

## LESSY I OSADY POKREWNE LUBELSZCZYZNY JAKO SUROWCE CERAMICZNE

UKD 551.311.33:552.524:666.32:549.08(438 – 12)

Lubelszczyzna jest regionem zasobnym w lessy i osady im pokrewne, które od dziesiątków lat są wykorzystywane przez wytwórnictwo klinkieru, przemysł ceglarski oraz jakże liczne w każdym kryzysie gospodarczym, polowe lub na poziomie manufaktury, wytwórnictwo efemerydy cegły budowlanej pełnej.

Ostatnimi laty, autor przy okazji poszukiwań ceramicznych surowców plastycznych, których Lubelszczyzna odczuwa niedostatek, prowadzonych przez Instytut Geologiczny i we współpracy z nim, zbadał pobrane z wielu miejsc około 20 próbek osadów lessowych. Poznanie składu mineralnego oparto na wynikach analizy derywato-graficznej osadów i ich frakcji, uzyskanych w toku analizy uziarnienia oraz analizy rentgenowskiej frakcji ilowej. W badaniach ceramicznych posłużono się metodą krzywych wypalania surowca (6). Uzyskane rezultaty pozwoliły znacznie rozszerzyć dotychczasowe wiadomości o surowcach lessowych (2, 3).

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie syntetycznej charakterystyki trzech głównych odmian litologiczno-surowcowych osadów lessowych oraz wynikającej z niej oceny praktycznej przydatności.

Lessy *sensu lato* tworzą na Lubelszczyźnie na ogół rozległe i miększe, grubości kilku, do ponad 20 m, pokrywy spoczywające bądź bezpośrednio na skałach kredowych bądź na starszych osadach czwartorzędowych. Występują one, najogólniej biorąc, w pięciu poziomach stratygraficznych, oddzielonych od siebie poziomami glebowymi (4, 5).

Wśród osadów lessowych, ogólnie biorąc, wyróżnia się: lessy subaeralne, złożone na wierzchowinach, granulometrycznie dość jednolite i zazwyczaj wapniste; lessy soliflukcyjne – syngenetyczne z subaeralnymi, występujące przede wszystkim na stokach dolin i charakteryzujące

się zmiennym składem granulometrycznym i zabużonym ułożeniem osadów; lessy aluwialne, częściowo syngenetyczne z lessiem subaeralnym, złożone w środowisku wodnym, z widocznym makroskopowo smugowaniem lub warstwowaniem osadu oraz lessy gliniaste, występujące w wielu poziomach stratygraficznych lessu jako produkty ich wietrzenia (4).

Model budowy stratygraficznego poziomu lessu schematycznie można przedstawić następująco: w stropie cienki poziom humusowy (kopalny, nierzadko trudno czytelny lub współczesny, niżej poziom iluwialny ze strefą lessu gliniastego, odwapnionego i często zażelazonego, tworzące razem poziom glebowy, a pod nim less spoczywający na starszym poziomie glebowym.

W praktyce terenowej, zwłaszcza w przypadkach korzystania w dokumentowaniu złóż z próbek pobieranych wierceniami, nie zawsze łatwo jest wydzielić poziomy stratygraficzne lessów i ich odmiany facjalne. Dzieje się tak dlatego, że część osadów lessowych, zwłaszcza tych starszych, często jest zredeponowana, a poziomy stratygraficzne przez to skrócone, niepełne. Przemieszczanie odbywało się poprzez spęływanie, zmywanie przez wody opadowe i przenoszenie do dolin rzecznych lub zbiorników zamkniętych, czy wreszcie poprzez zsuwy. Zjawiska te mają pierwszorzędą rangę przy opracowywaniu szeroko rozumianej geologii, natomiast w badaniach surowcowych, zdaniem autora, pełnią rolę drugoplanową. Dlatego też autor uznał za celowe podzielenie osadów lessowych na trzy odmiany litologiczno-surowcowe: lessy, gliny lessowe (nazwane w sensie takim, jak np. część ilów triasu nazywa się glinami baranowskimi) i mułki lessowe (lessopodobne), tworzące łącznie grupę surowców lessowych. W celu wypuklenia właściwości ceramicznych tych trzech

odmian, a zarazem wykazania różnic, w dalszej części pracy scharakteryzowano odmiany „czyste”. Jest oczywiste, że w przyrodzie a więc i w praktyce, napotyka się odmiany „przejęciowe” o cechach pośrednich.

## OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA SUROWCÓW LESSOWYCH

Surowce lessowe wyróżnia spośród innych geneza materiału – jest on bowiem przynajmniej częściowo przyniesiony przez wiatr – oraz związany z tym skład granulometryczny, co wyraża się ilościową dominacją najgrubszej frakcji mułkowej (pyłowej) o średnicy ziaren 10–60 µm (tab. I). Cechami dodatkowymi, istotnymi z punktu widzenia surowcowego, jest brak ziaren większych od 2 mm (traktowanych jako mechaniczny składnik szkodliwy), obecność skaleni w ilości rzędu 10–20% oraz bardzo mały lub mały udział minerałów ilastych, pełniących w tych surowcach rolę lepszczą pozostałych składników.

Surowce lessowe zawierają na ogół mniej niż 10% frakcji piaszczystej. Zdarzają się jednak lessy przewiane lub z poziomu iluwalnego wzbogacone w tę frakcję, a także mułki lessowe z „przesypką” lub przewarstwione piaskiem. W takich przypadkach, zarówno lessy, gliny lessowe jak i mułki uzyskują przymiotnik piaszczystych. Te odmiany litologiczno-surowcowe, jako rzadziej spotykane, w niniejszym artykule nie są omawiane.

Konsekwencją swoistego składu ziarnowego i mineralnego, w którym główne są kwarc i skalenie, a podrzędne – minerały ilaste, są osobliwe i dla surowców lessowych charakterystyczne właściwości ceramiczne. Wyraża się to zarówno w wartościach parametrów technologicznych (tab. II), jak i we własnościach fizycznych wypalnego z surowców lessowych tworzywa ceramicznego (tab. III).

Surowce lessowe są łatwe w eksploatacji, w obecności wody szybko ulegają dezintegracji. Ilość wody zarobowej, niezbędna do uzyskania masy formierczej jest niewielka (15–25%) i zależy wprost, podobnie jak i wartość skurczliwości wysychania 1,5–7%, od ilości minerałów ilastych. Są to zatem surowce chude, stwarzające techniczne trudności w plastycznym formowaniu wyrobów, a zarazem bardzo podatne do maszynowego formowania wyrobów z mas półsuchych.

Przemiany własności tworzywa ceramicznego pod wpływem temperatury, co wyraziście ilustrują przykładowe krzywe wypalania (ryc. 1–3), odbywają się w trzech kolejno po sobie następujących fazach: powolnych przemian w zakresie 850–1050°C, spiekania w zakresie od 1050 do 1175–1250°C i termicznego pęcznienia.

W pierwszej z tych faz, i to jest charakterystyczne dla surowców lessowych, wartości cech fizycznych tworzywa (ryc. 1–3, krzywe 1–5) są prawie stałe, choć dla poszczególnych odmian surowca znajdują się na innym pozio-

SKŁAD GRANULOMETRYCZNY I MINERALNY W % WAG.

Tabela I

Odmiany	Lessy		Gliny lessowe		Mułki lessowe	
	od – do	średnio	od – do	średnio	od – do	średnio
Składniki						
Frakcje w µm						
>60	3,1 – 4,0	3,3	1,8 – 9,2	5,1	2,2 – 10,5	3 – 8
10 – 60	63,8 – 82,0	76,3	65,4 – 80,3	70,1	53,4 – 70,2	63,8
5 – 10	4,2 – 7,8	5,6	3,1 – 7,3	5,7	5,7 – 8,3	6,6
2 – 5	2,8 – 7,9	4,1	2,7 – 6,5	4,7	5,3 – 8,0	7,0
2	7,4 – 16,5	10,7	10,6 – 17,4	14,4	13,8 – 31,3	18,8
Kwarc + skalenie	75 – 83	78 – 82	65 – 88	76 – 79	63 – 87	74 – 77
Minerały ilaste	8 – 12	8 – 12	11 – 20	15 – 18	13 – 36	22 – 25
Getyt	0,5 – 2	1,5	1 – 4	1,5 – 3	0 – 4	1
Kalcyt	4,1 – 11,1	8,3	–	–	–	–
Substancja organiczna	śl. – 0,2	0,2	śl. – 0,5	0,5	śl. – 0,5	0,5

