

**UWAGI O ZNACZENIU KARBOŃSKICH ŁUPKÓW OGNIOTRWAŁYCH
Z KOPALNI „SŁUPIEC”
DLA PRZEMYSŁU MATERIAŁÓW OGNIOTRWAŁYCH**

UKD 551.735:552.521:666.765(438.31)

O wartości przemysłowej ogniotrwałego łupku karbońskiego decydują w zasadzie trzy główne wskaźniki (parametry), pozostające we współzależności: ogniotrwałość zwykła, zawartość Al_2O_3 i zawartość Fe_2O_3 . Wymienione wskaźniki powinny się mieścić w ściśle określonych przedziałach normatywnych, praktycznie ustalonych w dotychczasowej produkcji szamotowych materiałów ogniotrwałych.

Stwierdzony w kopalni węgla kamiennego „Słupiec” łupek ogniotrwały nie jest dotychczas stosowany do produkcji materiałów ogniotrwałych. Prowadzone są obecnie w szerokim zakresie badania geologiczne w celu rozpoznania warunków występowania łupku oraz dla ustalenia jego zasobów. Niezależnie od tych badań geologicznych prowadzone są w Instytucie Materiałów Ogniotrwałych badania nad ustaleniem charakteru petrograficznego, własności fizykochemicznych oraz stopnia spiekalności. W ramach tych badań przeanalizowano łupek występujący na poziomie IV, V i X omawianej kopalni.

CHARAKTER PETROGRAFICZNY ŁUPKU

Omawiany łupek w obrębie kopalni wykazuje różnicowaną charakterystykę petrograficzną. Zróżnicowanie to ujawnia się przede wszystkim w zwięzłości,

barwie, przełamie i składzie mineralnym. Struktura badanych łupków jest najczęściej mikrokrystaliczna, tekstura — bezładna, lekko wpadająca w warstwową, co podkreślane jest zawartością substancji węglowej. Barwa tych łupków zmienia się od jasnoszarej do ciemnoszarej, a niekiedy do czarnej. Połysk matowy, przełam najczęściej muszlowy, w dotyku tłusty. Łupek ogniotrwały po rozruci jest barwy białej w odróżnieniu od łupków niskoogniotrwałych lub nieogniotrwałych, które dają proszek kremowy lub jasnożółty.

Badania mikroskopowe wykazały, iż łupek z kopalni „Słupiec” zbudowany jest z kaolinitu (56,16 — 73,5% obj.), dykitu (4,25 — 9,8% obj.), diasporu (9,05 — 14,0% obj.), kwarcu (0,10 — 2,01% obj.), miki-muskowitu (0,0 — 0,8% obj.), substancji węglowej (2,00 — 10% obj.), syderytu (0,20 — 10,67% obj.) oraz minerałów akcesorycznych, takich, jak: ilmenit, piryt, kalcyt, rodochromit i skalenie. Sumaryczna ilość tych minerałów akcesorycznych nie przekracza 2% objętości.

SKŁAD CHEMICZNY

Wykonane badania chemiczne wykazują również zróżnicowanie łupków ogniotrwałych omawianej kopalni. Dlatego podczas ich wydobywania należy stoso-

wać odpowiednią i dokładną selekcję. Ogólnie rzecz biorąc łupki z kopalni „Słupiec” wykazują nieco wyższą zawartość Al_2O_3 niż łupki z sąsiedniej kopalni „Nowa Ruda”. W niektórych przypadkach zawartość tego korzystnego składnika dochodzi do około 48%. Drugą charakterystyczną cechą jest występowanie substancji węglowej w dwojakiej postaci: rozproszonej i w formie warstewek naprzemian przekładających się z substancją ilastą (kaolinitem i dykitem). Na ryc. 1 przedstawiono zależność straty prażenia od zawartości węgla (C) w łupku stwierdzonym na poziomie IV, V i X. Interesującym szczegółem jest wzrost straty prażenia próbek łupku pobranych z X poziomu oraz najmniejsza strata wskutek prażenia, którą odznaczają się łupki z poziomu IV.

Wahania składu chemicznego oraz średni skład chemiczny próbek łupku przedstawiono w tab. I. Na ryc. 2 podano graficznie zmienność zawartości Al_2O_3 i Fe_2O_3 oraz rozrzut tych dwóch składników w łupku ogniotrwałym i żelazistym.

