

Ryszard WYRWICKI

Skład mineralny a własności surowcowe iłó neogenu południowej części Ziemi Lubuskiej

Przedstawiono wyniki analizy porównawczej składu mineralnego i własności surowcowych skał ilastych neogenu — serii poznańskiej i serii Gozdniczy — eksploatowanych przez przemysł ceramiczny. Wyodrębniono dwie grupy surowców: kaolinowe i beidelitowe, podano ich skład mineralny, właściwości technologiczne i własności porowatego i spieczonego tworzywa ceramicznego. Określono wpływ zawartości minerałów ilastych i kwarcowej frakcji piaskowej na własności surowcowe tych iłó.

WSTĘP

W południowo-zachodniej części Ziemi Lubuskiej znajduje się ponad 20 złó surowców ilastych wieku młodotrzeciorzędowego, eksploatowanych dla potrzeb ceramiki budowlanej zarówno do produkcji wyrobó o czerepie porowatym, jak i spieczonym. Omówienie dotychczasowych badań geologicznych i surowcowych, charakterystyka geologiczna poszczególnych złó oraz wyniki najnowszych badań mineralogicznych i ceramicznych głównych odmian litologicznych surowców zawarte są w artykule Z. Kozydry i R. Wyrwickiego zamieszczonym w niniejszym zeszycie.

W tym artykule podano natomiast wyniki analizy porównawczej składu mineralnego i własności surowcowych skał ilastych serii poznańskiej i podrzędnie serii Gozdniczy. Do analizy tej wykorzystano wyniki badań mineralogicznych i ceramicznych około 70 róónnych surowców. Inicjatorem badań były Lubuskie Zakłady Ceramiki Budowlanej w Gozdniczy, współpracujące z Instytutem Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego.

Analizę rentgenostrukturalną minerałów ilastych wykonał doc. dr hab. Andrzej Wiewióra, któremu autor czuje się w miłym obowiązku serdecznie podziękować. Pozostałe badania mineralogiczne oraz ceramiczne wykonano w laboratorium Instytutu Geologii Podstawowej Uniwersytetu Warszawskiego.

SKŁAD MINERALNY

Skład mineralny określono na podstawie analiz: granulometrycznej, termicznej analizy różnicowej surowca i uzyskanych z analizy granulometrycznej poszczególnych frakcji, analizy rentgenostrukturalnej frakcji iłowej, analizy chemicznej surowca i frakcji iłowej. Wyniki badań wykazały zróżnicowanie surowców na dwie zasadnicze grupy: surowce beidelitowe i kaolinitowe. Oprócz nich występują — choć wyjątkowo — surowce o przewodzie illitu.

Surowce kaolinitowe zawierają 45—85% minerałów ilastych i 10—50% kwarcu. Głównemu składnikowi ilastemu — kaolinitowi — towarzyszą w zmiennej proporcji illit i beidelit oraz niekiedy faza mieszanopaketowa illit — beidelit. Zależnie od stosunków ilościowych głównych komponentów ilastych można tu wyróżnić dwie podgrupy: z zespołem kaolinit — beidelit — illit, w skrótowym zapisie $K > B > I$, występującą najczęściej, i z zespołem kaolinit — illit — beidelit ($K > I > B$) występującą rzadziej.

Kwarc, co jest znamienne dla surowców kaolinitowych badanego obszaru, grupuje się w znacznej mierze we frakcji piaskowej (0,06—2 mm), zwanej dalej piaskiem kwarcowym. Zawartość jej waha się od 0,4 do 33,6%, średnio — 11,4%, przy czym w więcej niż połowie próbek (52%) przekracza ona 10%. Oprócz wymienionych składników głównych występują: muskowit, skalenie, getyt, rzadko hematyt oraz siarczki żelaza i syderyt.

Surowce beidelitowe zawierają 45—90% minerałów ilastych i 5—50% kwarcu. Beidelit odznacza się zróżnicowanym wykształceniem strukturalnym, zawartością głównie kationów dwuwartościowych (Ca, Mg), rzadziej jednowartościowych (Na, K), lub jednych i drugich na pozycjach wymiennych. Towarzyszy mu illit i kaolinit. Zależnie od proporcji ilościowych głównych składników można wyróżnić dwie podgrupy: z zespołem $B > K > I$ spotykaną najczęściej i z zespołem $B > I > K$ — spotykaną rzadziej. W obu podgrupach częsta jest też faza mieszanopaketowa illit — beidelit i w śladach chloryt.

Kwarc w surowcach beidelitowych, w przeciwieństwie do surowców kaolinitowych, grupuje się zasadniczo we frakcji mułkowej, a podrzędnie w piaskowej. Zawartość piasku kwarcowego oscyluje od 0,3 do 22,9%, średnio — 7,4% i w większości badanych próbek (72%) jest mniejsza od 10%. Innymi składnikami surowców beidelitowych są: getyt i dodatkowo w iłach pstrych hematyt, stanowiące łącznie do 10%, siarczki żelaza — do 5%, jarosyt i gips w iłach objętych procesami wietrzenia, syderyt skupiony w sferolitach i konkrecjach oraz bardzo rzadko występujący kalcyt budujący nieliczne konkrecje margliste.

W dalszych rozważaniach nad związkiem przyczynowym składu mineralnego z własnościami technologicznymi surowców i własnościami fizycznymi wypalnego z nich tworzywa ceramicznego brana będzie pod uwagę, jako najistotniejsza, zawartość minerałów ilastych i piasku kwarcowego (frakcji 0,06—2 mm).

WŁASNOŚCI SUROWCOWE

Własności surowcowe określono na podstawie: skurczliwości wysychania (S_w), wody zarobowej (W_z) mas ceramicznych oraz skurczliwości całkowitej (S_c), nasiąkliwości na zimno (N_z) i po dodatkowym gotowaniu (N_g), wytrzymałości na ściskanie (R_c), ciężaru objętościowego (C_{obj}), odporności na działanie mrozu oraz barwy tworzywa ceramicznego po wypaleniu w 8—10 temperaturach od 850°C do 1250—1300°C.

