4,8	1002	2,15
1200	13,5	3,2	4,3	1150	2,04
1250	10,6	4,8	12,1	540	1,74

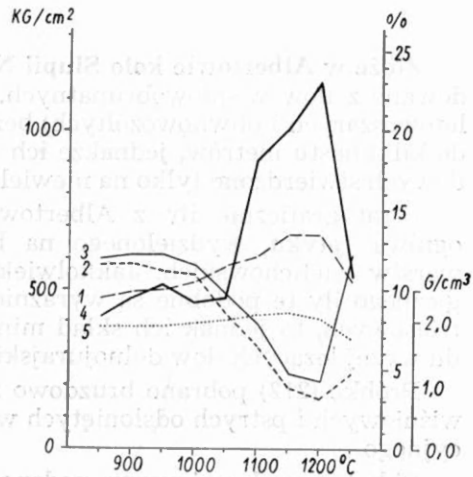
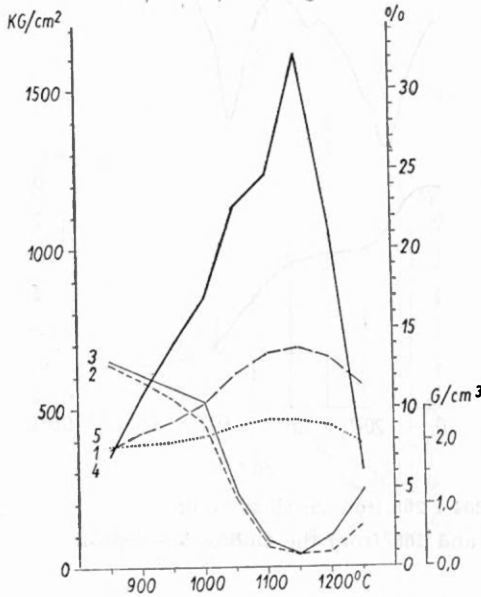


Fig. 15. Krzywe wypalania młku ilastego szarego (204) ze złoża Gołkowice
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the grey clay silt (204) from the Gołkowice deposit
Symbols as in Fig. 5

Osady ilaste tworzące złoża w Gołkowicach, Oleśnie (Wachowie) i Panoszwie reprezentują zapewne górną część warstw zbąszyneckich retyku, w której występują kilkunastometrowe i grubsze kompleksy ilów bezwapiennych z podrzędnie występującymi przeławiczeniami piaskowców kwarcowych lub kwarcowo-skaleniovych.



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	7,5	12,9	13,0	373	1,93
900	8,5	11,8	12,1	542	1,95
950	9,2	10,7	11,3	701	1,99
1000	10,3	8,5	9,1	845	2,06
1050	12,2	4,4	4,5	1134	2,22
1100	13,5	1,4	1,6	1231	2,33
1150	13,8	0,9	0,9	1608	2,33
1200	13,2	1,0	2,0	1059	2,24
1250	11,4	2,8	4,9	317	1,96

Fig. 16. Krzywe wypalania ilów pstrych (205) ze złoża Gołkowice
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the variegated clays (205)
from the Gołkowice deposit
Symbols as in Fig. 5

Złoże w Albertowie koło Słupii Nowej na południe od Kępna jest zbudowane z ilów wiśniowobrunatnych, miejscami pstrych (wiśniowych, fioletozszarych i oliwkowożółtych) bezwapiennych. Miąższość ilów dochodzi do kilkunastu metrów, jednakże ich wychodnie spod utworów czwartorzędowych stwierdzono tylko na niewielkim obszarze.

Stratygraficznie ily z Albertowa wypada zaliczyć do najmłodszego ogniwa retyku, wydzielonego na badanym obszarze, a mianowicie do warstw wielichowskich. Jakkolwiek pod względem wykształcenia litologicznego ily te podobne są wyraźnie do całego kompleksu osadów górno-triasowych, to jednak ich skład mineralny jest zbliżony bardziej do składu wyżej leżących ilów dolnojurańskich — liasowych.

Próbkę (212) pobrano bruzdowo z około pięciometrowego odcinka ilów wiśniowych i pstrych odsłoniętych w głównej ścianie wyrobiska eksploatacyjnego.

Skład granulometryczny podano w tabeli 3, derywatogram przedstawiono na figurze 25, a krzywe wypalania surowca na figurze 26.

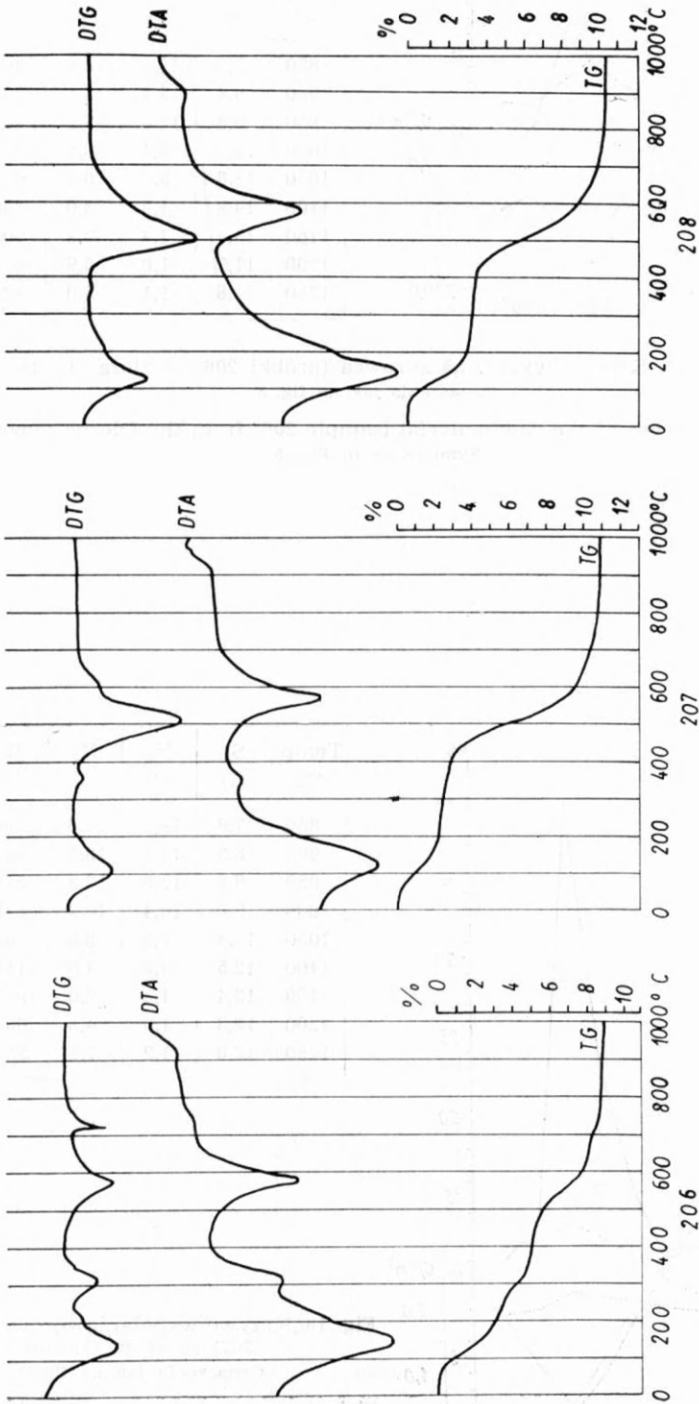
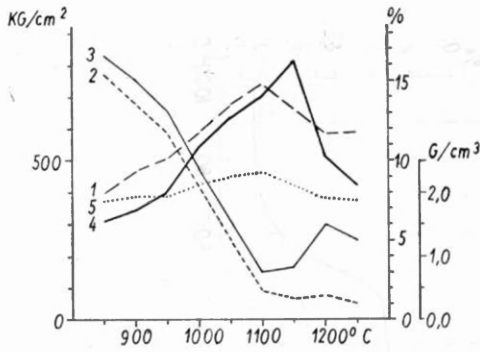


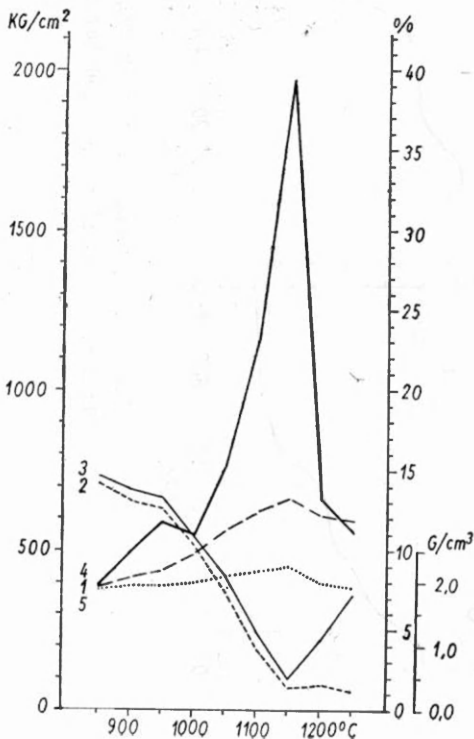
Fig. 17. Derywatogramy próbek 206, 207, 208 ze złoża Olesno w Wachowie
 Thermal curves of samples 206, 207, 208 from the Olesno deposit at Wachów



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	8,0	15,5	16,6	307	1,87
900	9,4	13,7	15,1	338	1,93
950	10,2	11,8	13,2	403	1,96
1000	11,8	8,4	9,5	544	2,13
1050	13,6	5,1	6,1	633	2,25
1100	14,8	1,9	3,0	700	2,33
1150	13,4	1,4	3,3	808	2,12
1200	11,7	1,6	5,9	518	1,91
1250	11,8	1,1	5,0	425	1,87

Fig. 18. Krzywe wypalania surowca (próbki 206) ze złoża Olesno
Oznaczenia jak na fig. 5

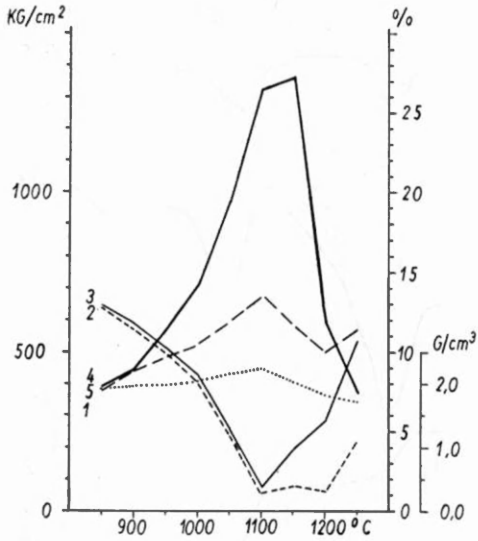
Firing curves of the raw material (sample 206) from the Olesno deposit
Symbols as in Fig. 5