Jak wynika z przedstawionego wykresu najmniejszym rozrzutem dwóch wymienionych składników w charakterystyce chemicznej wyróżniają się łupki zawarte w przedziale łupków wysokoogniotrwałych, natomiast większymi wahaniami wspomnianego rozrzutu odznaczają się łupki ogniotrwałe zawarte w przedziale drugim. Zawartość Al_2O_3 i Fe_2O_3 w zbada-nych łupkach waha się w dość dużych rozpiętościach. Z wykresu tego wynika również, że w łupkach zawartość Al_2O_3 jest odwrotnie proporcjonalna do ilości Fe_2O_3 . Zależność ta ma prawie charakter liniowy.

WŁASNOŚCI FIZYCZNE

Jednym z najważniejszych parametrów fizycznych w przemysłowym wykorzystaniu łupku ogniotrwałego jest ich ogniotrwałość zwykła. Najkorzystniejsze są łupki, których ogniotrwałość wynosi od 1730° do 1770 °C i powyżej. Ogniotrwałość zwykła łupku z kopalni „Słupiec” waha się w dość szerokich granicach, co związane jest z różną zawartością Fe_2O_3 . Na ryc. 3 przedstawiono graficznie wpływ Fe_2O_3 na obniżenie ogniotrwałości zwykłej. Z wykresu tego wynika również, że łupek słupiecki o ogniotrwałości zwykłej 1750 °C – 1770 °C zawiera od 0,3 do 2,7% Fe_2O_3 , natomiast łupek o ogniotrwałości od 1730° do 1690 °C wykazuje zawartość Fe_2O_3 od 2,00 – 3,65%, a łupek o ogniotrwałości zwykłej od 1690° do 1650 °C cechuje się zawartością Fe_2O_3 od 2,5 do 4,3%. Dużą rozpiętością tlenków żelaza odznacza się łupek o ogniotrwałości zwykłej od 1650° do 1580 °C.

Twardość w skali Mohsa badanego łupku waha się od 3 do 4, przy czym najczęściej łupku spotyka się o twardości 3,5. Wytrzymałość na zgniatanie waha się w granicach od 521 do 686 kG/cm^2 , a średnio wynosi 625 kG/cm^2 . Niższą wytrzymałość wykazują jednak łupki o ogniotrwałości mniejszej od 1670 °C. Na ryc. 4 przedstawiono porowatość (pory otwarte) łupku, zależnie od jego ogniotrwałości zwykłej. Większym po-

lem rozrzutu porowatości por otwartych odznaczają się jednak łupki wysokoogniotrwałe, a nieco mniejszym łupki niskoogniotrwałe. Najmniejszy rozrzut wykazują łupki o ogniotrwałości 1588 i poniżej 1580 °C. Porowatość względna łupku surowego waha się w granicach od 2,98 do 5,60%. Ciężar objętościowy łupku słupieckiego wynosi od 2,22 do 2,54 G/cm^3 .

STOPIEŃ SPIEKALNOŚCI ŁUPKU

Karbońskie łupki ogniotrwałe przed ich wykorzystaniem do produkcji wyrobów szamotowych przechodzą najpierw proces termicznej przeróbki. O przemysłowej ich wartości decyduje przede wszystkim dobre wyprażenie i spieczenie. Miarą spiekalności jest też m.in. strata prażenia i porowatość po wypaleniu. Przeprowadzone badania w zakresie spiekalności łupku słupieckiego wykazują, iż w temp. 200 °C usuwana jest z nich całkowicie wilgotność, a w temp. 300 °C zaczyna się rozkładać substancja organiczna. W przedziale temperatury od 450 do 600 °C następuje częściowy rozkład substancji ilastej z wydzieleniem wody chemicznie związanej oraz zaczyna się rozkładać znajdujący się w łupku syderyt. Powyżej 600 °C następuje proces utleniania przebiegający bardzo powoli, ze względu na występowanie w badanych łupkach małych rozmiarów por przy dużej na ogół zwięzłości oraz dość dużej zawartości węgla. Dopiero w temp. 1300 °C stwierdzono pewne ilości mulitu tkwiącego w postaci większych skupień wśród masy szklistej.