Z uzyskanych danych opracowano wykresy zależności S_c , N_z , N_g , R_c , i C_{obj} od temperatury wypalania. Przykładowe wykresy, nazwane krzywymi wypalania surowca, dotyczące omawianych ilów, przedstawiono w artykule Z. Kozydry i R. Wyrwickiego (1978). Tam też znajduje się szczegółowy wykaz badanych próbek z podaniem ich składu granulometrycznego, minerałów ilastych oraz temperatur: początku spiekania, maksymalnego spieczenia i maksymalnego spęcznienia.

Jako temperaturę początku spiekania przyjęto temperaturę, w której nasiąkliwość N_z wynosi 6,0%. Jest ona zarazem granicą między temperaturami (niższymi), w których otrzymuje się tworzywo porowate, i temperaturami (wyższymi), w których otrzymuje się tworzywo spieczone. Temperatury początku spiekania odczytano z krzywych wypalania surowca z dokładnością 5°C.

Jako temperaturę maksymalnego spieczenia przyjęto temperaturę, w której tworzywo osiąga największą gęstość. Jest ona zarazem granicą między temperaturami (niższymi), w których otrzymuje się tworzywo spieczone i temperaturami (wyższymi), w których otrzymuje się tworzywo spęcznione.

Temperatury 850°C i początku spiekania określają zakres, a różnica między nimi — interwał wypalania tworzywa porowatego. Temperatury początku spiekania i maksymalnego spieczenia określają zakres, a różnica między nimi — interwał wypalania tworzywa spieczonego, w skrócie — spiekania. Temperatury maksymalnego spieczenia i maksymalnego spęcznienia określają zakres, a różnica między nimi — interwał wypalania tworzywa termicznie spęcznionego.

W niniejszym artykule przedstawione będą jedynie własności tworzywa porowatego i spieczonego oraz ich parametry technologiczne, ponieważ zamierzeniem autora jest porównanie własności tworzywa otrzymanego z surowców kaolinitowych i beidelitowych. Zjawisko pęcznienia termicznego jest bowiem charakterystyczne tylko dla surowców beidelitowych, natomiast surowce kaolinitowe w stosowanym zakresie temperatur wypalania, tj. do 1300°C nie pęcznią wcale lub bardzo słabo.

Wszystkie próbki surowców (27 próbek kaolinitowych i 39 beidelito-

wych) przebadano identycznymi metodami w tym samym laboratorium przez te same osoby, co czyni uzyskane wyniki porównywalnymi z dużą dokładnością. Analiza porównawcza zawartości minerałów ilastych i piasku kwarcowego w surowcach z wynikami badań technologicznych i ceramicznych dała opisane niżej rezultaty.

WŁASNOŚCI TECHNOLOGICZNE SUROWCÓW

Analizie porównawczej poddano skurczliwość wysychania (S_w) oraz temperatury początku spiekania i maksymalnego spieczenia.

Skurczliwość wysychania surowców kaolinitowych oscyluje w granicach 5,0—11,3%, zaś surowców beidelitowych — 6,5—11,3%. Punkty projekcyjne zależności S_w od zawartości minerałów ilastych (fig. 1) dla surowców kaolinitowych grupują się w znakomitej większości w polu II — surowców średnioplastycznych — podczas gdy dla surowców beidelitowych w polu III — surowców plastycznych — i częściowo w polu IV — surowców wysokoplastycznych.

Punkty projekcyjne surowców kaolinitowych są znacznie rozrzucone, tzn. przy tej samej zawartości minerałów ilastych skurczliwość przyjmuje różne wartości. Przyczyną tego, zdaniem autora, jest zmienny stosunek ilościowy K : B : I, zróżnicowana zawartość piasku kwarcowego przy tej samej zawartości minerałów ilastych oraz, choć w mniejszym stopniu, różnice w wykształceniu strukturalnym kaolinitu i beidelitu. Punkty projekcyjne odnoszące się do surowców beidelitowych są natomiast bardziej skupione, a ich kierunkowe ułożenie wskazuje wyraźną zależność S_w od ilości minerałów ilastych. Zawartość piasku kwarcowego jest w tych surowcach znacznie mniejsza niż w kaolinitowych i mniejsze wykazuje wahania. Można zatem powiedzieć, że surowce beidelitowe mają, przy porównywalnej zawartości minerałów ilastych, przynajmniej o jeden stopień wyższą plastyczność niż kaolinitowe. Odznaczają się bardzo dobrą zdolnością formierczą. Surowce kaolinitowe, choć plastyczność ich wyrażają małe wartości skurczliwości, wykazują też dobre własności formiercze.

Temperatura początku spiekania surowców kaolinitowych oscyluje w granicach 1000—1250°C, zaś beidelitowych — 980—1170°C. Punkty projekcyjne zależności tej temperatury od zawartości minerałów ilastych (fig. 2) ujawniają w obu grupach surowców pewne jej zróżnicowanie dla tych samych zawartości minerałów ilastych, niemniej wskazują, że jest ona odwrotnie proporcjonalna do ich zawartości. Inaczej mówiąc, im więcej surowiec zawiera minerałów ilastych, tym w niższej temperaturze otrzymuje się tworzywo o nasiąkliwości 6%.

W grupie surowców kaolinitowych obserwuje się, że surowce z zespołem $K > I > B$ odznaczają się wyższą temperaturą początku spiekania (1050—1250°C) niż surowce z zespołem $K > B > I$ (1000—1250°C). Tak więc rola beidelitu jako składnika obniżającego tę temperaturę jest tu wyraźna.