WŁAŚCIWOŚCI TECHNOLOGICZNE SUROWCÓW LESSOWYCH

Tabela II

Odmiany	Właściwości	Lessy		Gliny lessowe		Mułki lessowe	
		od – do	średnio	od – do	średnio	od – do	średnio
Woda zarobowa	%	1,74 – 18,2	17,9	19,2 – 26,1	23,1	18,2 – 25,9	24,2
Skurczliwość wysychania	%	1,4 – 2,0	1,6	1,5 – 5,4	3,4	2,4 – 6,8	5,5
Faza powolnych przemian w	°C	850 – 1050		850 – 1050		850 – 1050	
Faza spiekania w	°C	1050 do 1175 – 1200		1050 do 1200 – 1250		1050 do 1200 – 1250	
Zakres wypalania w °C tworzywa:							
– porowatego	tp	850		850		850	
	tk	1160 – 1165		1160 – 1180		1120 – 1200	
– spieczonego	tp	1160 – 1165		1160 – 1180		1200 – 1250	
	tk	1175 – 1200		1200 – 1250		1200 – 1250	
Interwał w °C wypalania tworzywa:							
– porowatego		310 – 315	315	310 – 330	320	270 – 350	310
– spieczonego		15 – 35	25	30 – 80	60	45 – 80	65
Zakres temp. w °C klinkierzacji							
	tp	1160 – 1175		1125 – 1180		1090 – 1160	
	tk	1175 – 1200		1200 – 1250		1200 – 1250	
Interwał klinkierzacji w	°C	15 – 40	30	30 – 90	65	70 – 120	95

## WŁASNOŚCI FIZYCZNE TWORZYWA CERAMICZNEGO

Rodzaj tworzywa	Wypalone w fazie	Odmiana surowca	Lessy		Gliny lessowe		Mułki lessowe		
			własności	od – do	średnio	od – do	średnio	od – do	średnio
Porowate	powolnych przemian	$N_z$	$t_p$	17,9 – 19,7	18,5	13,7 – 17,4	15,7	13,1 – 17,9	14,6
			$t_k$	17,1 – 20,3	19,3	14,2 – 18,4	16,5	11,4 – 15,8	14,0
		$R_c$	$t_p$	0,27 – 0,34	0,31	0,38 – 1,07	0,71	0,96 – 2,23	1,46
			$t_k$	0,36 – 0,44	0,41	0,54 – 1,20	0,87	1,36 – 2,81	1,97
$C_{obj}$	$t_p$	1,59 – 1,67	1,64	1,65 – 1,81	1,75	1,82 – 1,97	1,88		
	$t_k$	1,64 – 1,71	1,67	1,65 – 1,91	1,76	1,79 – 2,03	1,90		
	spiekania	$N_z$	$t_p$	17,1 – 20,3	19,3	14,2 – 18,4	16,5	11,4 – 15,8	14,0
			$t_k$	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
		$R_c$	$t_p$	0,36 – 0,44	0,41	0,54 – 1,20	0,71	1,36 – 2,81	1,97
			$t_k$	3,71 – 6,14	5,07	3,86 – 7,00	5,36	5,71 – 8,28	7,10
$C_{obj}$	$t_p$	1,64 – 1,71	1,67	1,65 – 1,91	1,76	1,97 – 2,03	1,90		
	$t_k$	1,86 – 1,96	1,91	1,91 – 2,12	2,02	2,04 – 2,22	2,11		
Spieczone	spiekania	$N_z$	$t_p$	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
			$t_k$	0,9 – 2,3	1,3	1,3 – 2,5	1,8	1,11 – 3,3	2,1
		$R_c$	$t_p$	3,71 – 6,14	5,07	3,86 – 7,00	5,36	5,71 – 8,28	7,10
			$t_k$	9,86 – 20,35	13,54	8,86 – 18,0	12,64	9,57 – 14,86	12,57
$C_{obj}$	$t_p$	1,86 – 1,96	1,91	1,91 – 2,12	2,02	2,04 – 2,22	2,11		
	$t_k$	2,09 – 2,20	2,17	2,01 – 2,25	2,15	2,15 – 2,42	2,30		
Klinkier drogowy	spiekania	$N_z$	$t_p$	4,1 – 8,0	6,2	5,0 – 9,8	7,2	7,0 – 10,0	8,6
			$t_k$	0,9 – 2,3	1,3	1,3 – 2,5	1,8	1,4 – 3,3	2,1
		$R_c$	$t_p$	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
			$t_k$	9,86 – 20,35	13,54	8,86 – 18,0	12,64	9,57 – 14,86	12,57
$C_{obj}$	$t_p$	1,92 – 2,07	2,00	1,92 – 2,12	1,98	1,94 – 2,08	2,01		
	$t_k$	2,09 – 2,20	2,17	2,01 – 2,25	2,15	2,15 – 2,42	2,30		