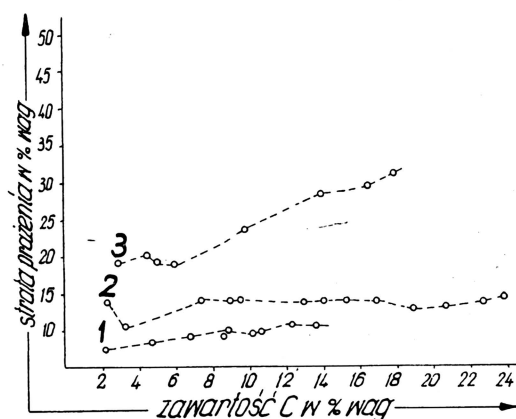
Wypalanie łupku przeprowadzono w dwóch seriach, a mianowicie w pierwszej serii badań wypalano łupek w temp. od 1200 °C do 1500 °C przy postępie temperatury 100 °C/h, natomiast w drugiej serii badań stosowano postępie temperatury 50 °C/h. Uzyskane dane z pierwszej serii badań ujawniły, że w palonym materiale łupkowym występuje jeszcze duża ilość węgla niewypalonego. W związku z tym przeprowadzono drugą serię badań, która obejmowała następujące temperatury 1200, 1300, 1400 i 1500 °C. W tab. II przedstawiono dane otrzymane drogą analizy mikroskopowej zglądów sporządzonych z próbek wypalonych w wyżej podanych temperaturach i szybkości wypalania.

Wynikiem dobrego spieczenia łupku ogniotrwałego jest niska strata prażenia oraz nieduża porowatość. Dla pełnej charakterystyki materiału wypalonego potrzebna jest nie tylko strata prażenia, porowatość względna i bezwzględna, lecz i analiza mikroskopowa. Najważniejszą czynnością podczas mikroskopowych badań zglądów jest określenie stopnia wyprażenia

Tabela I

SKŁAD CHEMICZNY ŁUPKU OGNIOTRWAŁEGO I ŻELAZISTEGO KOP. „SŁUPIEC”

Składniki	Łupek ogniotrwały zawartość w % wag.	Średni skład	Łupek żelazisty zawartość w % wag.	Średni skład
str. praż	10,94 – 31,30	22,15	9,40 – 22,19	14,80
SiO_2	24,04 – 45,60	33,36	26,10 – 46,15	36,11
Al_2O_3	26,70 – 40,30	38,70	21,46 – 39,04	31,60
Fe_2O_3	0,44 – 4,25	2,74	1,74 – 22,97	12,31
TiO_2	0,31 – 1,50	0,61	0,65 – 1,95	1,30
CaO	0,65 – 3,84	0,95	0,94 – 4,31	1,50
MgO	0,20 – 2,15	0,55	0,63 – 1,14	0,82
K_2O	0,08 – 2,16	6,41	0,31 – 2,01	1,01
N_2O	0,08 – 0,35	0,15	0,22 – 0,68	0,45
C	2,12 – 24,00	12,70	0,91 – 18,73	10,1



Ryc. 1. Diagram zależności straty prażenia od zawartości węgla w łupku.

1 – łupek z poziomu IV, 2 – łupek z poziomu V, 3 – łupek z poziomu X

Fig. 1. Diagram of dependence of burning loss upon coal contents in slate.

1 – slate from the horizon IV, 2 – slate from the horizon V, 3 – slate from the horizon X

CHARAKTERYSTYKA MIKROSKOPOWA WYPALONEGO
 ŁUPKU OGNIOTRWAŁEGO Z KOPALNI „SŁUPIEC” PRZY
 WZROŚCIE TEMPERATURY 100 °C/h i 50 °C/h