W grupie surowców beidelitowych, przeciętnie biorąc, temperatura początku spiekania surowców z zespołem $B > K > I$ jest około 50° wyż-

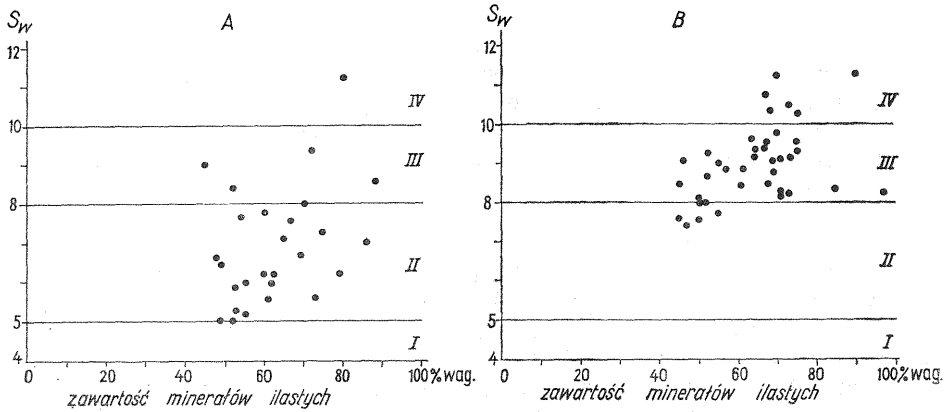


Fig. 1. Zależność skurczliwości wysychania (S_w) od zawartości minerałów ilastych w surowcach: A — kaolinitowych, B — beidelitowych

Dependence of drying shrinkage (S_w) on content of clay minerals in: A — kaolinite, B — beidellite raw materials

Surowce: I — chude, II — średnioplastyczne, III — plastyczne, IV — wysokoplastyczne
Raw materials: I — lean, II — medium plastic, III — plastic, IV — highly plastic

sza niż surowców z zespołem $B > I > K$. W tym przypadku rolę regulatora zdaje się spełniać kaolinit.

Uogólniając można powiedzieć, że temperatura początku spiekania surowców kaolinitowych jest o 30—50°C wyższa niż surowców beidelitowych, przy czym surowców z zespołem $K > I > B$ wyższa aż o 50—100°C.

Temperatura maksymalnego spiekania surowców kaolinitowych wynosi 1200—1300°C, przy czym surowców z zespołem $K > B > I$ jest nieco niższa (1200—1250°C), zaś surowców z zespołem $K > I > B$ —

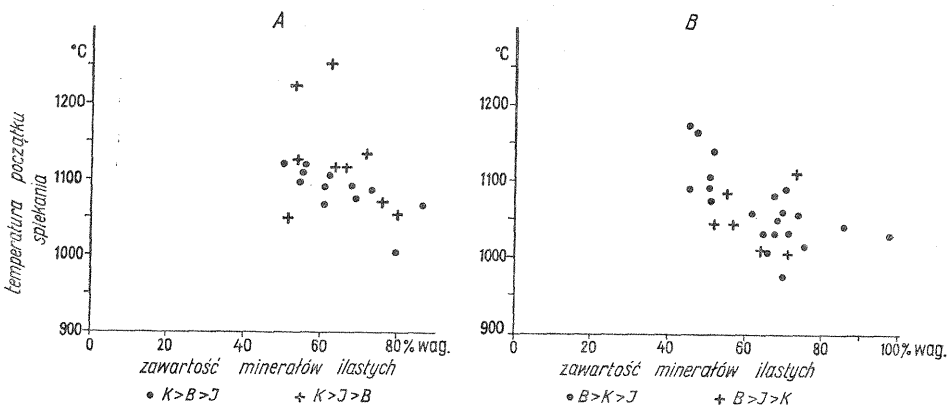


Fig. 2. Zależność temperatury początku spiekania od zawartości minerałów ilastych w surowcach: A — kaolinitowych, B — beidelitowych

Dependence of temperature of onset of sintering on clay mineral content in: A — kaolinite, B — beidellite raw materials

wyższa (1250—1300°C). Temperatura maksymalnego spieczenia surowców beidelitowych oscyluje w dość szerokim zakresie, bo od 1050 do 1250°C, przeważnie jednak wynosi 1100—1150°C, przy czym surowców z zespołem $B > K > I$, mimo różnic w pojedynczych przypadkach, generalnie biorąc jest wyższa niż surowców z zespołem $B > I > K$.

Dla obu grup surowców (fig. 3) wyraźna jest odwrotnie proporcjonalna zależność temperatury maksymalnego spieczenia od ilości minerałów ilastych.

Z punktu widzenia potrzeb przemysłu, a jednocześnie możliwości oceny surowcowej, oprócz zakresu temperatury ważny jest również — o ile nie ważniejszy, bo limituje możliwość produkcji w ogóle — interwał wypalania danego rodzaju tworzywa ceramicznego, który nie powinien być zasadniczo mniejszy od 50°C.

Interwał wypalania wyrobów o czerepie porowatym wynosi dla surowców kaolinitowych 150—400°C, a dla beidelitowych 120—320°C, jest on więc w obu grupach dostatecznie duży. Wielkość jego jest odwrotnie proporcjonalna do zawartości minerałów ilastych, natomiast wprost proporcjonalna do zawartości piasku kwarcowego.