Temp °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	7,6	14,2	14,6	389	1,89
900	8,3	13,1	13,8	485	1,95
950	8,7	12,8	13,3	579	1,94
1000	9,8	10,4	10,9	545	2,00
1050	11,3	7,5	8,5	760	2,11
1100	12,5	3,9	4,9	1152	2,19
1150	13,4	1,4	2,0	1922	2,27
1200	12,3	1,6	4,3	658	2,01
1250	12,0	1,2	7,2	559	1,91

Fig. 19. Krzywe wypalania surowca (próbki 207) ze złoża Olesno
Oznaczenia jak na fig. 5

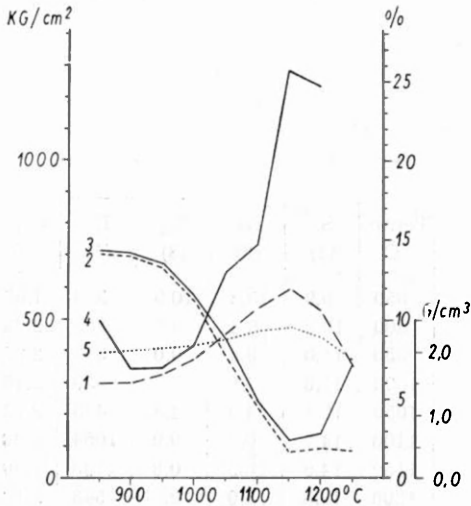
Firing curves of the raw material (sample 207) from the Olesno deposit
Symbols as in Fig. 5



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	7,6	12,8	12,9	390	1,92
900	8,8	11,5	11,8	443	1,97
950	9,7	10,0	10,3	570	1,99
1000	10,4	8,2	8,6	706	2,03
1050	11,9	4,8	5,1	969	2,17
1100	13,5	1,2	1,6	1322	2,25
1150	11,6	1,6	3,9	1361	2,02
1200	10,0	1,3	5,7	594	1,81
1250	11,4	4,4	10,8	376	1,69

Fig. 20. Krzywe wypalania surowca (próbki 208) ze złoża Olesno
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 208) from the Olesno deposit
Symbols as in Fig. 5



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	6,0	14,1	14,3	500	1,96
900	6,0	14,0	14,1	343	2,00
950	6,5	13,3	13,5	333	2,01
1000	7,5	11,3	11,5	417	2,08
1050	9,1	7,8	8,7	648	2,18
1100	10,7	4,5	4,8	734	2,31
1150	12,0	1,7	2,4	1284	2,37
1200	10,6	1,9	2,8	1234	2,21
1250	7,2	1,8	7,2	110	1,86

Fig. 21. Krzywe wypalania surowca (próbki 209) ze złoża Olesno
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 209) from the Olesno deposit
Symbols as in Fig. 5

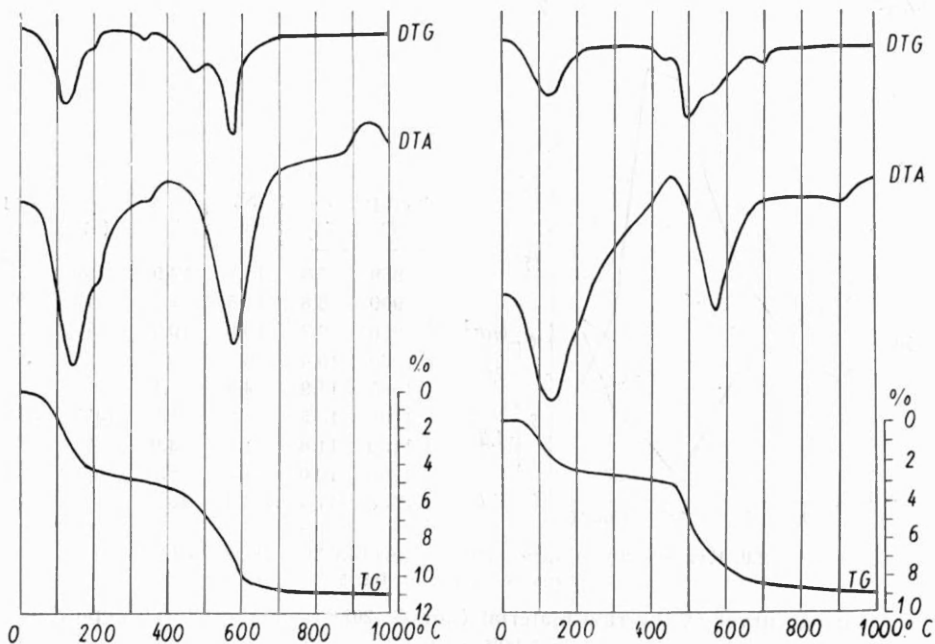
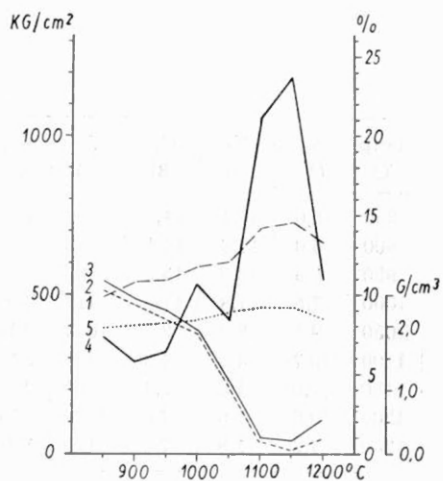


Fig. 22. Derywatogramy próbek 210 i 211 z otworu wiertniczego na złożu Patoka w Panoszowie

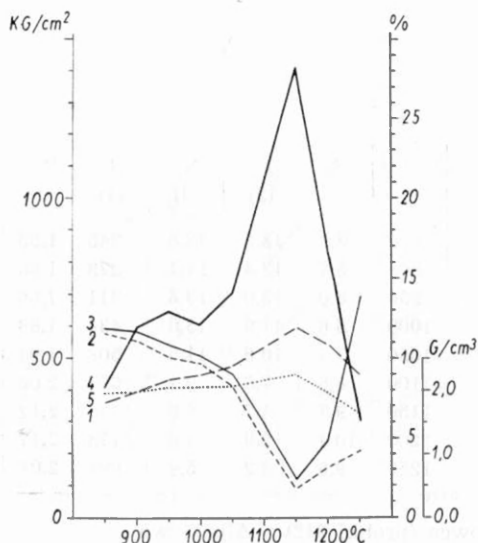
Thermal curves of samples 210 and 211 from the borehole located in the Patoka deposit at Panoszów



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	9,9	10,3	10,9	370	1,98
900	10,8	9,4	9,7	290	2,02
950	11,0	8,4	9,0	319	2,05
1000	11,8	7,6	7,7	529	2,10
1050	12,1	4,3	4,5	423	2,22
1100	14,2	0,8	0,9	1054	2,30
1150	14,5	0,3	0,8	1183	2,30
1200	13,3	1,0	2,2	548	2,12

Fig. 23. Krzywe wypalania surowca (próbki 210) ze złoża Patoka
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 210) from the Patoka deposit
Symbols as in Fig. 5



Temp °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	7,2	11,6	11,8	408	1,95
900	7,9	11,1	11,7	592	1,97
950	8,6	10,1	10,8	646	2,04
1000	8,9	9,7	10,1	611	2,05
1050	9,5	8,3	9,0	707	2,07
1100	10,7	4,9	5,8	1050	2,16
1150	11,9	1,8	2,4	1401	2,25
1200	10,9	3,1	4,8	830	1,96
1250	9,0	4,2	13,8	315	1,63

Fig. 24. Krzywe wypalania surowca (próbki 211) ze złoża Patoka
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 211) from the Patoka deposit
Symbols as in Fig. 5

Tabela 4

Skład chemiczny ilów ze złoża Panoszów (Patoka)

Chemical composition of the clays from the Panoszów deposit (Patoka)

Składniki	Zawartość w % wag.	
	Odmiana	
	Czerwona	Szara
SiO ₂	62,63	66,60
Al ₂ O ₃	16,91	17,26
TiO ₂	1,21	1,23
Fe ₂ O ₃	8,38	4,51
CaO	0,44	0,66
MgO	0,91	1,01
Na ₂ O	0,04	śl.
K ₂ O	1,74	2,45
Str. przy praż.	7,56	6,04

Analizy według Z. Tokarskiego

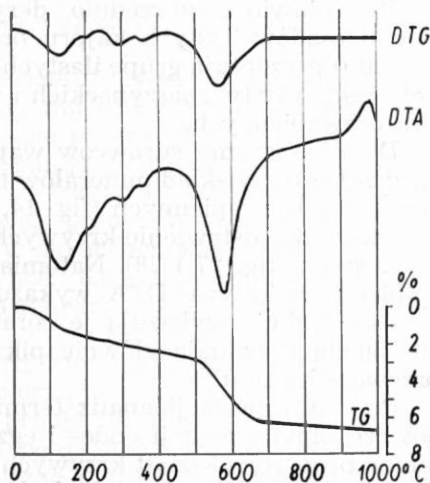
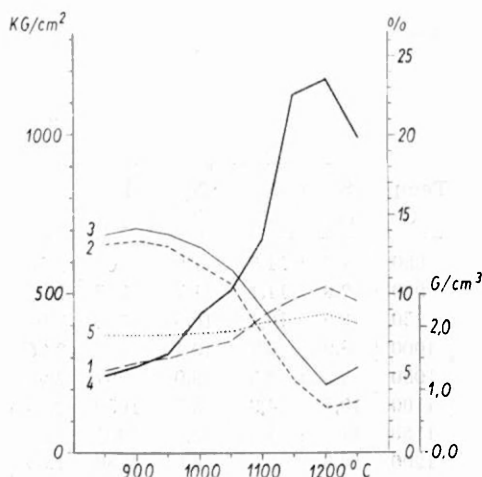


Fig. 25. Derywatogram próbki 212 z Albertów

Thermal curves of sample 212 from Albertów



Temp. °C	S _c (1)	N _z (2)	N _g (3)	R _c (4)	C _{obj} (5)
850	5,2	13,2	13,8	245	1,85
900	5,7	13,4	14,1	273	1,85
950	6,0	13,0	13,8	311	1,86
1000	6,6	11,9	13,0	434	1,88
1050	7,1	10,6	11,6	508	1,91
1100	8,6	7,6	9,1	677	2,06
1150	9,7	4,7	6,6	1136	2,12
1200	10,4	2,9	4,3	1173	2,17
1250	9,6	3,2	5,4	994	2,04

Fig. 26. Krzywe wypalania surowca (próbki 212) z Albertowa
Oznaczenia jak na fig. 5

Firing curves of the raw material (sample 212) from Albertów
Symbols as in Fig. 5

OGÓLNY SKŁAD MINERALNY OSADÓW ILASTYCH

Określenie składu mineralnego badanych próbek ma charakter orientacyjny. Zmierzają one jedynie do poznania głównych składników i ich względnych proporcji. Jest ono oparte na wynikach analizy granulometrycznej (tab. 3) i derywatograficznej surowców oraz termicznej analizie różnicowej poszczególnych frakcji.