Własności:  $N_z$  – nasiąkliwość na zimno w % wag.  
 $R_c$  – wytrzymałość na ściskanie w kN/cm<sup>2</sup>  
 $C_{obj}$  – gęstość przestrzenna w g/cm<sup>3</sup>

$t_p$  – tworzywa wypalonego w początkowej temperaturze zakresu  
 $t_k$  – wypalone w końcowej temperaturze zakresu

mie (tab. III). W fazie spiekania następuje szybki wzrost wartości  $Sc$ , bardzo szybki wytrzymałości  $Rc$  oraz równomierny do wzrostu temperatury spadek nasiąkliwości  $Nz$  i  $Ng$ . W fazie pęcznienia kierunek zmian tych wartości jest odwrotny (ryc. 1–3).

Dla ogólnej oceny surowcowej tworzywo podzielono, zgodnie z wcześniej podanymi kryteriami (2, 6) na porowate, spieczone i spęcznione. Pęcznienie surowców lessowych jest bardzo słabe i nie zasługuje na dalszą uwagę. Zakresy i interwały temperatury otrzymywania tworzywa porowatego i spieczonego podano w tabeli II a ich podstawowe własności w tabeli III. Dodatkowo, na podstawie krzywych wypalania, określono zakres i interwał klinkieryzacji (tab. II), przy czym przyjęto za jej początek tę wartość temperatury –  $t_p$ , w której wypalone tworzywo ma nasiąkliwość  $Nz \leq 10\%$  i wytrzymałość na ściskanie  $Rc \geq 5$  kN/cm<sup>2</sup> (wynika to z normy BN-77/6741-02), zaś za koniec –  $t_k$  – temperaturę maksymalnego spieczania.

Co wyróżnia główne odmiany surowców lessowych, jakie występują między nimi różnice właściwości ceramicznych, przedstawiają poniższe charakterystyki.

## Lessy

Ta odmiana litologiczno-surowcowa obejmuje tylko te lessy subaeralne i soliflukcyjne, które zawierają minerały węglanowe, głównie kalcyt i podrzędnie dolomit. Obecność kalcytu w ilości ponad 5% jest wyróżnikiem tej odmiany. Zawartość węglanów waha się najczęściej pomiędzy 5 a 15, w pojedynczych przypadkach dochodząc do 20% (4, 5) i przeciętnie oscyluje blisko 10% wag. Mineralów ilastych jest niewiele, od 1 do 15, przeciętnie mniej od 10% wag. Głównymi wśród nich są: beidelit