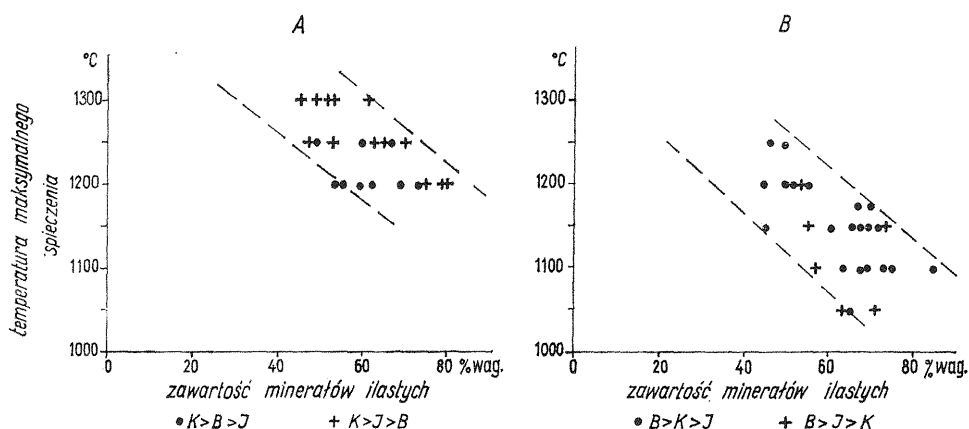


Fig. 3. Zależność temperatury maksymalnego spieczenia od zawartości minerałów ilastych w surowcach: A — kaolinitowych, B — beidelitowych

Dependence of temperature of maximum sintering on clay mineral content in: A — kaolinite, B — beidellite raw materials

Interwał wypalania wyrobów o czerepie spieczonym, o nasiąkliwości 6—0%, nazywany umownie interwałem spiekania, jest w obu grupach surowców dość różny i odmienne są jego przyczyny. Dla surowców kaolinitowych waha się od 50 do 160°C, a punkty projekcyjne zależności jego od zawartości minerałów ilastych (fig. 4A) układają się na kształt trójkąta rozszerzającego się ku większym wartościom interwału. Dla surowców beidelitowych oscyluje on między 25 a 155°C, a punkty projekcyjne (fig. 4B) układają się również na kształt trójkąta, lecz rozszerzającego się ku mniejszym wartościom interwału.

W grupie surowców kaolinitowych w 2/3 przypadków interwał spie-

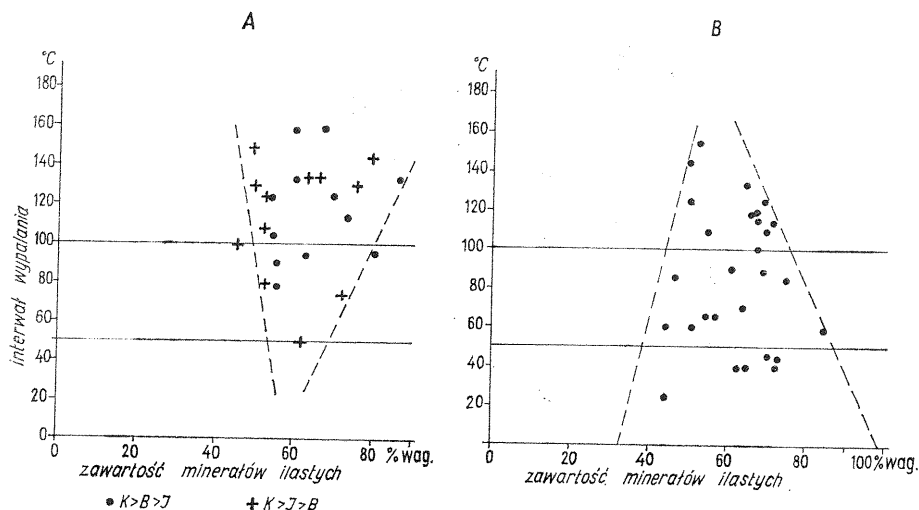


Fig. 4. Zależność interwału wypalania tworzywa spieczonego od zawartości minerałów ilastych w surowcach: A — kaolinitowych, B — beidelitowych

Dependence of interval of firing of sintered material on content of clay minerals in: A — kaolinite, B — beidellite raw materials

kania jest większy od 100°C , a w $1/3$ mniejszy od 100°C i nie zależy od zespołu minerałów ilastych. Większy interwał spiekania znamionuje surowce bogatsze w minerały ilaste — tym samym w kaolinit — bądź uboższe w nie, lecz o podwyższonej zawartości piasku kwarcowego.

W grupie surowców beidelitowych w 40% próbek interwał spiekania jest większy od 100°C , w 40% próbek wynosi $60\text{--}100^{\circ}\text{C}$ i w 20% próbek jest mniejszy od 50°C . Tak znaczny rozrzut wynika, zdaniem autora, ze zmiennych proporcji ilościowych minerałów ilastych K:B:I oraz różnic w zawartości minerałów ilastych i piasku kwarcowego. W surowcach beidelitowych, co autor obserwował już wcześniej wśród surowców serii poznańskiej (R. Wyrwicki, 1974, 1975), w miarę wzrostu zawartości minerałów ilastych do ponad 70% , a wśród nich beidelitu, interwał spiekania maleje. Malenie to powoduje również wzrost ilości piasku kwarcowego w surowcach o zawartości minerałów ilastych mniejszej niż 50% . Stąd rozszerzanie się trójkąta punktów projekcyjnych (fig. 4B) ku dołowi, ku mniejszym wartościom interwału. Ze spostrzeżeń tych wynika, że piasek kwarcowy spełnia inną rolę w surowcach beidelitowych, a inną w kaolinitowych.

Reasumując należy stwierdzić, że spiekanie surowców kaolinitowych, ogólnie biorąc, następuje w wyższej temperaturze i większym interwale niż surowców beidelitowych.