Temperatura wypalania w °C	Wielkość obwódki w mm	Charakter obwódki	Charakter rdzenia	Charakter wypalania	Charakter masy wypalanej w próbce
100°C/h					
1200	1,5— 2,5	zeszkliviona, twarda	czarny, słabo spękany	wzdłuż szczelin	białokremowa, szklista porowata
1300	2,0—10,0	zeszkliviona, twarda	czarny, słabo spękany	wzdłuż szczelin	kremowa, szklista, porowata i spękana
1400	8,0—35	zeszkliviona, twarda	ciemno-szary, spękany	wzdłuż szczelin	kremowa, mikrokrystaliczna, porowata
1500	18,0—	bardzo zeszkliwiona, twarda	szary strzępiasty	wzdłuż szczelin	kremowa, mikrokrystaliczna; pojawiają się w niej skupienia mulitu
50°C/h					
1200	3,0— 6,0	ziarnista, twarda	szary, strzępiasty	wzdłuż szczelin	biała, mikrokrystaliczna, brak zeszkliwienia, jednorodna, porowata i spękana
1300	5,0—15	ziarnista, twarda	szary strzępiasty	wzdłuż szczelin	biała, mikrokrystaliczna, brak zeszkliwienia, porowata, bardzo spękana
1400	10,0—35	ziarnista, twarda	jasno-szary twardy	wzdłuż szczelin	biała, mikrokrystaliczna, brak zeszkliwienia, porowata z drobnymi skupieniami mulitu
1500	20,0—	ziarnista, twarda	ślady materiału niewypalonego	wzdłuż szczelin	biała, mikrokrystaliczna, porowata z licznymi skupieniami mulitu; częściowo zeszkliwiona.

wymiarowego. Zmierzoną szerokość obwódki materiału wypalonego podano w tab. II.

Z przeprowadzonych badań wynika, że istnieje zasadniczy wpływ szybkości wypalania na wielkość obwódki oraz na wielkość straty prażenia. Dla łupku słupieckiego wypalonego w temp. 1300°C i przy szybkości wypalania 100°C/h strata prażenia wynosi średnio 6%, natomiast przy szybkości 50 °C/h ok. 3,2%. W temp. 1500° przy szybkości wzrostu temperatury 100 °C/h średnio strata prażenia łupku słupieckiego wynosi 0,7%, a przy szybkości wzrostu temperatury 50 °C/h strata prażenia spada do 0,1%. Z danych tych, jak również z charakteru struktury zglądów wynika, że wpływ szybkości wypalania jest bardzo ważnym parametrem podczas termicznej przeróbki łupku ogniotrwałego z kopalni „Słupiec”.

Uzyskane wyniki dotyczące stopnia spiekania łupku słupieckiego pozwalają stwierdzić, że łupek ten wypala się dość trudno. Związane to jest m.in. z charakterem petrograficznym, a szczególnie z formą występowania w tym łupku substancji węglowej, która znajduje się w postaci drobnych i pojedynczych skupień gęsto poprętykanych substancją ilastą. W całej masie łupkowej widoczne są skupienia substancji węglowej, które otoczone są dość szczelnie ze wszystkich stron substancją ilastą, co utrudnia wypalenie tej substancji węglowej. Natomiast w znanym łupku noworudzkiemu substancja węglowa znajduje się najczęściej w formie drobnych warstewek układających się naprzemiennie równolegle. Dlatego też łupek noworudzki łuszczy się w czasie prażenia na cienkie warstewki o szerokości 0,5 do 6 mm, wzdłuż których przebiega proces wypalania, a w łupku słupieckim wypalanie następuje jedynie wzdłuż spękań i szczelin. Jeżeli więc materiał jest mało spękany, a takim jest przeważnie łupek słupiecki, to proces wypalania będzie przebiegał powoli.

Na podstawie przeprowadzonych badań można zagadnienie spiekalności ująć następująco: w zakresie temperatur od 1200° do 1500° ilość por otwartych wzrasta nieznacznie, następuje natomiast wyraźne zwiększenie por zamkniętych. Szczególnie daje się to zauważyć przy szybkim wzroście temperatur. Zwiększenie ilości por otwartych w czasie wypalania związane jest ze strukturą i teksturą surowca. Właściwe wypalanie następuje przy minimalnej zmianie skurczliwości, natomiast wzrasta ilość por wskutek procesu odwadniania, dekarbonizacji oraz spalania substancji węglowej.

Ilościowo powiększenie por zamkniętych wiąże się z powstaniem fazy ciekłej w trakcie wypalania. Faza ta powoduje często zamykanie szczelin dzieląc je na odosobnione pory. Zjawisko to zależy od składu chemicznego łupku, a przede wszystkim od zawartości topników takich, jak: K₂O, Na₂O, CaO i Fe₂O₃. Ilość por zamkniętych będzie odpowiednio i proporcjonalnie wzrastać wraz ze wzrostem wymienionych tlenków.