Przedstawione uprzednio derywatogramy pozwalają stwierdzić, że próbki osadów ilastych kajpru oraz dolnej części warstw zbąszyneckich retyku reprezentują grupę ilastych surowców wapnistych, próbki zaś z górnej części warstw zbąszyneckich i warstw wielichowskich — grupę surowców bezwapiennych.

Derywatogramy surowców wapnistych (fig. 4, 7, 9, 11 i 13) wykazują bardziej złożony skład minerałów termicznie czynnych niż derywatogramy surowców bezwapiennych (fig. 14, 17, 22, 25). Wobec powyższego uznano za celowe przedstawienie krzywych DTA poszczególnych frakcji surowców wapnistych (fig. 27 i 28). Natomiast w przypadku próbek surowców bezwapiennych krzywe DTA wykazują te same efekty, z tym że coraz to grubsze frakcje wykazują je coraz słabiej, tak że krzywe te dla frakcji 10—60 μm ujawniają głównie pik w 575°C wskazujący na zdecydowaną przewagę kwarcu.

Przy interpretacji analiz termicznych brano pod uwagę temperaturę poszczególnych reakcji endo- i egzotermicznych, ich intensywność i wzajemne proporcje, kształt krzywych oraz wielkość strat przy prażeniu związanych z dehydratacją, dehydroksylacją i dysocjacją oraz ich proporcje; wykorzystano przy tym prace takich autorów jak: D. Schultze (1974), L. Stoch (1974) i inni.

Derywatogramy i krzywe DTA frakcji surowców wapnistych pozwalają na sformułowanie następującego poglądu o ich składzie mineralnym:

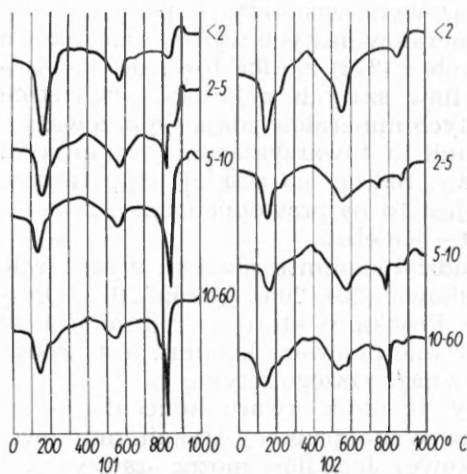


Fig. 27. Krzywe DTA poszczególnych frakcji próbek 101 z Lipia Śląskiego i 102 z Jeżowej

DTA curves of the individual grades of sample 101 from Lipie Śląskie and of sample 102 from Jeżowa

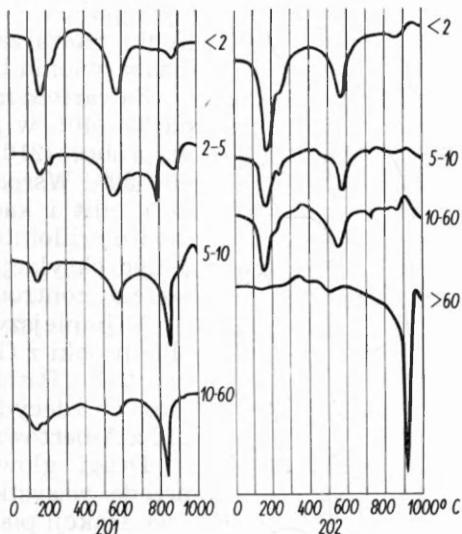


Fig. 28. Krzywe DTA poszczególnych frakcji próbek 201 z Ligoty Dolnej i 202 z Kocur

DTA curves of the individual grades of sample 201 from Ligota Dolna and of sample 202 from Kocury

We wszystkich próbkach dominującym ilościowo składnikiem są minerały ilaste. Znaczna ich część, co zaobserwowano wykonując analizę zawartości marglu, a co potwierdzają krzywe DTA poszczególnych frakcji, jest związana w agregatach ilasto-kalcytowych różnej wielkości. To sprawia, że analizy granulometryczne (tab. 3) wykazują dosyć małą ilość frakcji ilowej ($< 2 \mu\text{m}$).

Głównym minerałem ilastym jest beidellit, często na pozycjach wymiennych z Mg i Ca lub Ca. Towarzyszy mu illit i prawdopodobnie kaolinit. Najbardziej „beidellitowa” wydaje się próbka 101 z Lipia Śląskiego. Głównym minerałem węglanowym jest kalcyt. W próbce 101 z Lipia Śląskiego towarzyszy mu skoncentrowany we frakcji 10—60 μm dolomit i oba te minerały stanowią nieco ponad 16% wag. próbki. W próbce 202 z Kocur prawie cały kalcyt (8,2%) jest skupiony w okruchach wapiennych. W pozostałych próbkach zawartość kalcytu wynosi: 6,8% — w próbce (102) z Jeżowej, 13,4% — w próbce (103) z Krasiejowa, 11,4% — w próbce (201) z Ligoty Dolnej.

Istotnym składnikiem jest też kwarc, którego większa ilość zaznacza się charakterystyczną reakcją endotermiczną w temperaturze 575°C jedynie na krzywej DTA frakcji 10—60 μm próbki 102 (fig. 27).

Dodatkowymi składnikami bardzo słabo dającymi znać o sobie na krzywych DTA i DTG są substancje organiczne i zupełnie podrzędnie występujące siarczki żelaza.

Skład granulometryczny, derywatogramy i krzywe DTA poszczególnych frakcji, a szczególnie frakcji $< 2 \mu\text{m}$ surowców bezwapiennych (fig. 29) pozwalają sądzić, że zawierają one głównie minerały ilaste i kwarc

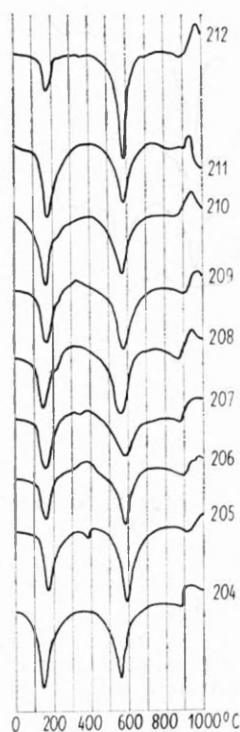


Fig. 29. Krzywe DTA frakcji $< 2 \mu\text{m}$ próbek 204—214

DTA curves of grades $< 2 \mu\text{m}$ of samples 204—214

występujące w zmiennych proporcjach, a ponadto tlenki żelaza zaznaczające się szczególnie w osadach o zabarwieniu brązowym, wiśniowym i pstrym.

Zawartość minerałów ilastych wynosi szacunkowo od 35—40% w próbce (212) z Albertowa do 65—70% w próbce (210) ilów szarych z Patoki, przeciętnie 40—50%. Wśród tych minerałów zdają się przeważać dwa: illit i kaolinit, a towarzyszącym jest minerał montmorillonitowy. Sądząc po niskiej temperaturze dehydroksylacji jest to najprawdopodobniej minerał szeregu nontronit—beidellit.

Najmniejszy udział kaolinitu zdają się wykazywać obie próbki z Gołkowic (204, 205), próbka 207 z Olesna i 211 z Patoki. Próbką, w której wśród minerałów ilastych zdecydowanie przeważa kaolinit, jest próbka 212 z Albertowa, z najwyższego retyku.

Drugi główny składnik kwarc koncentruje się przede wszystkim w najgrubszej frakcji mułkowej i we frakcji piaskowej. Jego ilość można szacować na 25—55%.

Ponadto istotnym składnikiem odmian wiśniowych i brązowych surowców bezwapiennych retyku są związki żelaza. Analizy chemiczne wykazują w nich 8—12,6% Fe_2O_3 , tj. przynajmniej dwa razy więcej niż w odmianach szarych i szarozielonych. Występują one w postaci tlenków bezwodnych i częściowo uwodnionych (zapewne getytu) w formie drobno rozproszonej, jako otoczki na ziarnach kwarcu i drobne kongregacje widoczne makroskopowo we frakcji piaskowej. Niewykluczone jest również, jak można wnosić z krzywych DTA najgrubszej frakcji, występowanie niewielkich ilości częściowo utlenionych sferolitów syderytowych.

Poza tymi składnikami można jeszcze wymienić muskowit (serycyt) widoczny makroskopowo w okruchach mułowców, kalcyt występujący w śladowych ilościach w okruchach niektórych mułowców i substancję organiczną, obfitszą w odmianach szarych.

Dla potrzeb praktycznych, by ocenić przydatność przemysłową badanych skał ilastych, zastosowano za R. Wyrwickim (1971, 1973, 1974) podział na trzy rodzaje tworzywa ceramicznego: porowate, spieczone i spęcznione. Podstawą tego podziału jest wielkość nasiąkliwości oznaczona metodą moczenia (N_z).

Tworzywo porowate otrzymuje się z obu odmian skał ilastych — wapienistych i bezwapiennych od $t_p = 850^\circ\text{C}$ do t_k , w której tworzywo osiąga nasiąkliwość $N_z = 6,0\%$ wag. Tę bowiem wielkość przyjęto za graniczną między tworzywem porowatym ($N_z = 6,0\%$ wag.) a spieczonym ($N_z = 6,0—0\%$ wag.).

Tworzywo spieczone otrzymuje się w dalszym etapie fazy spiekania do temperatury maksymalnego spiekania.

Tworzywo spęcznione otrzymuje się w fazie pęcznienia termicznego. Pełny zakres wypalania tworzywa spęcznionego poznano tylko w próbkach osadów wapienistych.