Dla określenia wpływu zawartości minerałów ilastych i piasku kwarcowego na własności fizyczne tworzywa ceramicznego wypalonego w zakresie od 850° do temperatury maksymalnego spiekania podzielono badane surowce na zespoły o zawartości $30\text{--}40$, $40\text{--}50\%$ itd. minerałów ilastych z rozbięciem na dwie grupy zawierające poniżej i powyżej 10% piasku kwarcowego. W każdym z zespołów obliczono średnie wartości

Tabela 1

Nasiąkliwość i wytrzymałość na ściskanie tworzywa ceramicznego wypalonego z surowców kaolinitowych

Zawartość w % wag.		Liczba próbek	Temperatura wypalania w °C																	
minerałów ilastych	piasku kwarcowego		850		900		950		1000		1050		1100		1150		1200		1250	
			N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c
30–40	< 10	1	13,9	456	13,7	681	13,1	696	11,3	679	7,0	1088	3,8	1309	2,2	1131	1,5	1080	—	—
	> 10	1	13,3	342	13,2	338	13,4	399	12,1	409	10,1	530	6,9	563	4,8	790	3,7	969	1,8	1043
40–50	< 10	2	13,9	202	13,7	230	13,8	253	12,5	290	11,2	406	7,2	563	5,0	769	3,3	918	1,7	1110
	> 10	6	14,8	245	14,6	250	14,4	294	13,1	321	10,4	396	7,4	470	5,1	546	4,2	667	3,1	805
50–60	< 10	2	16,7	213	16,5	345	15,9	360	14,1	460	11,5	621	7,5	900	3,1	1247	1,4	1190	0,6	1230
	> 10	5	14,7	251	14,7	262	14,3	352	12,4	359	8,9	422	6,5	529	3,9	599	2,5	745	2,4	966
60–70	< 10	3	15,4	335	14,4	445	13,2	438	10,0	634	4,3	909	1,7	1164	0,0	1254	0,8	1355	—	—
	> 10	2	15,1	282	15,1	337	14,5	402	13,2	460	9,8	541	5,6	682	1,9	877	1,3	1024	1,0	1137
70–80	< 10	3	17,1	323	16,5	317	15,9	393	13,5	447	7,9	642	2,8	958	0,6	1072	0,6	1330	—	—

Tabela 2

Nasiąkliwość i wytrzymałość na ściskanie tworzywa ceramicznego wypalonego z surowców beidelitowych

Zawartość w % wag.		Liczba próbek	Temperatura wypalania w °C													
			850		900		950		1000		1050		1100		1150	
minerałów ilastych	piasku kwarcowego		N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c	N_z	R_c
30–40	< 10	1	19,4	215	20,2	309	17,7	247	15,8	312	9,8	491	4,4	739	1,0	—
	> 10	1	11,0	323	11,4	392	10,0	378	9,6	337	7,8	352	5,6	394	4,5	—
40–50	< 10	3	13,1	373	12,7	386	11,5	488	9,8	498	5,5	688	3,8	834	2,7	1005
	> 10	5	12,6	344	12,5	354	11,9	369	11,3	384	9,7	442	7,3	488	5,3	661
50–60	< 10	5	13,5	465	12,4	590	11,6	676	9,3	677	3,8	1135	0,2	1362	—	—
	> 10	5	13,4	312	12,2	469	11,9	485	10,9	573	8,8	665	4,0	792	2,6	734
60–70	< 10	13	13,6	342	12,6	417	10,9	439	9,1	463	4,9	667	2,6	855	1,0	1188
70–80	< 10	2	13,2	322	10,8	426	8,9	384	7,1	558	3,6	864	1,0	989	—	—
80–90	< 10	1	14,8	219	13,2	189	8,8	447	1,1	510	0,0	1190	—	—	—	—

nasiąkliwości (N_z) i wytrzymałości na ściskanie (R_c), a wyniki zamieszczono w tab. 1 i 2.

Dane odnoszące się do surowców kaolinitowych (tab. 1) wskazują, że nasiąkliwość tworzywa w całym zakresie temperatury wypalania w bardzo małym stopniu zależy od zawartości minerałów ilastych i w małym od zawartości piasku kwarcowego — co uwidacznia się wyraźnie dopiero w wyższych temperaturach. Tworzywo wypalone z surowców o najmniejszej i największej zawartości minerałów ilastych osiąga minimalną nasiąkliwość w temperaturze 1200°C, zaś surowców zawierających 40—60% tych minerałów w temperaturze wyższej.

Bardzo wyraźnie uwidacznia się wpływ piasku kwarcowego na wielkość wytrzymałości. W znakomitej większości przypadków tworzywo wypalone z surowców zapiaszczonych, zawierających powyżej 10% frakcji piaskowej, ma wytrzymałość znacznie mniejszą niż z surowców niezapiaszczonych.

Spostrzeżenia dotyczące nasiąkliwości i wytrzymałości surowców kaolinitowych odnoszą się w równym stopniu do surowców beidelitowych. Dane zawarte w tab. 2 informują ponadto, że maksimum spiekania, wyrażone minimalną nasiąkliwością, przypada na temperaturę coraz to niższą w miarę wzrostu zawartości minerałów ilastych.

Z obu grup surowców, jak już wspomniano, otrzymano po dwa rodzaje tworzywa ceramicznego: porowate i spieczone, a z surowców beidelitowych dodatkowo tworzywo termiczne spiecznione.

TWORZYWO POROWATE

Parametry surowców i podstawowe własności fizyczne wypalonego z nich tworzywa porowatego przedstawiono w tab. 3. Analiza tych danych jednoznacznie potwierdza wcześniej wyrażoną tezę, że interwał wypalania tworzywa porowatego z obu grup surowców jest odwrotnie proporcjonalny do zawartości minerałów ilastych i wprost proporcjonalny do zawartości piasku kwarcowego. Wraz ze wzrostem interwału wypalania w obu grupach surowców zwiększa się maksymalna nasiąkliwość i maleje przeciętny ciężar objętościowy i to zarówno tworzywa wypalonego w początkowej, jak i w końcowej temperaturze.

Najlepsze parametry wytrzymałościowe osiąga tworzywo wypalone z surowców obu grup zawierających przeciętnie 60% minerałów ilastych i do 10% piasku kwarcowego. Interwał wypalania tworzywa porowatego dla surowców tych wynosi 200—300°C.

