ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1964
Seria: GÓRNICTWO z. 12 Nr kol. 124

TADEUSZ KAPUŚCIŃSKI

# CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGICZNA NOWORUDZKIEGO ŁUPKU OGNIOTRWAŁEGO NA TLE PROFILI LITOLOGICZNYCH EKSPLOATOWANYCH ŁAW ŁUPKU OGNIOTRWAŁEGO

Streszczenie. W pracy omówiono najważniejsze własności fizyczne eksploatowanego w kopalni Nowa Ruda łupku ogniotrwałego zarówno w stanie surowym jak i po jego wypaleniu. Celem scharakteryzowania zmienności tych własności w obrębie eksploatowanych ław łupku ogniotrwałego wykonano wykresy zróżnicowania własności fizycznych na tle profili litologicznych. Zmienności własności fizycznych w zależności od temperatury wypalania wskazują, że najkorzystniejszą temperaturą jest t. 1400, a najkorzystniejszą odmianą łupku jest odmiana o strukturze pelitycznej. Uchwycone różnice w własnościach pozwalają na wyciągnięcie ogólnego wniosku, że dla otrzymania dobrego dla celów technologicznych łupku wskazana jest selektywna eksploatacja łupku surowego.

## 1. WSTĘP

Łupki ogniotrwałe, występujące w kopalni N. Ruda są eksploatowane i wypalane w prażalni tej kopalni od przeszło 80 lat i uznane są za jeden z najlepszych w Europie surowców schudzających przy produkcji wysokoogniotrwałych wyrobów szamotowych.

Stale rosnące zapotrzebowanie na ten surowiec, połączone z koniecznością wydobycia nie zawsze wysokogatunkowego materiału

postawiło przed technologami problem zarówno usprawnienia istniejących procesów technologicznych w prażalni kop. N. Ruda jak i wykorzystania stale zwiększających się odpadów łupku surowego.

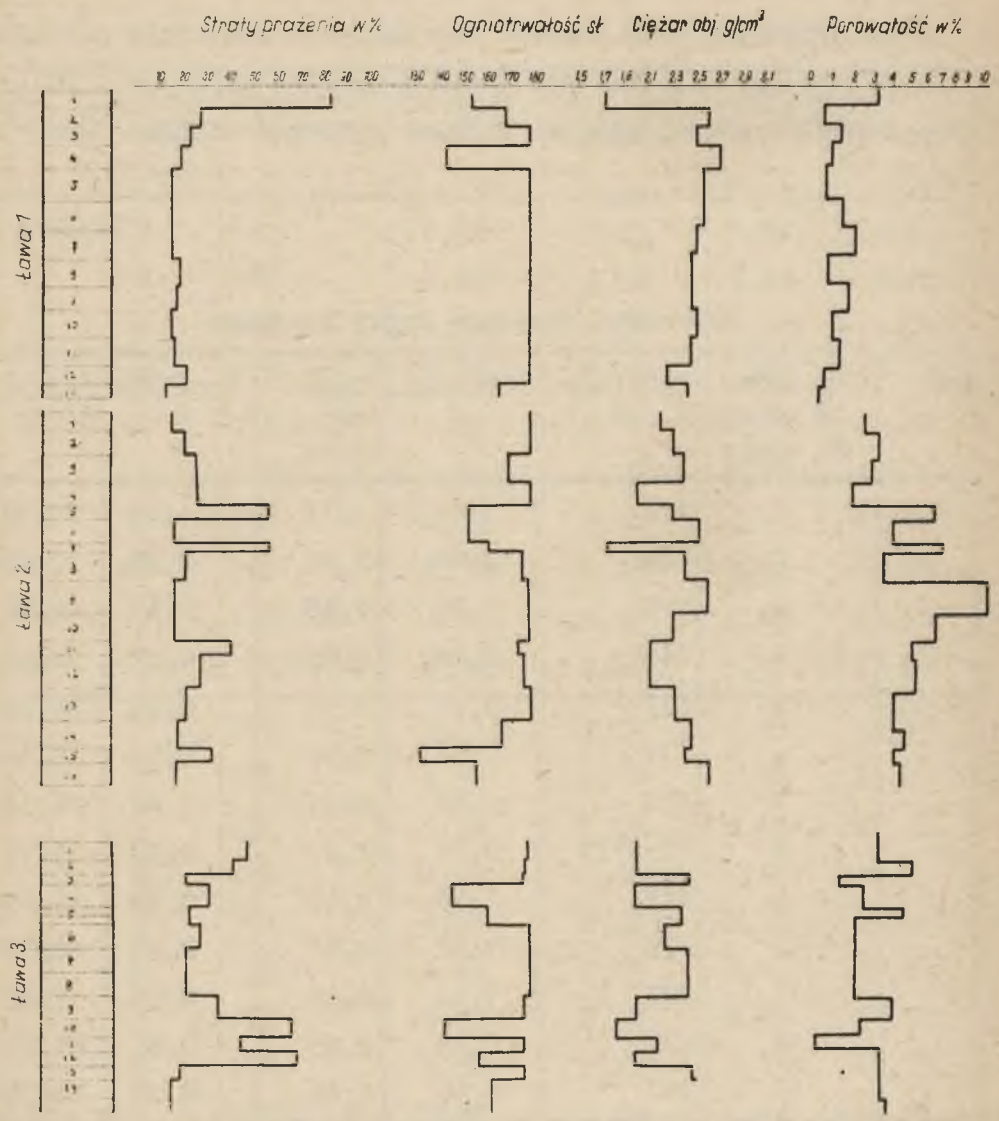
Badania technologiczno-petrograficzne noworudzkich łupków ogniotrwałych, które rozwinęły się przede wszystkim po wojnie szły głównie w tych dwu kierunkach E. Goebel (1928), W. Sielawa (1947), E. Wutzen (1948), S. Pawłowski (1952, 1959), A. Machalica i K. Chmura (1963).