RODZAJE I WŁASNOŚCI TWORZYWA CERAMICZNEGO

Zbadanie wszystkich próbek jednakowymi metodami i w jednym laboratorium sprawia, że uzyskane wyniki są porównywalne. Można zatem pokusić się o próbę uchwycenia choćby ogólnych zależności między składem petrograficznym surowca, a własnościami fizycznymi tworzywa oraz zróżnicowania tych własności w poszczególnych częściach badanej serii. Dlatego też przedstawiając własności fizyczne tworzywa ceramicznego w odpowiednich tabelach, zgrupowano wyniki z różnych poziomów stratygraficznych triasu górnego z jednoczesnym rozbiciem na trzy wymienione uprzednio rodzaje tworzywa: porowate, spieczone i spęcznione. Wyniki badań są następujące:

TWORZYWO POROWATE

Z własności fizycznych tworzywa porowatego zestawionych w tabeli 5 zasługują na uwagę: dosyć mała zmienność maksymalnej nasiąkliwości i ciężaru objętościowego, ich zróżnicowanie w poszczególnych częściach serii oraz duże zróżnicowanie wytrzymałości na ściskanie, zarówno wartości minimalnych, jak i maksymalnych.

Nasiąkliwość maksymalna tworzywa wypalonego z ilów z górnej części serii jest bardzo mało zróżnicowana (10,3—12,9%) i przeciętnie biorąc, jest najmniejsza. Nasiąkliwość tworzywa ze środkowej części wykazuje większe zróżnicowanie (12,8—18,1%) i jest przeciętnie biorąc największa. Natomiast wartości nasiąkliwości tworzywa z dolnej części zajmują pozycję pośrednią.

Porównując skład granulometryczny próbek z poszczególnych części serii (tab. 3) z odpowiednimi wielkościami nasiąkliwości (tab. 5) można zauważyć, że najmniejsza nasiąkliwość odpowiada największej zawartości frakcji $< 2 \mu\text{m}$ (próbka 210), największa nasiąkliwość zaś — najmniejszej ilości frakcji $< 2 \mu\text{m}$ (próbka 212); analogiczna współzależność tych wartości występuje w próbkach 208 i 201 oraz w próbkach 101 i 102. Można zatem wyciągnąć wniosek, że wielkość nasiąkliwości maksymalnej tworzywa porowatego jest w znacznej mierze zależna od zawartości frakcji ilastej w surowcu.

Ciężar objętościowy (zarówno jego wartość maksymalna, jak i minimalna) jest przeciętnie biorąc największy w próbkach 204—212 a najmniejszy w próbkach 101—104. Ta własność tworzywa porowatego wyraźnie zależy od wapnistości surowca. Surowce wapniste dają tworzywo porowate o najmniejszym ciężarze objętościowym od 1,71—1,85 G/cm³ do 1,87—2,03 G/cm³, gdy tymczasem surowce bezwapienne od 1,87—1,98 G/cm³ do 2,09—2,24 G/cm³. W tych ostatnich na obniżenie ciężaru objętościowego zdaje się wyraźnie wpływać większa zawartość frakcji piaskowej (próbki 211 i 212), a na wzrost — większa zawartość żelaza (próbki 209 i 210).

Wytrzymałość na ściskanie jest wyraźnie zróżnicowana. Tworzywo wypalone z surowców wapnistych szarych (próbki 101, 102, 103) wykazuje wyraźnie najmniejsze wartości zarówno minimalne, jak i maksymalne. Jednocześnie wypada przypomnieć, że tworzywo to osiąga większą wytrzymałość dopiero pod koniec zakresu wypalania, tj. w temperaturze 1070—1120°C (fig. 8 i 12). Natomiast na wytrzymałość tworzywa wypalonego

Tabela 5

Własności fizyczne tworzywa porowatego
Physical properties of the porous product

Nazwa złoża	Nr próbki	Nasiąkliwość w % wag.		Wytrzymałość na ściskanie w kg/cm^2	Ciężar objętościowy w G/cm^3
		N_z	N_g		
Albertów	212	13,2—6,0	13,8— 7,8	245— 890	1,85—2,09
Panosów (Patoka)	211	11,6—6,0	11,8— 7,0	410— 900	1,95—2,13
	210	10,3—6,0	10,9— 6,6	290— 530	1,98—2,13
	209	14,1—6,0	14,3— 6,6	335— 690	1,96—2,24
Olesno	208	12,8—6,0	12,9— 6,5	390— 860	1,92—2,11
	207	14,2—6,0	14,6— 6,6	390— 920	1,89—2,13
	206	15,5—6,0	16,6— 7,1	305— 605	1,87—2,16
	205	12,9—6,0	13,0— 6,6	375—1010	1,93—2,15
Gołkowice	204	11,7—6,0	12,2— 7,1	415— 925	1,91—2,12
	201	18,1—6,0	18,5— 8,0	115— 520	1,79—2,03
Jeżowa	102	14,5—6,0	15,3—10,0	215— 550	1,76—1,93
Lipie Śląskie	101	11,7—5,7	13,8— 8,1	170— 305	1,71—1,87
Krasiejów	104	14,4—6,0	15,4— 8,0	540— 690	1,72—1,87
	103	13,1—6,0	13,2— 6,6	200— 430	1,85—1,93

N_z — nasiąkliwość oznaczona metodą moczenia,

N_g — nasiąkliwość oznaczona metodą gotowania

z surowców bezwapiennych zdaje się wpływać obniżająco większa zawartość frakcji piaskowej ($> 60 \mu\text{m}$) — próbki 211 i 212 oraz okruchów mułowca — próbka 206.

Tworzywo porowate we wszystkich zbadanych przypadkach wykazało dobrą odporność na działanie mrozu. Wyjątek stanowi próbka z Ligoty Dolnej koło Kluczborka wykazująca słabą odporność, co jest spowodowane obecnością okruchów wapieni w postaci ziarn większych od $0,5 \text{ mm}$, tzw. marglu.

TWORZYWO SPIECZONE

Skrajne wartości poszczególnych parametrów tworzywa spieczonego, odczytane z krzywych wypalania surowca, przedstawiono w tabeli 6. W zestawieniu tym zaznacza się przede wszystkim wyraźne zróżnicowanie maksymalnej wytrzymałości na ściskanie tworzywa wypalonego z surowców wapnistych (próbki 102, 103, 104 i 201) i z surowców bezwapiennych (próbki 204—212).

Wytrzymałość ta w surowcach wapnistych wykazuje znaczne wahania ($300\text{—}1125 \text{ kG/cm}^2$) i jest przeciętnie biorąc znacznie mniejsza niż w surowcach bezwapiennych.

Maksymalna wytrzymałość tworzywa z surowców bezwapiennych jest bardziej ustabilizowana i duża ($> 1150 \text{ kG/cm}^2$). Najmniejszą wartość wytrzymałości wykazuje tworzywo wypalone z surowca zawierającego najwięcej, bo ponad 8% okruchów mułowca i drobnych kongrecji żelazistych (próbka 206). Największą wytrzymałością odznaczają się próbki nie zawierające okruchów mułowca i najmniej frakcji piaskowej (tab. 3 i 5, próbki 205 i 207).

Tak więc zależność wytrzymałości tworzywa spieczonego od wapnistości surowca i zawartości frakcji grubych, w tym również ziarn większych od 2 mm , jest analogiczna jak w przypadku tworzywa porowatego.

Drugim istotnym parametrem jest minimalna nasiąkliwość tworzywa spieczonego. Jest ona znacznie zróżnicowana. Punkty projekcyjne na wykresie zależności nasiąkliwości od ilości frakcji większej od $60 \mu\text{m}$ (fig. 30) układają się liniowo, wskazując na prostą zależność nasiąkliwości N_z od ilości tej frakcji, przy czym wydaje się to niezależne od wapnistości.

Ciężar objętościowy tworzywa maksymalnie spieczonego jest nader wysoki. Najmniejszą wartość wykazuje tworzywo wypalone z surowców wapnistych, podobnie jak w przypadku tworzywa porowatego. Największą wartość wykazuje natomiast tworzywo wypalone z surowców bezwapiennych i bardziej żelazistych.

Tworzywo spieczone otrzymane z wszystkich próbek wykazało bardzo dobrą odporność na działanie mrozu.

Reasumując można powiedzieć, że z surowców wapnistych otrzymuje się tworzy-

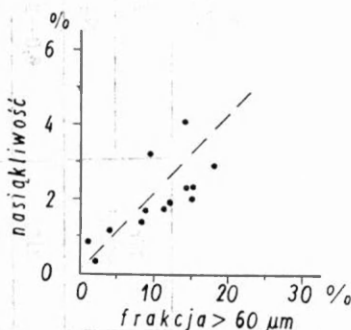


Fig. 30. Zależność N_z tworzywa maksymalnie spieczonego od zawartości w surowcu frakcji $> 60 \mu\text{m}$

Dependence between N_z of the maximally baked product and the $> 60 \mu\text{m}$ grade content in the raw material

Tabela 6

Własności fizyczne tworzywa spieczzonego
Physical properties of the vitreous product

Nazwa zioła	Nr próbki	Nasiąkliwość w % wag.		Wytrzymałość na ściskanie w kG/cm ²	Ciężar objętościowy w G/cm ³
		N _z	N _g		
Albertów	212	6,0—2,9	7,8—4,3	890—1175	2,09—2,17
Panoszów (Patoka)	211	6,0—1,8	7,0—3,4	900—1400	2,13—2,25
	210	6,0—0,3	6,6—0,8	425—1185	2,13—2,30
	209	6,0—1,7	6,6—2,4	690—1285	2,24—2,37
Olesno	208	6,0—1,2	6,5—1,6	860—1360	2,11—2,25
	207	6,0—1,4	6,6—2,0	920—1920	2,13—2,27
	206	6,0—1,9	7,1—3,0	605—810	2,16—2,33
		6,0—0,9	6,6—0,9	1010—1610	2,15—2,33
Gołkowice	204	6,0—3,2	7,1—4,3	925—1150	2,12—2,15
	201	6,0—2,3	8,0—3,7	520—650	2,03—2,11
Jeżowa	102	6,0—4,1	10,0—7,7	550—685	1,93—1,99
Lipie Śląskie	101	nie otrzymuje się			
Krasiejów	104	6,0—3,0	3,0—3,9	690—1125	1,87—1,92
	103	6,0—3,4	6,6—3,5	240—300	1,93—1,95

wo spieczone o najniższych parametrach lub gdy surowiec jest silnie wapnisty nie otrzymuje się go w ogóle. Natomiast z surowców bezwapniennych otrzymuje się tworzywo o dużej wytrzymałości i umiarkowanej nasiąkliwości, przy czym wydaje się że wielkość nasiąkliwości tworzywa maksymalnie spieczonego zależy od ilości w surowcu frakcji większej od $60 \mu\text{m}$: im jest jej mniej, tym nasiąkliwość jest bliższa 0, im więcej, tym nasiąkliwość większa i bliższa górnej granicy dla tworzywa spieczonego, tj. 6% wag.