TWORZYWO SPIECZONE

Parametry surowców i własności fizyczne tworzywa spieczonego przedstawiono w tab. 4. Analiza wyników wykazuje następujące prawidłowości. Interwał spiekania surowców kaolinitowych w małym stopniu zależy od zawartości piasku kwarcowego i minerałów ilastych, natomiast su-

rowców beidelitowych wzrasta wraz z rosnącą przeciętną zawartością piasku kwarcowego.

Duże wahania zawartości minerałów ilastych w poszczególnych zespołach zdają się potwierdzać wcześniej wyrażoną tezę o wpływie proporcji K : B : I na wielkość interwału spiekania.

Dla tworzywa spieczonego istotnymi cechami są wytrzymałość na ściskanie i nasiąkliwość. W obu grupach surowców obserwuje się pewną prawidłowość, a mianowicie: im większy interwał tym większa wytrzymałość i jej rozpiętość. Analogiczna prawidłowość dotyczy ciężaru objętościowego tworzywa wypalonego z surowców kaolinitowych, natomiast nie obserwuje się jej w grupie surowców beidelitowych.

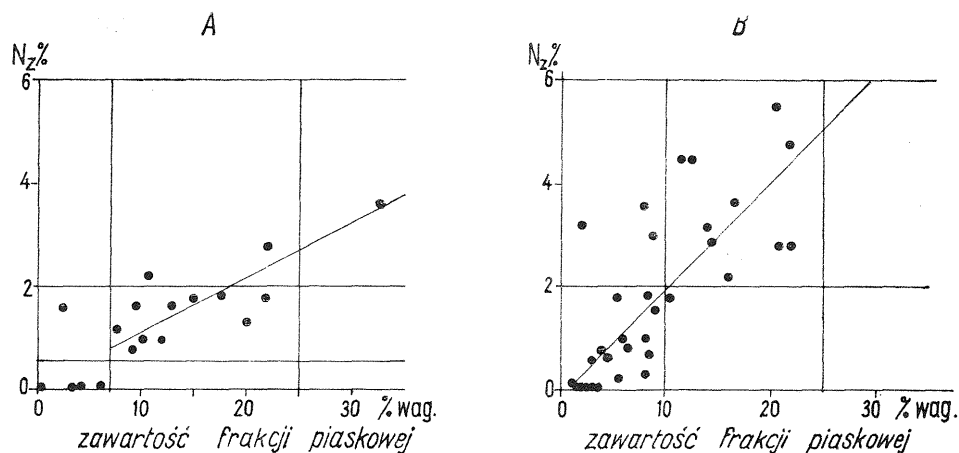


Fig. 5. Zależność nasiąkliwości (N_z) tworzywa maksymalnie spieczonego od zawartości piasku kwarcowego w surowcach: A — kaolinitowych, B — beidelitowych
Dependence of water absorption (N_z) of maximally sintered material on content of quartz sand in: A — kaolinite, B — beidelite raw materials

Nasiąkliwość tworzywa w początkowej temperaturze zakresu wypalania wynosi 6⁰/₀ i taką przyjęto jako graniczną. Nasiąkliwość tworzywa maksymalnie spieczonego wykazuje natomiast dość znaczne wahania, szczególnie w grupie surowców beidelitowych. Z wykresu zależności nasiąkliwości od zawartości piasku kwarcowego (fig. 5) wynika, że w grupie surowców kaolinitowych zawartość frakcji piaskowej ma o wiele mniejszy wpływ na nasiąkliwość niż w grupie surowców beidelitowych. W pierwszym przypadku (fig 5A) zawartość piasku do 7⁰/₀ nie ma żadnego wpływu na minimalną nasiąkliwość, a od 10 do 20⁰/₀ podnosi ją do 2⁰/₀, natomiast w drugim (fig. 5B) zawartość piasku do 10⁰/₀ podnosi minimalną nasiąkliwość do 2⁰/₀, a od 10 do 25⁰/₀ piasku kwarcowego powoduje w wielu przypadkach jej wzrost do wartości bliskich granicznym, czyli 6⁰/₀. Z wykresu można wnosić, że z surowców beidelitowych zawierających powyżej 25⁰/₀ frakcji piaskowej nie otrzyma się tworzywa o nasiąkliwości mniejszej od 6⁰/₀.

Parametry surowców i wypalonego z nich tworzywa porowatego

Tabela 3

Parametry	Surowce kaolinitowe			Surowce beidelitowe		
	Interwał w °C					
	100—200	200—300	300—400	100—200	200—300	300—400
	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio
Skurczliwość wysychania w %	8,4—11,3 9,4	5,0—8,0 6,5	5,0—9,0 6,5	8,2—11,3 9,3	7,8—11,3 8,8	7,5—7,6 7,5
Woda zarobowa w %	28,2—40,6 34,8	20,4—35,5 26,9	24,3—33,7 28,6	26,9—44,6 33,2	23,9—36,4 29,6	24,2—27,7 26,0
Zawartość minerałów ilastych w %	50—90 75	50—85 60	45—60 55	55—95 70	45—75 60	45 45
Zawartość piasku kwarcowego w %	0,4—15,8 4,7	0,7—22,6 11,3	9,8—33,6 20,6	0,3—14,8 4,3	2,3—16,6 10,4	20,4—21,3 20,9
Nasiąkliwość N_z w %	21,6—13,0 — 6,0 15,0—6,0	13,5—19,7 — 6,0 16,1—6,0	12,7—24,8 — 6,0 19,1—6,0	11,1—22,9 — 6,0 14,0—6,0	10,9—16,6 — 6,0 13,8—6,0	13,5—16,7 — 6,0 15,1—6,0
Wytrzymałość na ściskanie w kG/cm ²	110—335 — 205—950 255—530	160—455 — 310—1180 265—715	110—280 — 215—850 170—480	140—615 — 185—1130 320—620	160—635 — 575—800 355—665	125—245 — 320—810 185—565
Ciężar objętościowy w G/cm ³	1,83—1,91—2,07—2,13 1,86—2,10	1,65—1,91—2,00—2,17 1,80—2,09	1,52—1,92—2,00—2,07 1,71—2,03	1,64—2,11—2,06—2,24 1,89—2,12	1,63—1,98—2,05—2,16 1,87—2,10	1,73—1,90—1,96—2,07 1,81—2,02

Uwaga: w wierszach dotyczących nasiąkliwości, wytrzymałości na ściskanie i ciężaru objętościowego w pozycji „od” podano wahania wartości tych parametrów, określonych w temperaturze początkowej (850°C), a w pozycji „do” — w temperaturze końcowej (początku spiekania) wypalania tworzywa porowatego.