W pracach tych autorów nie zwrócono należytej uwagi na fakt znacznego zróżnicowania w charakterze petrograficznym łupku w poszczególnych ławach ł.o., który jak wynika z przeprowadzonych ostatnio badań (T. Kapuściński 1964) zmienia się w profilu pionowym poszczególnych ław nawet na przestrzeni kilku do kilkunastu cm. Ta zmienność mineralogiczno-chemiczna musi mieć niewątpliwie wpływ na zróżnicowanie w własnościach fizycznych zarówno łupku surowego jak i jego zachowaniu się w czasie prażenia.

Przedstawione w niniejszej pracy badania miały na celu wykazać charakter i stopień zmienności w własnościach fizycznych łupku i po jego wypaleniu na tle pionowych profili eksploatowanych w Nowej Rudzie ław łupku ogniotrwałego.

## 2. SPOSÓB POBRANIA PRÓB ORAZ ZAKRES PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

Do badań pobrano próby punktowe z trzech eksploatowanych ław łupku ogniotrwałego pola północnego nadania górniczego kop. N. Ruda (lokalizację podano na rys. 1).




**Rys. 1. Zmienność najważniejszych własności fizycznych łupku surowego na tle profili pionowych ław łupku ogniotrwałego**

Przy typowaniu prób starano się uchwycić wszystkie zaznaczające się zmiany litologiczne łupku w profilu pionowym. Odległość pomiędzy poszczególnymi próbami wynosiła średnio 10-20 cm

Tablica 1

Własności fizyczne łupku surowego

| Ława | Nr próby od stropu do spągu | Ogniotrw. sP | Por. wzgl. % | Cięż. obj. g/cm$^3$ | Nasiąkl. % | Str. praż % wag. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 1 | 154 | 3,01 | 1,71 | 1,16 | 81,12 |
| | 2 | 169 | 0,80 | 2,59 | 0,28 | 17,80 |
| | 3 | 177 | 1,32 | 2,48 | 0,61 | 22,60 |
| | 4 | 143 | 0,99 | 2,69 | 0,37 | 20,30 |
| | 5 | 177 | 0,75 | 2,54 | 0,30 | 15,80 |
| | 6 | 177 | 1,51 | 2,54 | 0,59 | 16,10 |
| | 7 | 177 | 2,02 | 2,51 | 1,00 | 16,10 |
| | 8 | 175/177 | 0,81 | 2,47 | 0,40 | 19,16 |
| | 9 | 177 | 1,68 | 2,45 | 0,69 | 18,05 |
| | 10 | 177 | 1,02 | 2,51 | 0,40 | 16,39 |
| | 11 | 177 | 1,33 | 2,45 | 0,55 | 17,40 |
| | 12 | 177 | 0,58 | 2,25 | 0,26 | 21,25 |
| | 13 | 167 | 0,46 | 2,46 | 0,19 | 12,70 |
| II | 1 | 177 | 2,42 | 2,19 | 1,1 | 15,64 |
| | 2 | 177 | 3,06 | 2,32 | 1,42 | 20,75 |
| | 3 | 169 | 2,70 | 2,45 | 1,32 | 26,79 |
| | 4 | 177 | 1,90 | 2,00 | 0,94 | 27,70 |
| | 5 | 154 | 6,43 | 2,28 | 3,14 | 57,85 |
| | 6 | 154 | 3,80 | 2,52 | 1,70 | 17,55 |