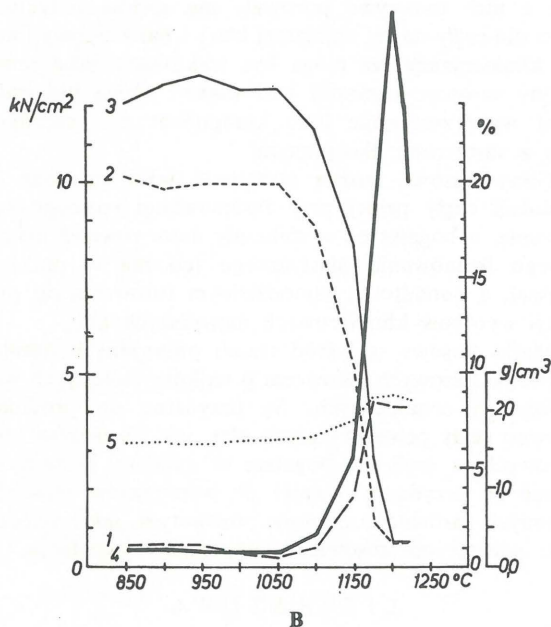
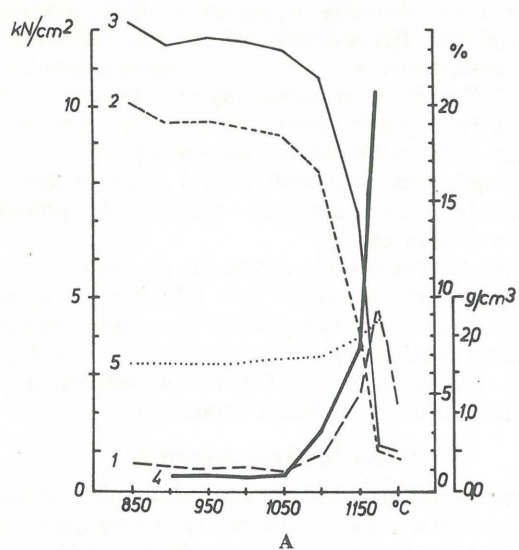
i illit wraz z fazą mieszano-pakietową illit – smektyt, podrzędnymi chloryty i kaolinit.

W lessach, w części znajdującej się pod poziomem glebowym, występują zazwyczaj konkretacje nazywane powszechnie kukiełkami lessowymi, traktowane w ceramice jako składnik szkodliwy. Te, które zawierają poniżej 65% kalcytu działają szkodliwie głównie mechanicznie. Bogatsze zaś w kalcyt – działają jako mało aktywne margiel. Zawartość CaCO<sub>3</sub> w konkretacjach, głównie typu cementacyjnego, waha się od 55 do 82% i najczęściej wynosi 60–66% (1).

Z uwagi na najmniejszą, pośród trzech odmian, zawartość minerałów ilastych lessy należą do surowców wybitnie chudych. Do otrzymania masy potrzeba około 18% wody zarobowej, a jej skurczliwość wysychania jest minimalna (tab. II). Lessy, za sprawą kalcytu, wyróżniają się: niską temperaturą topnienia 1200–1250°C, zawężonym do 125° interwałem fazy spiekania i co jest najistotniejsze, bardzo małym, mniejszym od wymaganych przez przemysł 50°, interwałem otrzymywania tworzywa spieczonego i klinkieryzacji (tab. II). Obserwuje się przy tym tę prawidłowość, że im więcej kalcytu zawiera less, tym węższe są wymienione interwały.

Tworzywo wypalone w fazie powolnych przemian, tj. od 850 do 1050°C (ryc. 1) wyróżnia się: znaczną nasiąkliwością  $Nz$ , bliską 20% wag., małą gęstością – średnio 1,65 g/cm<sup>3</sup>, a nade wszystko znikomo małą wytrzymałością na ściskanie – poniżej 0,5 kN/cm<sup>2</sup>, nie spełniając pod tym względem wymagań stawianych cegle pełnej, nawet najniższej klasy 50.

Tworzywo spieczone, wypalone w temperaturze maksymalnego spieczania, wyróżnia się najwyższą wytrzymałością na ściskanie (tab. III).



Ryc. 1. Krzywe wypalania lessów.

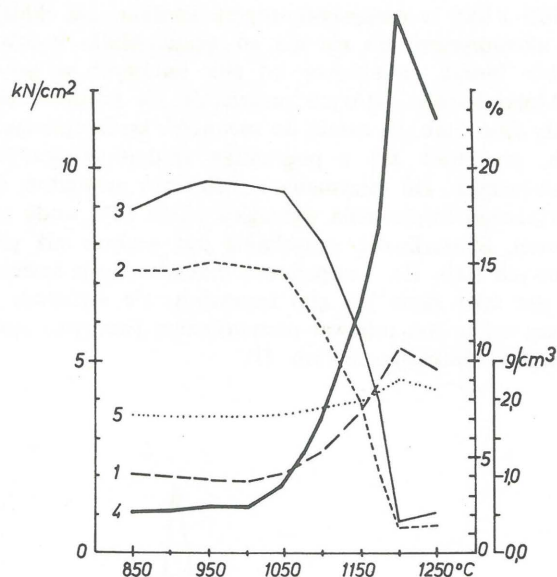
A – z Ciecierzyna, B – z Kowalina. 1 –  $S_c$  – skurczliwość całkowita w % 2 –  $N_z$  – nasiąkliwość wodą na zimno w % wag., 3 –  $N_g$  – nasiąkliwość po gotowaniu w % wag., 4 –  $R_c$  – wytrzymałość na ściskanie w  $kN/cm^2$ , 5 – Cobj. – gęstość pozorną w  $g/cm^3$ .