TWORZYWO SPĘCZNIONE

Proces pęcznienia termicznego zanotowano we wszystkich próbkach z wyjątkiem próbki surowca najbardziej wapnistego z Lipia Śląskiego. Cechą najistotniejszą tego procesu, umożliwiającą dokonanie oceny surowcowej, jest intensywność pęcznienia. Miarą zaś intensywności jest ciężar objętościowy.

Ciężar objętościowy tworzywa maksymalnie spęcnionego w stosowanym zakresie wypalania, tj. do temperatury 1250°C jest dosyć duży. W górnej części retyku waha się od $1,63\text{--}2,19 \text{ G/cm}^3$ i przeciętnie jest bliski 2 G/cm^3 ; w niższej natomiast części retyku i w kajprze zawiera się między $1,69$ a $2,04 \text{ G/cm}^3$ i przeciętnie wynosi $1,96 \text{ G/cm}^3$.

Tak duże wartości ciężaru objętościowego wskazują na bardzo słabe pęcznienie termiczne badanych surowców, zazwyczaj tak słabe, że współczynnik pęcznienia termicznego nie przekracza 1,5. Wartości pozostałych parametrów w tym stanie rzeczy nie mają zatem większego, praktycznego znaczenia.

WŁASNOŚCI TECHNOLOGICZNE ILÓW

Badane próbki pochodzące zarówno z odsłoneń, jak i z płytkich otworów wiertniczych będąc w stanie powietrznie suchym, nawilżone bardzo szybko chłoneły wodę i samoistnie rozdrabniały się z wyjątkiem zlityfikowanych okruców mułowców i wapieni. Dobrze też poddawały się procesowi uplastycznienia.

Przyjmują one na ogół niedużą ilość wody zarobowej 18—32%, najczęściej 20—25%. Skurczliwość wysychania badanych surowców wynosiła 5,5—9,8%, a zatem można je zaliczyć do średnioplastycznych i plastycznych.

Z analizy zależności wielkości skurczliwości od zawartości w surowcu frakcji mniejszej od $2 \mu\text{m}$ (fig. 31) wynika, że surowce o podobnej zawartości omawianej frakcji wykazują bardzo zróżnicowaną skurczliwość i odwrotnie: tą samą wielkością skurczliwości odznaczają się surowce o różnej zawartości frakcji ilastej. Przyczyny tego stanu rzeczy należy upatrywać z jednej strony w różnych proporcjach beidellitu do illitu i kaolinitu, z drugiej zaś w występowaniu w surowcach wapnistych agregatów ilasto-węglanowych, które zubożają surowiec we frakcję mniejszą od $2 \mu\text{m}$.

Badane surowce nie wykazały wrażliwości na suszenie. Wytrzymałość na ściskanie po wysuszeniu do stanu powietrznie suchego (tab. 7) wynosi 28—62 kG/cm^2 ; wyraźnie większe wartości wykazują surowce bogatsze w minerały ilaste.

**Własności technologiczne
Technological properties of**

Piętro	Warstwy	Nazwa złoża	Nr próbki	Skurczliwość wysychania %	Woda zarobowa %	Wytrzymałość na ściskanie po wysuszeniu w 20° kG/cm ²
Retyk	wielichowskie	Albertów	212	5,8	21,6	r 37
	zbąszyneckie część górna	Panoszków (Patoka)	211	7,2	22,4	no
			210	8,9	26,6	no
		Olesno	209	5,6	18,2	no
			208	7,6	23,2	60
			207	7,4	23,0	58
			206	7,3	27,6	62
	Gołkowice	205	7,7	24,5	60	
		204	9,8	21,1	51	
	zbąszyneckie część dolna	Kocury Ligota Dolna	202	8,9	28,9	
			201	5,5	21,0	no
		Jeżowa	102	7,1	24,4	28
	jarkowskie?	Lipie Śląskie	101	9,8	32,4	40
Kajper	gipsowe górne	Krasiejów	104	7,0	24,5	no
			103	7,5	25,9	no

* S_c — skurczliwość całkowita

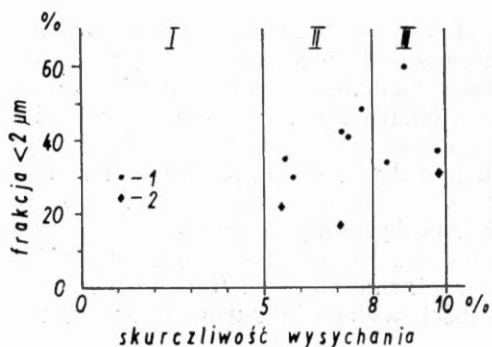


Fig. 31. Zależność skurczliwości wysychania od zawartości w surowcu frakcji $< 2 \mu\text{m}$

Surowce: I — chude, II — średnioplastyczne, III — plastyczne, 1 — bezwapienne, 2 — wapieniste

Dependence between the shrinkage on disiccation and the $< 2 \mu\text{m}$ grade content in the raw material

Raw materials: I — lean, II — medium-plastic, III — plastic, 1 — limeless, 2 — limy

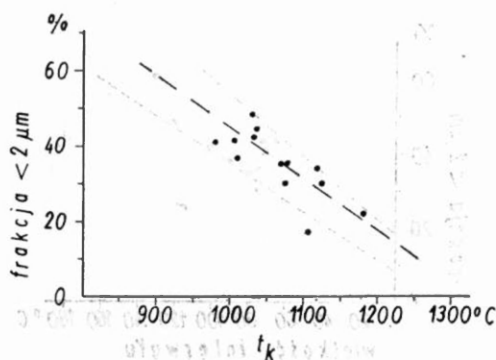
Tabela 7

surowców triasu górnego
the Upper Triassic raw materials

Tworzywo porowate			Tworzywo spieczone				
S _c *	Zakres wypalania °C		S _c	Zakres wypalania °C		Interwały wypalania °C	
	t _p	t _k		t _p	t _k		
5,2— 9,1	850—1125		275	9,1—10,4	1125—1200		75
7,2—10,2	850—1080		230	10,2—11,9	1080—1150		70
9,9—11,9	850—1020		170	11,9—14,5	1020—1150		130
6,0—10,0	850—1075		225	10,0—12,0	1075—1150		75
7,6—11,2	850—1030		180	11,2—13,5	1030—1100		70
7,6—11,6	850—1070		220	11,6—13,4	1070—1150		80
8,0—13,0	850—1035		185	13,0—14,8	1035—1100		65
7,5—11,3	850—1030		180	11,3—13,8	1030—1150		120
9,5—12,4	850—1110		260	12,4—13,5	1110—1200		90
10,1— no	850— no		no	no —16,6	no —1050		no
5,5— 9,2	850—1180		330	9,2— 9,6	1180—1200		20
7,0— 9,6	850—1105		255	9,6—10,2	1105—1125		20
12,5—12,8	850—1120		270	—	—		—
8,2—10,3	850—1070		220	10,3—11,0	1070—1100		30
9,3—10,9	850—1070		220	10,9—11,4	1070—1100		30

Fig. 32. Zależność t_k tworzywa porowatego od zawartości w surowcu frakcji < 2 μm

Dependence between t_k of the porous product and the < 2 μm grade content in the raw material



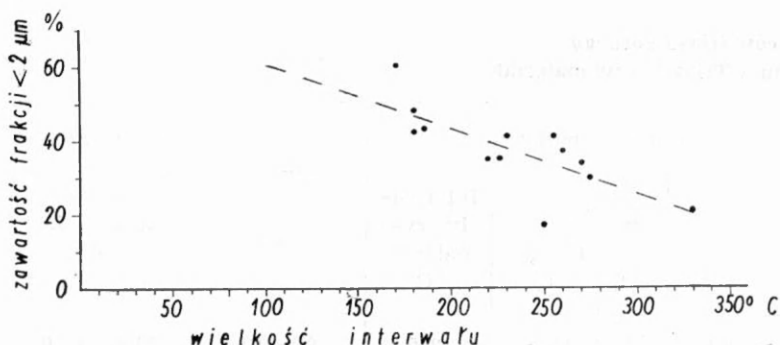


Fig. 33. Zależność wielkości interwału wypalania tworzywa porowatego od zawartości w surowcu frakcji $< 2 \mu\text{m}$

Dependence between the firing interval of the porous product and the $< 2 \mu\text{m}$ grade content in the raw material

Surowce wapniste mają bardzo niską temperaturę topnienia, natomiast bezwapienne znajdują się na pograniczu nisko- i wysokotopliwych. Różne są również w obu grupach surowców zakresy i interwały wypalania poszczególnych rodzajów tworzywa ceramicznego.

Zakresy i interwały wypalania tworzywa porowatego wynoszą: temperatura początkowa $t_p = 850^\circ\text{C}$, jako najniższa ze stosowanych i jednakowa dla wszystkich próbek, temperatura końcowa t_k , tj. ta w której wypalone tworzywo osiąga $N_z = 6,0\%$, wynosi od 1020 do 1200°C (tab. 7). Tak znaczne wahania wynikają z różnic w składzie mineralnym. Szczególnie dobrze jest to widoczne na wykresie zależności t_k tworzywa porowatego (a zarazem t_p spieczonego) od zawartości frakcji mniejszej od $2 \mu\text{m}$, skupiającej większość minerałów ilastych (fig. 32). Punkty projekcyjne na tym wykresie układają się kierunkowo, wskazując, że wysokość temperatury jest na ogół odwrotnie proporcjonalna do ilości minerałów ilastych.

Interwał wypalania tworzywa porowatego wynosi 170 — 330°C , a jego wielkość jest odwrotnie proporcjonalna do ilości minerałów ilastych, co ilustruje figura 33.

W tym miejscu należy zwrócić uwagę na to, że interwał ten dla surowców wapnistych jest większy (255 — 330°C) niż dla surowców bezwapiennych (170 — 275°C).