Parametry surowców i wypalonego z nich tworzywa spieczonego

Tabela 4

Parametry	Surowce kaolinitowe			Surowce beidelitowe		
	Interwał w °C					
	< 50	50—100	> 100	< 50	50—100	> 100
	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio	od — do średnio
Skurczliwość wysychania w %	5,6—8,6 7,1	5,0—11,3 7,4	5,0—8,4 6,7	7,9—9,7 8,9	7,5—11,3 9,3	7,6—9,8 8,7
Woda zarobowa w %	33,7—40,6 37,2	22,0—37,6 27,5	23,1—35,5 27,6	27,7—36,4 31,7	24,2—44,6 32,2	24,7—39,9 30,0
Zawartość minerałów ila- stych w % wag.	60—90 75	45—80 60	50—85 60	45—75 65	45—95 65	50—90 60
Zawartość piasku kwar- cowego w % wag.	1,8—9,8 5,8	0,4—33,6 14,4	0,7—22,6 10,8	2,3—6,9 4,1	0,3—21,3 6,8	0,3—22,9 9,1
Nasiąkliwość N_z w %	6,0 — 1,2—1,7 6,0—1,5	6,0 — 0,4—3,6 6,0—2,4	6,0 — 0,0—3,0 6,0—1,3	6,0 — 0,1—4,3 6,0—1,7	6,0 — 0,0—5,0 6,0—1,2	6,0 — 0,0—4,2 6,0—2,0
Wytrzymałość na ściskanie w kG/cm ²	110—850—140—905 480—520	310—950—205—1435 485—730	360—1180—795—2875 740—1235	185—850—545—1780 595—970	390—1150—740—1590 670—1085	235—920—745—2435 655—1200
Ciężar objętościowy w G/cm ³	2,07—2,13—2,18—2,20 2,10—2,19	2,00—2,12—2,02—2,31 2,06—2,16	2,00—2,17—2,14—2,40 2,09—2,27	2,06—2,17—2,06—2,41 2,11—2,23	2,05—2,21—2,08—2,45 2,11—2,26	2,08—2,16—2,11—2,48 2,11—2,24

Uwaga: w wierszach dotyczących nasiąkliwości, wytrzymałości na ściskanie i ciężaru objętościowego w pozycji „od” podano wahania tych parametrów określonych w temperaturze początkowej (początku spiekania), a w pozycji „do” — w temperaturze końcowej (maksymalnego spieczenia).

PODSUMOWANIE

Analiza porównawcza własności surowcowych ilastych osadów neogenu południowo-zachodniej części Ziemi Lubuskiej ujawniła niżej zestawione cechy:

	Surowce kaolinitowe	Surowce beidelitowe
Zawartość minerałów ilastych	45—85%	45—95%
Najczęstszy zespół minerałów ilastych	$K > B > I$	$B > K > I$
Zawartość piasku kwarcowego:		
od — do	0,4—33%	0,3—23%
średnio	11,4%	7,4%
Skurczliwość wysychania:		
od — do	5,0—11,3%	6,5—11,3%
najczęstsza	5,1—8,0%	8,1—10,0%
Temperatury:		
początku spiekania:		
od — do	1000—1250°C	980—1170°C
najczęstsza	1070—1140°C	1030—1100°C
maksymalnego spieczenia:		
od — do	1100—1300°C	1050—1250°C
najczęstsza	1200—1250°C	1100—1150°C
Interwał spiekania:		
od — do	50—160°C	25—150°C
najczęstszy	100—150°C	60—120°C
Pęcznienie termiczne	brak, bardzo słabe	wyraźne, intensywne

Przydatność surowców kaolinitowych i beidelitowych do produkcji różnorodnych wyrobów ceramiki budowlanej o czerepie porowatym i surowców kaolinitowych do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym jest od dziesiątków lat znana i praktycznie wykorzystywana. Sprawą otwartą jest natomiast wykorzystanie do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym (klinkierowych) surowców beidelitowych. W świetle wyników analizy porównawczej surowców kaolinitowych i beidelitowych, znaczna część tych ostatnich winna być wykorzystywana do produkcji ceramicznych materiałów o czerepie spieczonym pod warunkiem stosowania niższej niż dla surowców kaolinitowych temperatury wypalania i nie przekraczania temperatury maksymalnego spieczenia, powyżej której następuje, tak szkodliwe dla wyrobów klinkierowych, pęcznienie.

Surowce beidelitowe do produkcji wyrobów o czerepie spieczonym winny zawierać 50—60% minerałów ilastych z zespołem $B > K > I$ oraz nie więcej niż 7% kwarcowej frakcji piaskowej i nie więcej niż 2% siarczków żelaza. Zarówno większa ilość piasku kwarcowego, jak i siarczków żelaza powoduje bowiem niekorzystne zjawisko, tj. większą nasiąkliwość, a siarczki żelaza dodatkowo powstawanie wytopków popirytowych w temperaturach większych od 1120°C. Surowce beidelitowe o po-

данных вышег чехах występугя глугвне в позоиоме ілуг плогменистуг сериі познаіскей і подругдне в позоиоме ілуг ззелонуг.