Fig. 1. Firing curves for loesses.

Loesses from: A – Ciecierzyn, B – Kowalin. 1 –  $S_c$  – total shrinkage in %, 2 –  $N_z$  – water at low temperatures, in wt. %, 3 –  $N_g$  – water after boiling, in wt. %, 4 –  $R_c$  – strength to compression, in  $kN/cm^2$ , 5 – Cobj. – apparent density, in  $g/cm^3$ .

### Gliny lessowe

Odmiana litologiczno-surowcowa, nazwana glinami lessowymi, obejmuje głównie lessy zglinione oraz bezwapienne lessy, zwłaszcza soliflukcyjne. Wyróżnikiem jest brak minerałów węglanowych. Osady te są bogatsze w getyt i minerały ilaste (tab. I), wśród których główny jest beidelit, podrzędny chloryty i illit a akcesoryczny kaolinit.



Ryc. 2. Krzywe wypalania gliny lessowej z Ciecierzyna. Objasnienia jak na ryc. 1.

Fig. 2. Firing curves for loess loam from Ciecierzyn. Explanations as given in Fig. 1.

Ta odmiana surowców lessowych jest wolna od składników szkodliwych.

Gliny lessowe należą do surowców z pogranicza chudych i średnioplastycznych, rzadko chudych. Do otrzymania masy wymagają około 23% wody zarobowej, a jej skurczliwość wysychania jest dwa razy większa niż w przypadku lessów (tab. II). Gliny lessowe znamionuje wyższa temperatura maksymalnego spiekania, wynosząca 1200 – 1250°C, w konsekwencji szerszy interwał fazy spiekania, a co za tym idzie i co jest najistotniejsze, większy od 50° interwał otrzymywania tworzywa spieczonego i klinkieryzacji (tab. II). Regulatorem szerokości tych interwałów jest, zdaniem autora, skład minerałów skaleniowych; przy przewadze bogatszych w wapń – interwały są węższe.

Tworzywo wypalone w fazie powolnych przemian wyróżnia się: nasiąkliwością  $N_z$  około 16% wag., gęstością – średnio  $1,75 g/cm^3$  i, co jest najważniejsze – wyższą niż w przypadku lessów – wytrzymałością na ściskanie (ryc. 2, tab. III), spełniającą wymagania stawiane surowcom do produkcji cegły pełnej klasy 50 i 75.

Tworzywo spieczone wyróżnia się znaczną wytrzymałością na ściskanie (tab. III), nasiąkliwością małą, co w połączeniu z odpowiednio dużym interwałem klinkieryzacji pozwala ocenić gliny lessowe jako przydatne do produkcji wyrobów klinkierowych. Ich walory podnosi ładna, żywa czerwonobrazowa i brązowa barwa.

### Mułki lessowe

Do tej odmiany surowców lessowych autor zalicza osady złożone w zbiornikach wodnych, głównie limnicznych, przy czym materiał jest po części pochodzenia eolicznego (co odpowiada facji lessów aluwialnych), po części zaś pochodzi z rozmywania i redepozycji zwierzdelin lessowych – lessów zglinionych. Znajduje to wyraz w drobnym, równoległym warstwowaniu osadu, często o charakterze słabo wyrażonego warstwowania frakcyjnego. Mułki lessowe z reguły są bezwapienne, a ponadto wolne od składników szkodliwych.

Spśród trzech odmian surowców lessowych są one najbogatsze w minerały ilaste, wśród których wiodą prym

beidelit i illit, w mniejszym stopniu kaolinit, zaś chloryt jest akcesoryczny lub nie ma go wcale. Mułki lessowe, ogólnie biorąc, są uboższe od glin lessowych w getyt.