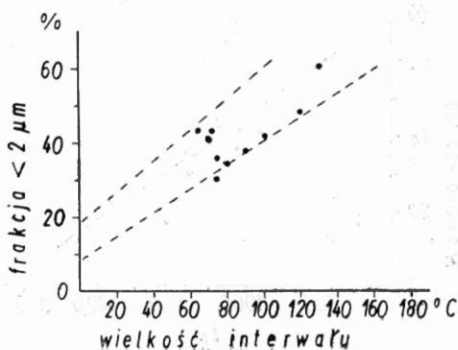


Fig. 34. Zależność wielkości interwału wypalania tworzywa spieczonego od zawartości frakcji $< 2 \mu\text{m}$ w surowcach bezwapiennych

Dependence between the firing interval of the vitreous product and the $< 2 \mu\text{m}$ content in the limeless raw materials

Zakres wypalania tworzywa spieczonego wynosi: $t_p = 1020\text{--}1180^\circ\text{C}$ a t_k , w której tworzywo spieka się maksymalnie $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$, przy czym połowa próbek wykazała $t_k = 1150^\circ\text{C}$.

Interwał wypalania tworzywa spieczonego jest wyraźnie zróżnicowany w zależności od wapnistości surowców. Dla surowców wapnistych wynosi on od 0 do 20°C , natomiast dla bezwapiennych od 65 do 130°C i jest proporcjonalny do zawartości frakcji mniejszych od $2\ \mu\text{m}$ (fig. 34).

Zjawisko pęcznienia termicznego w surowcach wapnistych nie występuje, albo też ma miejsce w zakresie wypalania $1125\text{--}1150^\circ\text{C}$ lub $1200\text{--}1225^\circ\text{C}$, w obu wypadkach interwał wynosi 25°C . Zakres otrzymywania tworzywa spieczonego z surowców bezwapiennych wynosi: $t_p = 1150\text{--}1200^\circ\text{C}$ do $t_k = 1250^\circ\text{C}$, interwał wypalania zaś $50\text{--}100^\circ\text{C}$.

PODSUMOWANIE

Badania ceramiczne wykazały, że w obrębie osadów górnego triasu monokliny śląsko-krakowskiej, na obszarze między Kępem a Tarnowskimi Górami, występują dwie podstawowe grupy surowców ilastych: wapniste i bezwapienne, a ponadto ily bezwapienne zawierające rozproszone, słabo obtoczone ziarna wapieni, tzw. margiel, dyskwalifikujące przydatność tych ilów jako surowców ceramicznych.

Surowce wapniste odznaczają się bardzo niską temperaturą topnienia (najczęściej 1150°C , wyjątkowo do 1250°C) dużym interwałem wypalania tworzywa porowatego ($220\text{--}330^\circ\text{C}$), brakiem lub bardzo małym interwałem wypalania tworzywa spieczonego ($0\text{--}30^\circ\text{C}$) i brakiem lub bardzo słabym pęcznieniem termicznym, często połączonym z jednoczesnym topnieniem.

Tworzywo porowate otrzymane z surowców wapnistych charakteryzuje się:

— dosyć małą i prawie stałą w znacznej części interwału wypalania wytrzymałością na ściskanie równą $115\text{--}280\ \text{kG/cm}^2$, rzadko większą $350\text{--}540\ \text{kG/cm}^2$. Wytrzymałość ta dopiero pod koniec fazy wypalania wzrasta do $300\text{--}690\ \text{kG/cm}^2$;

— nasiąkliwością od $11,7\text{--}18,1\%$ do $6,0\%$ wag. stałą i dużą w znacznej części interwału wypalania lub malejącą wraz z postępem temperatury;

— ciężarem objętościowym od $1,71\text{--}1,85$ do $1,87\text{--}2,03\ \text{G/cm}^3$, mało zmieniającym się wraz ze wzrostem temperatury wypalania.

Tworzywo spieczone otrzymane z surowców wapnistych charakteryzuje się:

— dużą jak dla tego rodzaju tworzywa minimalną nasiąkliwością ($2,3\text{--}4,1\%$) i dosyć małą wytrzymałością na ściskanie, maksymalnie $300\text{--}690\ \text{kG/cm}^2$, wyjątkowo $1125\ \text{kG/cm}^2$.

Te własności tworzywa spieczonego, a przede wszystkim bardzo mały interwał jego otrzymywania nie pozwalają zaliczyć surowców wapnistych jako przydatnych do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym.

Surowce bezwapienne odznaczają się temperaturą topnienia na pograniczu surowców nisko- i wysokotopliwych, znacznym interwałem wypalania tworzywa porowatego ($170\text{--}275^\circ\text{C}$) dosyć dużym interwałem wypalania tworzywa spieczonego ($65\text{--}130^\circ\text{C}$), przy czym im surowiec bogatszy

w minerały ilaste, tym ten interwał jest większy; występowaniem zjawiska pęcznienia termicznego, choć pęcznienie jest bardzo słabe i współczynnik pęcznienia nie przekracza 1,5.

Tworzywo porowate otrzymane z surowców bezwapiennych charakteryzuje się:

— wytrzymałością na ściskanie od 215—415 kG/cm², najczęściej ponad 300 kG/cm², rosnącą w miarę zwiększania temperatury wypalania do 530—1010 kG/cm²;

— nasiąkliwością od 10,3—15,5% malejącą do 6,0% wraz ze wzrostem temperatury;

— ciężarem objętościowym zwiększającym się od 1,85—1,98 G/cm³ do 2,06—2,24 G/cm³.

Tworzywo spieczone otrzymane z surowców bezwapiennych wykazuje:

— minimalną nasiąkliwość od 0,3—3,2%, najczęściej 1,2—2,0%, przy czym wielkość ta zależy od ilości frakcji piaskowej: im surowiec zawiera jej mniej, tym nasiąkliwość bliższa 0, im więcej, tym nasiąkliwość większa;

— wytrzymałość na ściskanie w granicach od 600—1000 kG/cm² do 1150—1900 kG/cm² dla tworzywa maksymalnie spieczonego. Jedynie próbka bogatsza w okruszy mułowców (8,3%) wykazała wytrzymałość 605—810 kG/cm²;

— ciężar objętościowy rosnący wraz z temperaturą wypalania od 2,06—2,24 do 2,15—2,37 G/cm³.

Wymienione własności tworzywa spieczonego oraz parametry technologiczne jego otrzymywania z surowców bezwapiennych są, zdaniem autorów, na tyle korzystne, że stwarzają nowe, poważne źródło surowców do otrzymywania wyrobów o czerepie spieczonym klinkierowym.

Bardzo słabe pęcznienie termiczne, mimo odpowiedniego dla warunków przemysłowych jego interwału wypalania, nie rokuje nadziei na wykorzystanie omawianej grupy surowców do produkcji keramzytu.

Analiza dostępnych opisów profili wiertniczych w połączeniu z obserwacjami terenowymi wykazała, że wśród utworów kajpru i retyku na omawianym obszarze zdecydowanie dominują wapniste osady ilaste lub bezwapienne zawierające przeławicenia zlepieńców lub rozproszone ziarna, zwykle słabo otoczone, różnorodnych skał węglanowych (dolomitów, wapieni, margli, mułowców wapiennych itp.).

Stwierdzono, że większe skupienia ilastych osadów bezwapiennych, a więc nadających się do wykorzystania w produkcji nowoczesnych wyrobów ceramiki budowlanej, a szczególnie wyrobów klinkierowych, znajdują się przede wszystkim w górnej części profilu górnego triasu, a to: w wyższych odcinkach warstw zbąszyneckich (gorzowskich) oraz w warstwach wielichowskich. Jest to jedna z ważniejszych przesłanek dla poszukiwań nowych złóż wartościowych surowców ilastych dla potrzeb przemysłu ceramiki budowlanej.

Celem dalszych badań winno być ustalenie rozprzestrzenienia stref płytkiego występowania bezwapiennych osadów ilastych górnego triasu. Zadanie to nie będzie łatwe, głównie ze względu na zmienną grubość nadkładu utworów czwartorzędowych, jak też zrębową tektonikę, z którą należy się liczyć na omawianym obszarze. Rozwiązanie tego problemu pozwoli na określenie nowego okręgu rozwoju eksploatacji omawianych surowców, położonego w dogodnych warunkach komunikacyjnych i w sąsiedztwie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, które jest chłonnym rynkiem na wszelkiego rodzaju materiały budowlane.

LITERATURA

- ASSMANN P., 1929 — Die Tiefbohrung Leschna und ihre Bedeutung für die Stratigraphie der oberschlesischen Trias. *Jb. Preuss. Geol. Landesanst.* 30. Berlin.
- DECZKOWSKI Z., 1967 — Utwory retyku i liasu w otworze wiertniczym 1-KW Wieluń. *Biul. Inst. Geol.* nr 205. Warszawa.
- DECZKOWSKI Z., 1977 — Budowa geologiczna pokrywy permsko-mezozoicznej i jej podłoża we wschodniej części monokliny przedsudeckiej (obszar kalisko-częstochowski) *Pr. Inst. Geol.* T. 28. Warszawa.
- DECZKOWSKI Z., WIELGOMAS L., 1962 — Wstępne wyniki wiercenia 1-KW Wieluń. *Prz. geol.* nr 2. Warszawa.
- GRODZICKA-SZYMANKO W., 1967 — Stratygrafia osadów kajpru w otworze wiertniczym 1-KW Wieluń. *Biul. Inst. Geol.* nr 205. Warszawa.
- GRODZICKA-SZYMANKO W., ORŁOWSKA-ZWOLIŃSKA T., 1972 — Stratygrafia górnego triasu NE części obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. *Kwart. geol.* T. 16, nr 1. Warszawa.
- KOPIK J., 1973 — Retyk. W: Budowa geologiczna Polski. T. 1, cz. 2. Inst. Geol. Warszawa.
- KOTLICKI S., 1974 — Laryszów — wykształcenie i pozycja stratygraficzna górnego wapienia muszlowego. Przewodnik XLVI Zjazdu Pol. Tow. Geol. Opole. Wyd. Geol. Warszawa.
- KOTLICKI S., KUBICZ A., 1974 — Trias Śląska Opolskiego. Przewodnik XLVI Zjazdu Pol. Tow. Geol. Opole. Wyd. Geol. Warszawa.
- MALISZEWSKA A., 1972 — Geneza brekcji lisowskiej na tle badań petrograficznych. *Biul. Inst. Geol.* nr 261. Warszawa.
- SCHULTZE D., 1974 — Termiczna analiza różnicowa. PWN. Warszawa.
- SENKOWICZOWA H., 1973 — Kajper. W: Budowa geologiczna Polski. T. 1, cz. 2. Inst. Geol. Warszawa.
- SENKOWICZOWA H., SZYPERKO-ŚLIWCZYŃSKA A., 1961 — Atlas geologiczny Polski. Zagadnienia stratygraficzno-facjalne. Zeszyt 8 — Trias. Inst. Geol. Warszawa.
- ŚLIWIŃSKI S., 1964 — Geologia obszaru siewierskiego. *Pr. geol.* PAN, nr 25. Warszawa.
- STOCH L., 1974 — Minerale ilaste. Wyd. Geol. Warszawa.
- WYRWICKI R., 1971 — Wyniki badań ilów plioceńskich z regionu łódzkiego jako surowca ceramicznego. *Kwart. geol.* T. 15, nr 4. Warszawa.
- WYRWICKI R., 1973 — Surowce ceramiczne w serii poznańskiej trzeciorzędu. II Symp. Ceram. i Sur., cz. II. Sopot.
- WYRWICKI R., 1974 — Osady ilaste serii poznańskiej jako surowce ceramiczne. *Biul. Inst. Geol.* nr 280, Warszawa.