Instytut Geologii Podstawowej
Uniwersytetu Warszawskiego
Warszawa, al. Zwirki i Wigury 93
Nadesłano dnia 15 grudnia 1977 r.

PIŚMIENNICTWO

- WYRWICKI R. (1974) — Osady ilaste serii poznańskiej jako surowce ceramiczne. Biul. Inst. Geol., 280, p. 107—215. Warszawa.
- WYRWICKI R. (1975) — Skład mineralny a własności surowcowe pstrych ілуг познаіских. Kwart. geol., 19, p. 633—649, nr 3. Warszawa.
- KOZYDRA Z., WYRWICKI R. (1978) — Surowce ilaste poługinowej чугі Ziemi Lubuskiej. Kwart. geol., 22, p. 227—253, nr 2. Warszawa.

Рышард ВЬРВИЦКИ

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И СЫРЬЕВЫЕ СВОЙСТВА НЕОГЕНОВЫХ ГЛИН ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЛЮБУСКОЙ ЗЕМЛИ

Резюме

Изучен минеральный состав и керамические свойства каолинового сырья (27 образцов) и бейделлитового сырья (39 образцов), эксплуатируемых для производства строительной керамики южнее Зеленой Гуры (Нижняя Силезия).

Каолиновое сырье содержит 45—85% глинистых минералов в группах: каолинит — бейделлит — иллит и каолинит — иллит — бейделлит, а также 10—15% обломочного кварца, из чегу 0,4—33%, в среднем 11,4% кварцевого песка.

Бейделлитовое сырье содержит 45—90% глинистых минералов в группах: бейделлит — каолинит — иллит и бейделлит — иллит — каолинит, а также 5—50% обломочного кварца, из чегу 0,3—23%, в среднем 7,4% кварцевого песка. Кроме того в обоиг сырьевуг группах встречаются: мусковит, окислы железа, сульфиды железа и подчиненно полевые шпаты и иногда сидерит.

Каолиновое сырье в основном среднепластично (фиг. 1). Его усадка при высыхании составляет 5,0—11,3%, температура спекания колеблется от 1000—1250°C до 1200—1300°C в зависимости от количества и пропорции глинистых минералов (фиг. 2 и 3). Из этого сырья можно получать пористый керамический материал со средней гигроскопичностью 16—6% веса, а также спеченный материал с гигроскопичностью 6—0% веса. Самыми лучшими физическими параметрами обладает пористый и спеченный материал, получаемый путем обжига сырья содержащего 40—60% глинистых минералов и менее 10% кварцевого песка (таб. 1, 3 и 4).

Бейделлитовое сырье в основном пластично и высокопластично, а его усадка при высухании колеблется в границах 6,5—11,3%. Температура спекания ниже, чем каолинового сырья, и колеблется 980—1170°C до 1050—1250°C, чаще всего она составляет 1100—1150°C. Из этого сырья получают три вида керамического материала: 1 — пористый — средняя гигроскопичность 13—6% веса, 2 — спеченный — гигроскопичность 6—0%, чаще всего 6—2% веса, 3 — термически выпученный материал. Самыми лучшими физическими свойствами обладает пористый и спеченный материал, получаемый из сырья содержащего 50—60% глинистых материалов и менее 10% кварцевого песка. Сильнее всех выпучивается бейделлитовое сырье, содержащее свыше 70% глинистых минералов и сульфиды железа.

Ryszard WYRWICKI

**MINERAL COMPOSITION VERSUS RAW MATERIAL PROPERTIES
OF NEOGENE CLAYS FROM SOUTHERN PART
OF THE ZIEMIA LUBUSKA**

S u m m a r y

The mineral composition and ceramic properties of kaolinite and beidellite raw materials (27 and 39 samples, respectively) exploited south of Zielona Góra (Lower Silesia) for the use in building ceramics industry were studied.

Kaolinite raw materials contain 45 to 85% of clay minerals occurring in the form of kaolinite — beidellite — illite and kaolinite — illite — beidellite assemblages, and 10 to 50% of detrital quartz including 0.4 to 33% (11.4% on the average) of quartz sand.

Beidellite raw materials contain 45 to 90% of clay minerals occurring in the form of beidellite — kaolinite — illite and beidellite — illite — kaolinite assemblages and 5 to 50% of detrital quartz including 0.3 to 23% (7.4% on the average) of quartz sands. Both groups of raw materials also contain muscovite, iron oxides and sulfides, subordinate amounts of feldspars and, sometimes, siderite.

Kaolinite raw materials are usually medium-plastic (Fig. 1). Drying shrinkage equals 5.0 to 11.3%. Sintering temperature ranges from 1000—1250°C to 1200—1300°C, depending on the share and proportion of clay minerals (Figs. 2 and 3). It is possible to made of them ceramic porous material with average water absorption ranging from 16 to 6 weight %, and sintered material with water absorption from 6 to 0 weight %. The optimum physical parameters characterize porous and sintered material made of raw materials containing 40—60% of clay minerals and less than 10% of quartz sand (Tab. 1, 3—4).

Beidellite raw materials are usually plastic or highly plastic and with drying shrinkage oscillating from 6.5 to 11.3%. Their sintering temperature is lower than that of kaolinite raw materials, ranging from 980—1170°C and most often from 1100 to 1150°C. From these raw materials are made three kinds of ceramic materials: 1 — porous, with water absorption usually ranging from 13 to 6 weight %, 2 — sintered, with water absorption ranging from 6 to 0 weight %, and most often from 6 to 2 weight %, and 3 — thermically swelled. The porous and sintered materials with optimum physical properties were obtained from raw materials containing 50 to 60% of clay minerals and less than 10% of quartz sand. Swelling is most intense in the case of beidellite raw materials containing more than 70% of clay minerals and some admixture of iron sulfides.