Mułki lessowe, których przeciętnie 1/4 stanowią minerały ilaste (tab. I), należą do surowców średnioplastycznych, częściowo zaś z pogranicza średnioplastycznych i plastycznych. Do otrzymania z nich masy przydatnej do plastycznego formowania wymagają około 25% wody zarobowej. Skurczliwość wysychania jest większa niż glin lessowych (tab. II). Temperatura maksymalnego spiecznienia jest taka sama jak glin lessowych, ale wyróżnia je szerszy niż u glin interwał otrzymywania tworzywa spieczonego i klinkierzacji (tab. II).

Tworzywo porowate wypalone w fazie powolnych przemian (tab. III) wyróżnia się mniejszą niż wypalone z glin nasiąkliwością – 14%, nieco większą gęstością – około 1,90 g/cm<sup>3</sup> i co najważniejsze – znaczną wytrzymałością na ściskanie, przeciętnie powyżej 1 kN/cm<sup>2</sup>, co pozwala ocenić mułki lessowe jako przydatne do wytwarzania cegły pełnej wyższych klas, a mułki najbogatsze w minerały ilaste, plastyczne – również do produkcji wyrobów drażonych.

Własności tworzywa spieczonego są analogiczne do wypalonego z glin lessowych (tab. III). Interwał pęcznienia termicznego i jego intensywność, za sprawą minerałów ilastych są większe (ryc. 3) niż uprzednio omówionych odmian. Pęcznienie to jednak jest zbyt małe by uczynić mułki przydatne do produkcji keramzytu.

#### Ocena surowców lessowych

Analiza rezultatów badań i ich porównanie z wymaganiami przemysłu pozwala sformułować następującą, ogólną ocenę. Lessy z uwagi na to, że są bardzo chude, wypalone z nich tworzywo porowate nie spełnia oczekiwań norm dla cegły nawet najniższej klasy i bardzo mały interwał klinkierzacji nie mogą być traktowane jako samodzielny surowiec ceramiki budowlanej. Mogą być natomiast wykorzystywane jako komponent mas ceramicznych z surowcami plastycznymi.

Gliny lessowe można traktować jako surowiec do produkcji cegły pełnej przy zastosowaniu ręcznego formowania, a bogatszych w minerały ilaste również maszynowego formowania plastycznego (co ma w praktyce miejsce), a ponadto są samodzielnym surowcem do produkcji wyrobów klinkierowych najwyższych klas.

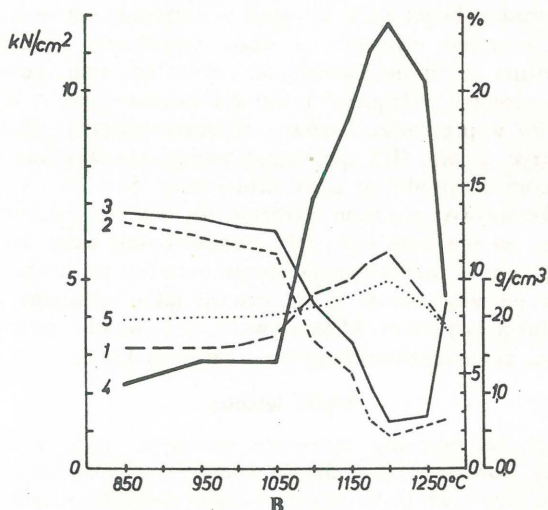
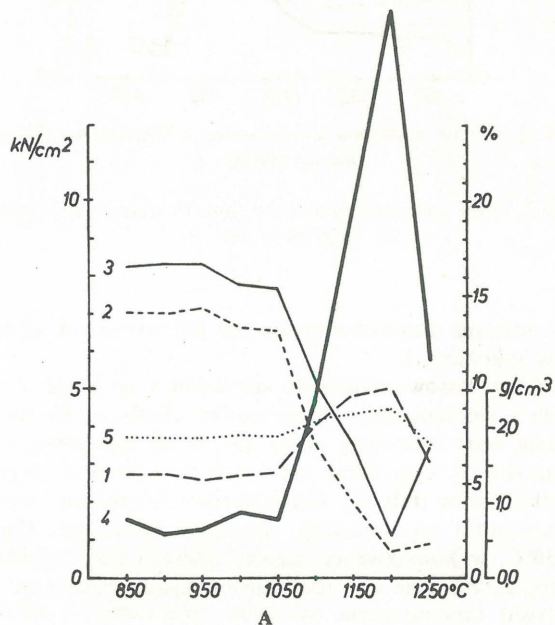
Mułki lessowe są wśród trzech omawianych odmian surowców lessowych surowcem o najkorzystniejszych właściwościach ceramicznych. Są przydatne do produkcji zarówno cegły pełnej wyższych klas, jak i wyrobów klinkierowych, a mułki najbogatsze w minerały ilaste mogą okazać się przydatne również do wytwarzania wyrobów drażonych zarówno o czerepie porowatym, jak i spieczonym, zależnie od stosowanej temperatury wypalania.