Porowatość względna w łupkach prażonych (obejmująca pory otwarte) może przekraczać wymagane 12% i wahać się będzie wówczas w granicach od 10 do 20%, ponieważ łupek analizowany wykazuje w nie-

których ławicach większe ilości szczelin i mikro-szczelin. Twardość łupku prażonego w poszczególnych temperaturach również wzrasta. Będzie to pośrednią wskazówką dla procesu przerobczego, w którym nie należy się spodziewać dodatkowego nadmiernego rozdrabniania.

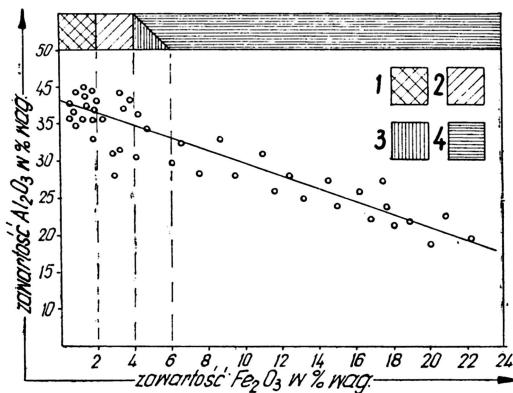
WNIOSKI

Łupek ogniotrwały stwierdzony w obrębie pola górniczego kopalni węgla kamiennego „Słupiec” wykazuje zarówno pod względem warunków geologicznych, jak również składu mineralnego, chemicznego i charakteru petrograficznego dość duże różnicowanie, ujawniające się nieraz nawet w obrębie jednego metra.

Mięszość łupku ogniotrwałego w poszczególnych ławicach zmienia się po rozciągłości, jak również wzdłuż upadu, zwykle waha się od 0,25 do 1,8 m. Sumaryczna mięszość łupku ogniotrwałego w niektórych wyrobiskach osiąga ok. 7,0 m. Pod względem litologicznym złoża łupku ogniotrwałego tworzy pakiet o mięszości ok. 15 m, składający się z łupku ogniotrwałego, żelazistego węgla i łupku ilasto-piaszczystego. Ławice łupku ogniotrwałego zawierają jeszcze wkładki lub soczewki łupku żelazistego. Niekiedy łupek ogniotrwały przechodzi facjalnie w łupek żelazisty bez wyraźnych na ogół granic. Stwarza to będzie duże trudności przy wydobyciu czystych i wolnych od nadmiernej ilości związków żelaza i wapnia odmian łupku przemysłowo przydatnego.

W składzie mineralnym przeważa kaolinit (56,16 — 73,5%); zawartość jednak syderytu w wydzielonych makroskopowo odmianach czystych dochodzi niekiedy do 10,67%. Podobnie zmienia się też zawartość diasporu, zwykle utrzymuje w ilości ok. 12%.

Pod względem chemicznym analizowany łupek wykazuje także różnicowanie. Zawartość w nim najważniejszego składnika Al₂O₃ jest nieco wyższa niż w łupku sąsiedniego złoża kopalni „Nowa Ruda”, w

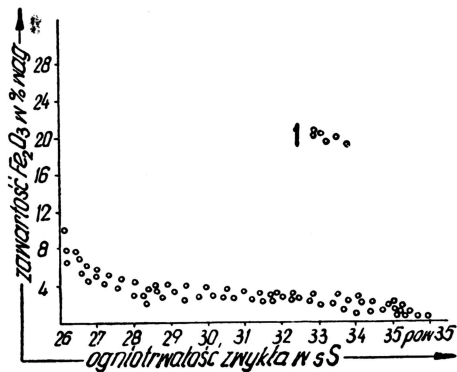


Ryc. 2. Diagram zmienności Al_2O_3 i Fe_2O_3 w łupku ogniotrwałym i żelazistym.

1 — przedział łupku wysokoogniotrwałego, 2 — przedział łupku ogniotrwałego, 3 — przedział łupku nieogniotrwałego

Fig. 2. Diagram of changing of Al_2O_3 and of Fe_2O_3 in refractive and ferruginous slates.

1 — rank of high-refractive slate, 2 — rank of refractive slate, 3 — rank of non-refractive slate



Ryc. 3. Diagram zależności ogniotrwałości zwykłej od zawartości Fe_2O_3 w łupku.