Збигнев КОЗЫДРА, Ришард ВЫРВИЦКИ

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ИССЛЕДОВАНИЯМ ВЕРХНЕТРИАСОВЫХ ГЛИН КАК КЕРАМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

(с 34 фиг.)

РЕЗЮМЕ

Содержание. Представлена характеристика минерального состава и свойств керамических глинистых отложений верхнетриасового возраста (кейпер, рэт) в увязке с общим литологическим составом и условиями залегания пород в районе Кемпно — Ключборк — Тарновске-Гуры.

Основное внимание было обращено на породы, отличающиеся хорошими условиями спекания и, таким образом, пригодные для производства клинкерных изделий. Согласно полученным данным, такими свойствами характеризуются в первую очередь безызвестковые глины верхнего интервала рэтского яруса.

Проведены предварительные определения минерального состава и керамических свойств глинистых пород верхнетриасового возраста (кейпера и рэта), распространенных на площади Предсудетской и Силезско-Краковской моноклиналей, между местностями Кемпно и Тарновске-Гуры (фиг. 1).

Литологический состав. Верхний триас исследованной площади в своем полном разрезе обладает мощностью более 800 м.

Кейпер подстилается доломитовыми аргиллитами (фиг. 2 и 3), переслоенными доломитами и песчаниками. Эти породы составляют самый верхний интервал среднего триаса (ладин).

Нижний кейпер мощностью около 50 м сложен чередующимися аргиллитами и алевролитами, доломитизированными, переслаивающимися с песчаниками и в меньшей степени с доломитами и известняками. Эти породы авторами не исследовались.

В верхнем кейпере представлены три свиты слоев: нижние гипсовые слои, слои тростникового песчаника и верхние гипсовые слои. Нижние гипсовые слои сложены преимущественно серыми, реже красновато-бурыми или светлозелеными аргиллитами и алевролитами, как правило доломитовыми, с тонкими прослоями доломитов и известняков и включениями гипса и ангидрита. Мощность этих отложений достигает 77 м.

Слои тростникового песчаника сложены серыми, местами пестрыми (красновато-бурыми и серовато-зелеными) песчаниками, алевролитами и аргиллитами.

Верхние гипсовые слои состоят из однообразных красновато-бурых, вишневых, серых и пестрых известковистых аргиллитов и алевролитов с прослоями и гнездами гипса, ан-

гидрита, реже песчанников. Мощность этих слоев составляет 160—195 м. Анализировались образцы серой глины (103) и красной глины (104) из залежи Красеюв.

Рэтские отложения, что знаменательно, сложены мощной однообразной толщей буровато-красных и пятнистых (буровато-вишневых, фиолетово-серых и серовато-зеленых), реже серых аргиллитов и алевролитов. Среди них встречаются прослои песчанников и характерных для этого яруса конгломератов, состоящих из гальки доломитов, известняков и мергелей. Мощность рэтского яруса в северной части площади превышает 430 м, а в южном направлении сокращается вследствие седиментационного выклинивания и эрозийного размыва. Для исследований были взяты образцы в следующих точках: Липье-Слэнске (101), Ежова (102), Лигота-Дольна (201), Коцурь (202), Голковнице (204 и 205), Олесно (206—209), Паношув (210 и 211) и Альбертув (212).

Общий минеральный состав. Гранулометрический состав перечисленных образцов пород представлен в таблице 3, химический состав — в таблицах 1, 2, 4, дериватограммы глинистых известковистых пород представлены на фигурах 4, 7, 9, 11 и 13, безызвестковых пород — на фигурах 14, 17, 22 и 25, кривые ДТА разных фракций известковистых глин — на фигурах 27 и 28.

Известковистые глинистые породы состоят, главным образом, из глинистых минералов, в подчиненном количестве из кварца и кальцита. Часто наблюдаются глинисто-кальцитовые агрегаты. Главным глинистым минералом является бейделлит с магнем и кальцием или кальцием на обменных позициях. Он сопровождается иллитом и, очевидно, каолинитом. Количество кальцита колеблется от 6,8 до 16% (вес.).

Безызвестковые глинистые породы сложены двумя основными компонентами, представленными в разных соотношениях — глинистыми минералами и кварцем. Кроме того, содержатся окислы железа, в основном гётит. Среди глинистых минералов преобладают иллит и каолинит. Минимальное количество каолинита наблюдалось в образцах 204 и 205, максимальное в образце 212, взятом в кровле рэтского яруса. Количество глинистых минералов составляет 35—70% (вес.).

Керамические свойства. Для определения керамических свойств исследовались физические параметры керамического продукта, полученного путем обжига глинистых пород при разных температурах, а также определялись технологические условия получения материалов трех типов: пористого, агломерированного и термически вспученного.

Результаты определения физических свойств керамического материала и их зависимость от температуры обжига представлены на фигурах 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18—21, 23, 24 и 26. Технологические свойства исследованных пород приведены в таблице 7.

Керамические испытания показывают, что в верхнем триасе представлены две основных группы глинистых полезных ископаемых: известковистые и безызвестковые. Кроме того, распространены безызвестковые глины, содержащие зерна известняков и известковые конкреции. Эти глины не представляют практического интереса.

Известковистые породы характеризуются очень низкой температурой плавления, обычно 1150°C, большим интервалом обжига пористого материала (220—330°C), отсутствием или весьма небольшой величиной интервала обжига агломерированного материала (0—30°C) и отсутствием или слабым выражением явления термического вспучивания.

Пористый материал, полученный за счет известковистых пород, характеризуется следующими свойствами:

— весьма слабой и почти постоянной в значительной части интервала обжига устойчивостью на сжатие (115—280 кГ/см²), реже несколько повышенной (350—540 кГ/см²). Лишь в конце фазы обжига устойчивость заметно возрастает с 300 до 690 кГ/см²;

— постоянной и высокой в значительной части интервала обжига влагоемкостью, от 11,7—18,1% вес. до 6% вес.;

— объемным весом от 1,71—1,85 до 1,87—2,03 г/см³, тоже мало меняющимся по мере возрастания температуры обжига.

Агломерированный материал, полученный из известковистых пород, характеризуется сравнительно высокой минимальной влагоемкостью (2,3—4,1% вес.) и слабой устойчивостью на сжатие (300—690 кГ/см², исключительно 1125 кГ/см²). В связи с этим, указанные породы не пригодны для производства материалов со спёкшимся черепком.

Безызоветковые породы обладают температурой плавления более 1300°C, значительным интервалом обжига пористого материала (180—275°C, фиг. 33), довольно большим интервалом обжига агломерированного материала (65—130°C), причем этот интервал тем больше, чем богаче примесь глинистых минералов в породе (фиг. 34), и значительным интервалом (50—100°C) проявления термического вспучивания. Однако вспучивание весьма слабое.

Пористый материал из безызоветковых пород характеризуется следующими свойствами:

— устойчивостью на сжатие от 215 до 415 кГ/см², как правило около 300 кГ/см², возрастающей с повышением температуры обжига до 510—1010 кГ/см²;

— влагоемкостью 10,3—15,5%, уменьшающейся до 6% по мере возрастания температуры обжига;

— объемным весом меняющимся от 1,85—1,98 до 2,06—2,24 г/см³.

Агломерированный материал из безызоветковых пород обладает минимальной влагоемкостью 0,3—3,2% вес., как правило 1,2—2,0%, причем эта величина явно зависит от содержания песчаной фракции (фиг. 30). Устойчивость на сжатие составляет от 600—1000 кГ/см² до 1150—1900 кГ/см² в материале с максимальным обжигом. Единственно образец, обогащенный алевритистыми частицами (3,3%) показал устойчивость 605—810 кГ/см², объемный вес возрастающий с температурой обжига с 2,06—2,24 г/см³ до 2,15—2,37 г/см³.

Указанные свойства агломерированного материала, полученного из безызоветковых пород, и его технологические параметры позволяют заключить, что безызоветковые глины являются пригодным сырьем для получения изделий со спёкшимся черепком — клинкера и каменнокерамического товара.

Слабое термическое вспучивание не позволяет использовать этот вид сырья в производстве керамзита.

Более крупные залежи безызоветковых глин, пригодных для производства керамических изделий со спёкшимся черепком, наблюдаются в верхнем интервале рэтского яруса — в верхах збоншинецких слоев и в велиховских слоях. Это представляет одну из важнейших предпосылок в поисках качественного керамического сырья.