#### LITERATURA

1. Chmielec G. – Calcareous Concentrations in the Loess of Poland. Annales Univ. MCS. Sectio B, vol. XV, 4, 1960.
2. Cyrkler J., Wyrwicki R. – Lessy i gliny lessowe jako surowiec ceramiki budowlanej. Szkło i Ceramika, 1974 nr 2.
2. Krzowski Z., Pawlik P., Wójtowicz U. – Surowce skalne regionu Lubelskiego. Pr. Inst. Inż. Bud. i Sanit. seria A, 1979 nr 2.
4. Malinowski J. – Badania geologiczno-inżynierskie lessów. Wyd. Geol. 1971.
5. Maruszczak H. – Stratygrafia lessów Polski południowo-wschodniej. Z badań czwartorzędu w Polsce. Biul. Inst. Geol. 1976 no 297.
6. Wyrwicki R. – Metodyka laboratoryjnych badań surowców ilastych ceramiki budowlanej. Prz. Geol. 1978 nr 4.

#### SUMMARY

In the Lublin region, loess sediments form a cover up to 20 m in thickness. On the basis of results of mineralogical and ceramic studies, three lithological-raw material varieties of these sediments are differentiated:



Ryc. 3. Krzywe wypalania mułków lessowych.

A – ze złoża Bušno, B – ze złoża Horodyszczce. Objasnienia jak na ryc. 1.

Fig. 3. Firing curves for loess muds.

Loess muds from: A – Bušno deposit, B – Horodyszczce deposit. Explanations as given in Fig. 1.

loesses, loess loams and loess silts. All the varieties display predominance of grains of the 10–60  $\mu\text{m}$  fraction in grain-size distribution and content of feldspars varying from 10 to 20%. Loesses are characterized by calcite content over 5% and the lowermost content of clay minerals (Table I). Loess loams and silts are uncalcareous and richer in clay minerals (Table I).

Loesses display the lowest plasticity so ceramic material obtained from them is characterized by very low strength to compression (Fig. 1). Temperature interval

## РЕЗЮМЕ

Лёссовые осадки образуют в Люблинщине покров мощностью до 20 м. На основании результатов минералогических и керамических исследований автор выделил в них три литологически-сырьевых типа: лёссы, лёссовые глины и лёссовые суглинки. Их общей чертой является перевес фракции 10–60  $\mu\text{m}$  и содержание 10–20% полевого шпата. Лёссы характеризуются содержанием свыше 5% кальцита и самым малым содержанием глинистых минералов. Лёссовые глины и суглинки не содержат известняков, но они более богатые в глинистые минералы (таб. I).

Лёссы отличаются самой малой пластичностью.

of clinkerization is also very small (Table II) so they cannot be treated as independent raw material.

Loess loams are weakly plastic so the material fired of them (Fig. 2) display properties more advantageous than the above (Table III).

Loess silts are plastic and the material obtained (Fig. 3) displays most advantageous properties (Table III). They may be used for production of various building ceramics products, both those with porous body and the clinkered, depending on temperature of firing.

Выжиганное из них пористое керамическое вещество характеризуется очень малым сопротивлением сжатию (рис. 1). Интервал температуры клинкеризации очень малый (таб. II). Из-за этих свойств лёссы не представляют собой самостоятельного сырья. Лёссовые глины это мало пластическое сырье. Выжиганное из них керамическое вещество (рис. 2) отличается более благоприятными свойствами (таб. III). Лёссовые суглинки это пластическое сырье. Выжиганное из них керамическое вещество имеет самые благоприятные свойства. Из этих суглинков можно производить разные изделия строительной керамики, как с пористым так и со спеченным черепком, в зависимости от температуры выжига.