1 — punkty oznaczeń ogniotrwałości i zawartości Fe_2O_3

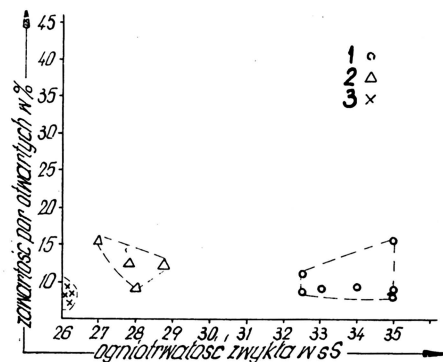
Fig. 3. Diagram of dependence of normal refractoriness upon Fe_2O_3 contents in slate.

1 — points of determinations of refractoriness and of Fe_2O_3 contents

niektórych przypadkach ilościowo składnik ten w złożu słupieckim dochodzi do ok. 48% (wyprażonym i to w tych partiach, gdzie notuje się więcej diasporu). Zawartość Fe_2O_3 waha się od poniżej 1,0% do powyżej 4,0%, średnio utrzymuje się w ilości ok. 3,0%. W przypadku niedokładnego wysortowania łupku ogniotrwałego od żelazistego, pochodzącego ze wspomnianych wkładek i soczewek tkwiących w ławicach łupku ogniotrwałego, zawartość Fe_2O_3 w uśrednionym materiale przekraczać będzie 3,5%. Stwierdzono również, że zawartość Fe_2O_3 jest odwrotnie proporcjonalna do zawartości Al_2O_3 .

Badania własności fizycznych wykazały, iż istnieje zależność między wielkością straty wskutek prażenia a szybkością wypalania łupku w temperaturach od 1200 do 1500 °C. Najkorzystniejszym postępowaniem temperatury jest 50 °C/h. Przy tym postępie otrzymuje się materiał o pożądanej stracie wskutek prażenia.

Ogniotrwałość niektórych odmian łupku o zwiększonej zawartości żelaza jest niekiedy wysoka, co spowodowane jest występowaniem większej ilości diasporu i równomiernym rozłożeniem w materiale związków żelaza. Miara wartości przemysłowej jest m.in. dobre spiekanie się łupku podczas jego termicznej przeróbki przy zachowaniu wysokiej ogniotrwałości. Łupek słupiecki, jak wykazały badania, spieka się dość trudno. Wypalony w różnych temperaturach i przy różnym postępie temperatury wykazuje różny stopień spieczenia. Spotykane są w wypalonym ma-

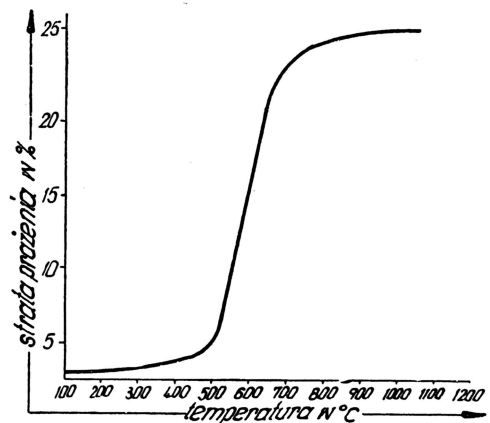


Ryc. 4. Diagram porowatości (por otwartych) i ogniotrwałości.

1 — łupki wysokoogniotrwałe, 2 — łupki niskoogniotrwałe, 3 — łupki 26 sS i poniżej 26

Fig. 4. Diagram of porosity (open pores) and of refractoriness.

1 — high-refractive slates, 2 — low-refractive slates, 3 — slates of 26 sS and below 26



Ryc. 5. Diagram zależności straty prażenia od temperatury wypalania łupku słupieckiego.

Fig. 5. Diagram of dependence of fritting loss upon the burning temperature of the Słupiec slate.

teriale partie spieczone, obok których występuje materiał już częściowo stopiony (zeszklawiony) oraz niewypalony, otoczony wokół masą szklawą. To zróżnicowanie materiału wypalonego może być usunięte przez odpowiednią granulację łupku przed jego wypalaniem. Stwierdzono, że najkorzystniejszą granulacją jest frakcja, mieszcząca się w granicach 30 — 100 mm, a temperatura wypalania powyżej 1400 °C, przy której strata prażenia będzie w granicach normy dla tego typu materiału schudającego.