ОБЪЯСНЕНИЯ К ФИГУРАМ

Фиг. 1. Геологическая схема верхнего триаса в районе Кемпно — Тарновске-Гуры (стратиграфические границы по данным Р. Осики, В. Пожарыского, Э. Рюле, Е. Зноско, 1971, модифицированные)

1 — кейпер, 2 — рэт, 3 — залежи глинистого сырья для строительной керамики, 4 — разрабатываемые залежи

Фиг. 2. Дериватограмма образца глины из залежи Рыбна

Фиг. 3. Кривые ДТА фракции глины из залежи Рыбна

Фиг. 4. Дериватограмма образца зеленой глины (103) из с. Красеюв

Фиг. 5. Кривые обжига зеленой глины (103) из с. Красеюв

1 — усадка высыхания S_s в %, 2 — влагоемкость в холодном виде N_z в % вес., 3 — влагоемкость после кипячения N_g в % вес., 4 — устойчивость на сжатие R_c в кГ/см², 5 — объемный вес S_{obj} в г/см³, (1) — (5) — номера кривых

Фиг. 6. Кривые обжига красной глины (104) из с. Красеюв

Объяснения как к фиг. 5

Фиг. 7. Дериватограмма образца 101 из с. Липе-Слёнске

Фиг. 8. Кривые обжига глины 101 из с. Липе-Слёнске

Объяснения как к фиг. 5

- Фиг. 9. Дериватограмма образца глины 102 из с. Ежова
 Фиг. 10. Кривые обжига глины 102 из с. Ежова
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 11. Дериватограмма образца 201 из с. Лигота
 Фиг. 12. Кривые обжига образца 201 из с. Лигота
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 13. Дериватограмма вишневых глин 202 из с. Коцуры
 Фиг. 14. Дериватограммы образцов 204 и 205 глин из залежи Голковнице
 Фиг. 15. Кривые обжига серого глинистого алевролита 204 из залежи Голковнице
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 16. Кривые обжига пестрых глин 205 из залежи Голковнице
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 17. Дериватограммы образцов 206, 207, 208 из залежи Олесно
 Фиг. 18. Кривые обжига образца 206 из залежи Олесно
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 19. Кривые обжига образца 207 из залежи Олесно
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 20. Кривые обжига образца 208 из залежи Олесно
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 21. Кривые обжига образца 209 из залежи Олесно
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 22. Дериватограммы образцов 210 и 211 из скважины на месторождении Патока
 Фиг. 23. Кривые обжига образца 210 из залежи Патока
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 24. Кривые обжига образца 211 из залежи Патока
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 25. Дериватограмма образца 212 из с. Альбертув
 Фиг. 26. Кривые обжига образца 212 из с. Альбертув
 Объяснения как к фиг. 5
- Фиг. 27. Кривые ДТА отдельных фракций образцов 101 из с. Липе-Слёнске и 102 из с. Ежова
- Фиг. 28. Кривые ДТА отдельных фракций образцов 201 из с. Лигота и 202 из с. Коцуры
- Фиг. 29. Кривые ДТА фракции $< 2 \mu\text{м}$ образцов 204—214
- Фиг. 30. Зависимость N_z максимально агломерированного материала от содержания фракции $> 60 \mu\text{м}$ в породе
- Фиг. 31. Зависимость усадки высыхания от содержания фракции $< 2 \mu\text{м}$ в породе
 Виды пород: I — тощие, II — среднепластические, III — пластические, I — безызогипсовые, 2 — известковистые
- Фиг. 32. Зависимость t_k пористого материала от содержания фракции $< 2 \mu\text{м}$ в породе
- Фиг. 33. Зависимость величины интервала обжига пористого материала от содержания фракции $< 2 \mu\text{м}$ в породе
- Фиг. 34. Зависимость величины интервала обжига агломерированного материала от содержания фракции $< 2 \mu\text{м}$ в безызогипсовой породе

СПИСОК ТАБЛИЦ

- Таблица 1. Химический состав глин из залежи Мястечко-Слёнске
 Таблица 2. Химический состав глин из с. Красеюв
 Таблица 3. Гранулометрический состав глинистых отложений верхнетриасового возраста
 Таблица 4. Химический состав глин из залежи Пановув (Патока)
 Таблица 5. Физические свойства пористого материала
 Таблица 6. Физические свойства агломерированного материала
 Таблица 7. Технологические свойства верхнетриасовых глинистых пород

Перевод Ежи Федак

Zbigniew KOZYDRA, Ryszard WYRWICKI

PRELIMINARY DATA ON THE UPPER TRIASSIC CLAYS AS CERAMIC RAW MATERIALS

(with 34 Figs.)

SUMMARY

Abstract. The mineral composition and ceramic properties of the Upper Triassic (Keuper and Rhaetic) clay sediments in the Kępno—Kluczbork—Tarnowskie Góry area are discussed against the general lithology and mode of occurrence. Special consideration is given to selection of raw materials of favourable baking properties and therefore being of prospect use for the production of clinker. The present results point mainly to limeless clays from the upper portion of the Rhaetic.

The mineral composition and the ceramic properties of Upper Triassic (Keuper and Rhaetic) clay sediments that occur in the Fore-Sudetic and Silesia—Cracow Monoclines between Kępno and Tarnowskie Góry (Fig. 1) were determined during preliminary investigations.

Outline of lithology. In the areas examined the total thickness of the completely developed Upper Trias exceeds 800 m.

The Keuper is underlain with dolomitic claystones (Figs. 2 and 3) interbedded with dolomites and sandstones. This sequence represents the top of the Middle Trias (Ladinian).

The Lower Keuper, about 50 m thick, is built of claystones and dolomitic siltstones alternating with sandstones and subordinate dolomite and limestone beds. These rocks have not been studied by the present author.

The Upper Keuper comprises three complexes referred to as the Lower Gypsum, the Reed Sandstone and the Upper Gypsum Beds. The Lower Gypsum Beds are composed mostly of grey, less frequently red-brown or olive-green, claystones and siltstones usually dolomitic with fine dolomite and limestone interbeddings, and gypsum and anhydrite intercalations. The thickness of these sediments is up to 77 m.

The Reed Sandstone Beds are built of sandstones, siltstones and claystones usually grey but occasionally variegated (red-brown and grey-green).

The Upper Gypsum Beds are monotonous red-brown, cherry-red, grey and variegated claystones and limy siltstones with interbeddings and nest-like concentrations of gypsum, anhydrite and rarely sandstones. The thickness of these beds is from 160 to 195 m. Two samples were examined — of grey clay (103) and of red clay (104) from Krasiejów.

The Rhaetic sediments are characteristically developed as a thick monotonous complex of red-brown and spotty (cherry-brown, violet-grey and grey-green) rarely grey claystones and siltstones. These sediments are interbedded with sandstones and conglomerates, typical of this stage, composed of dolomite, limestone and marl fragments. In the northern part of the area the thickness of the Rhaetic exceeds 430 m and towards the south it is reduced due to both depositional conditions and erosion. The following samples were collected; 101 from Lipie Śląskie, 102 from Jeżowa, 201 from Ligota Dolna, 202 from Kocury, 204 and 205 from Goikowice, 206—209 from Olesno, 210 and 211 from Panoszków and 212 from Albertów.

Approximate mineral composition. The grain size distribution of the above samples is presented in Table 3, their chemical composition in Tables 1, 2, 4, thermal results of limy clays in Figures 4, 7, 9, 11 and 13, those of limeless clays in Figures 14, 17, 22 and 25, and the DTA curves of various size grades of limy clays in Figures 27 and 28.

The limy clays are composed chiefly of clay minerals and subordinate quartz and calcite. Clay-calcite aggregates are frequent. The principal clay mineral is beidellite with Mg and Ca or Ca in exchange positions. It is accompanied by illite and probably kaolinite. The calcite content is 6.8—18% by weight.

The limeless clays have two principal constituents occurring in varying proportions: clay minerals and quartz. In addition, they contain iron oxides, chiefly goethite. Among the clay minerals illite and kaolinite prevail. The lowest kaolinite content has been noted in samples 204 and 205, the highest — in sample 212 derived from the top of the Rhaetic. The total clay minerals content is 35—70% by weight.

Ceramic properties. To determine the ceramic properties the physical features have been defined of a ceramic product fired from clay raw material at various temperatures, and technical conditions have been established for obtaining three basic products: porous, vitreous, and thermally swollen.

The physical features of the ceramic products and their dependence on the firing temperature are presented in Figures 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 18—21, 23, 24 and 26; their technological properties are listed in Table 7.

Two basic groups of clay raw materials were found to occur within the Upper Triassic sediments: limy and limeless clays, and additionally limeless clays containing, however, limestone fragments and limy concretions. These clays are of no economic value.

The limy raw materials have a very low melting temperature, most often 1150°C and a considerable firing interval for the porous product (220—330°C). They either completely lack or have a small firing interval for the vitreous product (0—30°C) and either lack or show a very faint swelling evidence.

The porous product obtained from limy raw materials is characterized by a low compression strength (115—280 kG/squ cm) almost constant throughout the major part of the firing interval and only seldom reaching higher values (350—540 kG/squ cm). Only towards the end of the firing phase the strength conspicuously increases from 300 to 690 kG/squ cm. Also this product shows absorbability from 11.7—18.1 to 6% by weight — values fairly constant and high within the major part of the firing interval, volumetric weight (weight by volume) from 1.71—1.85 to 1.87—2.03 G/cu cm also hardly variable with the increasing temperature of firing.

The vitreous product obtained from limy raw materials has a high, as for this type of product, minimum absorbability (2.3—4.1% by weight) and a rather low compression strength (300—690 kG/squ cm) only exceptionally reaching 1125 kG/squ cm. The above properties show that the limy raw materials are not suitable for products with a vitreous body.

The limeless raw materials have a melting temperature over 1300°C, a marked firing interval for the porous product (180—275°C, Fig. 33) and a considerable firing

interval for the vitreous product (65—130°C), this interval increasing with the clay minerals content (Fig. 34). Also they are characterized by a marked thermal swelling interval (50—100°C) although the swelling is very poor.

The porous product obtained from limeless raw materials has:

- compression strength from 215 to 415 kG/squ cm mostly exceeding 300 kG/squ cm and increasing with firing temperature to 510—1010 kG/squ cm,
- absorbability of 10.3—15.5% falling down to 6% with an increase of firing temperature,
- volumetric weight increasing from 1.85—1.98 to 2.06—2.24 G/cu cm.

The vitreous products obtained from limeless raw materials have a very low absorbability from 0.3 to 3.2% by weight, most often 1.2—2.0%, this value clearly depending on the arenaceous grade content (Fig. 30) and the compression strength from 600—1000 kG/squ cm to 1150—1900 kG/squ cm for maximally baked products. Only a sample richer in siltstone fragments (8.3%) shows compression strength from 605 to 810 kG/squ cm, its volumetric weight increasing with the firing temperature from 2.06—2.24 G/cu cm to 2.15—2.37 G/cu cm. The above features along with the technological parameters indicate the limeless clays to be suitable for products with a vitreous body such as clinker and stoneware.

The poor thermal swelling disqualifies these clays as raw materials for light aggregates (keramsite) production.

It has been found that larger amounts of limeless clays suitable for products with a vitreous body occur chiefly in the upper part of the Rhaetic namely in the upper section of the Zbąszynek and Wielichowo Beds. The above findings provide an important clue in exploration for valuable ceramic raw materials.

Translated by Grażyna Niemczynow-Burchart