Sumując powyższe, można przyjąć, że korzystnie przebiega proces wypalania łupku słupieckiego w temperaturach 1400 — 1500 °C, dzięki czemu otrzymujemy:

- najmniejszą porowatość względną wahającą się od 20 do 12%,
- minimalną stratę wskutek prażenia wynoszącą poniżej 1%,
- dostateczną mullityzację zapewniającą wysoką odporność korozyjną tworzywa wyrobów szamotowych.

LITERATURA

1. Chmura K., Machalica A., — Badania własności karbońskiego łupku ogniotrwałego z kopalni Słupiec. Sprawozdanie IMO, nr 313/FSS/83 (praca nie opublikowana). Gliwice 1961.
2. Chmura K. — Badania własności karbońskiego łupku ogniotrwałego z kopalni Słupiec — poziom V. Sprawozdanie IMO nr 459/FSS/92/62 (praca nie opublikowana). Gliwice 1962.

S U M M A R Y

The article deals with the results of microscope examinations, chemical composition and physical properties of the Słupiec refractive slate in its fresh state and after burning in various temperatures. Both mineral and chemical quantitative compositions are given too. It was stated that the Słupiec refractive slate contains 56,16–73,50 per cent of kaolinite, 4,25–9,80 per cent of dickite, 9,50–14,00 per cent of diaspore, 0,10–2,01 per cent of quartz, approximately 0,80 per cent of mica (muscovite), 2,00–10,00 per cent of coal substance, and 0,20–10,67 per cent of siderite. Besides the components mentioned above the following minerals are found in minor quantities: ilmenite, pyrite, calcite, rhodochrosite and feldspars. It was also shown that the slate investigated is characterized by greater contents of Al_2O_3 , exceeding in some beds of the refractive slate 40 per cent in weight. As far as the normal refractoriness is concerned, the slate under study shows great changes ranging from 158 to more than 177 sP.

In the light of physical and chemical properties and of mineralogical researches of the raw refractive slate, there are given also ceramic characteristics of the slate burnt in the temperatures 1200, 1300, 1400 and 1500°C. Magnitude of losses owing to burning in various temperatures are presented, as well. On the basis of the fritting degree, the author draws conclusion that the process of burning the Słupiec slate gives the best results at the temperatures from 1400 to 1500°C, if the progress 50°C/h is taken into consideration; this results in both the relative and the absolute lowest porosities ranging between 12 and 20 per cent, in minimum burning losses (1 per cent) and in adequate multilization providing a high corrosion resistance of the fireclay articles.

РЕЗЮМЕ

В статье описываются результаты микроскопических исследований, химический состав и физические свойства огнеупорных сланцев из шахты „Слупец” в сыром виде и после обжига в различных температурных интервалах. Приводятся количественный минеральный и химический состав. Определено, что сланец содержит 56,16 — 73,5% объема каолинита, 4,25 — 9,8% диккита, 9,5 — 14% диаспора, 0,1 — 2,01% кварца, около 0,8% слюды (мусковита), 2,0 — 10,0% углеродного вещества, 0,2 — 10,67% сидерита. Кроме названных компонентов определено небольшое количество (до 2% объема) следующих минералов: ильменита, пирита, кальцита, родохрозита и полевых шпатов. Обнаружено, что сланец отличается повышенным содержанием Al_2O_3 , превышающим в некоторых прослоях 40% весовых. В отношении огнеупорности сланец проявляет большие колебания от 158 до свыше 177 sP.

Наряду с физико-химическими свойствами и минералогическими данными сырого сланца указаны керамические свойства сланца, обожженного в темп. 1200°, 1300°, 1400° и 1500°C. Определены также потери при прокаливании в различной температуре. На основании исследования степени спекаемости автор приходит к выводу, что процесс обжига сланца проходит наиболее благоприятно в температурном интервале 1400—1500° с прогрессом 50° C/h, вследствие чего можно получить наименьшую относительную и абсолютную пористость в пределах 12 — 20%, минимальную потерю при прокаливании (1%), соответствующую муллитизацию, обеспечивающую высокую коррозионную стойкость шамотовых изделий.