cd. tablicy 1

| Ława | Nr próby od stropu do spągu | Ogniotrw. sP | Por.wzgl. % | Ciąż.obj. g/cm$^3$ | Nasiąkl. % | Str. praż. % wag. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 7 | 161 | 6,85 | 1,73 | 3,90 | 58,65 |
| | 8 | 177 | 3,20 | 2,42 | 1,34 | 22,08 |
| | 9 | 177 | 10,40 | 1,61 | 6,55 | 16,95 |
| | 10 | 177 | 6,50 | 2,30 | 3,17 | 17,00 |
| | 11 | 175 | 4,95 | 2,12 | 2,15 | 41,10 |
| | 12 | 177 | 5,25 | 2,10 | 2,58 | 28,82 |
| | 13 | 177 | 4,00 | 2,32 | 1,73 | 22,02 |
| | 14 | 167 | 4,50. | 2,45 | 1,92 | 18,99 |
| | 15 | 130/132 | 3,97 | 2,40 | 1,65 | 33,40 |
| | 16 | 154/158 | 4,30 | 2,60 | 1,95 | 17,95 |
| III | 1 | 177 | 3,19 | 2,06 | 1,51 | 48,95 |
| | 2 | 177 | 4,92 | 2,06 | 2,35 | 42,20 |
| | 3 | 177 | 1,35 | 2,47 | 0,65 | 21,50 |
| | 4 | 146 | 2,37 | 2,06 | 1,41 | 32,53 |
| | 5 | 161 | 4,21 | 2,42 | 2,15 | 23,20 |
| | 6 | 177 | 2,03 | 2,25 | 1,00 | 27,87 |
| | 7 | 177 | 1,93 | 2,48 | 0,85 | 21,92 |
| | 8 | 177 | 1,90 | 2,45 | 1,43 | 21,75 |
| | 9 | 177 | 3,98 | 2,03 | 1,59 | 36,65 |
| | 10 | 143 | 2,36 | 1,85 | 1,16 | 67,60 |
| | 11 | 177 | 0,13 | 2,17 | 0,06 | 45,20 |
| | 12 | 158 | 4,45 | 1,87 | 2,21 | 70,20 |
| | 13 | 177 | 3,24 | 2,47 | 1,10 | 19,41 |
| | 14 | 163 | 3,52 | 2,51 | 1,53 | 16,57 |

Wszystkie wytypowane próby przebadano zarówno w stanie surowym, jak i po jego wypaleniu. Dla łupku surowego oznaczono ogniotrwałość zwykłą, ciężar objętościowy, porowatość względną, nasiąkliwość i straty prażenia.
Wypalanie łupku przeprowadzono w 4 zakresach temperatur tj.1200 1300, 1400 i 1500°C i po wypaleniu oznaczono ciężar objętościowy, porowatość względną i nasiąkliwość oraz dla niektórych prób oznaczono zawartość mulitu. Ponadto wypalony łupek scharakteryzowano pod względem jego struktury i składu mineralnego.

## 3. CHARAKTERYSTYKA WŁASNOŚCI ŁUPKU SUROWEGO I WYPALONEGO NA TLE PROFILI PIONOWYCH EKSPLOATOWANYCH ŁAW Ł.o.

Dane odnośnie własności fizycznych łupku surowego w poszczególnych ławach zestawiono w tablicy 1, a zmienność tych własności na tle profili analizowanych ław przedstawiono graficznie na rys. 1.

a) <u>ogniotrwałość zwykła</u>

Z rys. 2 wynika, że ogniotrwałość zwykła zmienia się w profilu w sposób cykliczny we wszystkich trzech ławach. Spadek ogniotrwałości obserwuje się przede wszystkim w spągu i stropie analizowanych ław, a najwyższą ogniotrwałość wykazują partie środkowe. Badania ogniotrwałości zwykłej potwierdziły doświadczenia produkcyjne, że ława pierwsza jest pod względem ogniotrwałości najkorzystniejsza. Dowodem tego są małe wahania w ogniotrwałości łupku z tej ławy w stosunku do łupku ławy drugiej i trzeciej. Miąższość łupku o najwyższej ogniotrwałości (pow. 175 sp) osiąga również największą wartość w ławie pierwszej, maleje natomiast w ławach drugiej i trzeciej.

b) porowatość względna i nasiakliwość

Ustalone wartości porowatości względnej łupku surowego wykazują w profilach poszczególnych ław bardzo duże zróżnicowanie od 0,13-10,4, przy czym największą zmienność tego parametru dostrzega się w łupku ławy drugiej i trzeciej. Nie zauważono tutaj żadnej prawidłowości w zmienności tego parametru w profilu pionowym wszystkich trzech ław.

Nasiąkliwość łupku surowego zmienia się od 0,06-3,90 a charakter tej zmienności w profilu ław jest prawie identyczny jak to widać na rys. 1 z porowatością względną.

c) ciężar objętościowy

W związku z dużym zróżnicowaniem porowatości względnej oraz zmienną zawartością węgla w profilu ław, ciężar objętościowy wykazuje również znaczne wahania w wartościach liczbowych (odl. 61-2,69) a to przede wszystkim w ławach drugiej i trzeciej, natomiast w ławie pierwszej łupek cechuje się bardziej stałymi wartościami tego parametru.

d) strata prażenia

Strata prażenia jest bardzo ważnym parametrem przy ocenie własności technicznych łupku. Wiąże się ona przede wszystkim z procesem dehydratacji, spalaniem substancji organicznej i rozkładem węglanów. Przebieg zmienności strat prażenia na tle profili dowodzi dużego zróżnicowania zarówno w zawartości węgla, jak też w zawartościach obok kaolinitu wodzianów glinu (bemitu i diasporu), węglanów Fe, Ca i Mg oraz związków żelaza. Szczególnie znaczne zróżnicowania tego parametru obserwuje się w ławie trzeciej i drugiej.

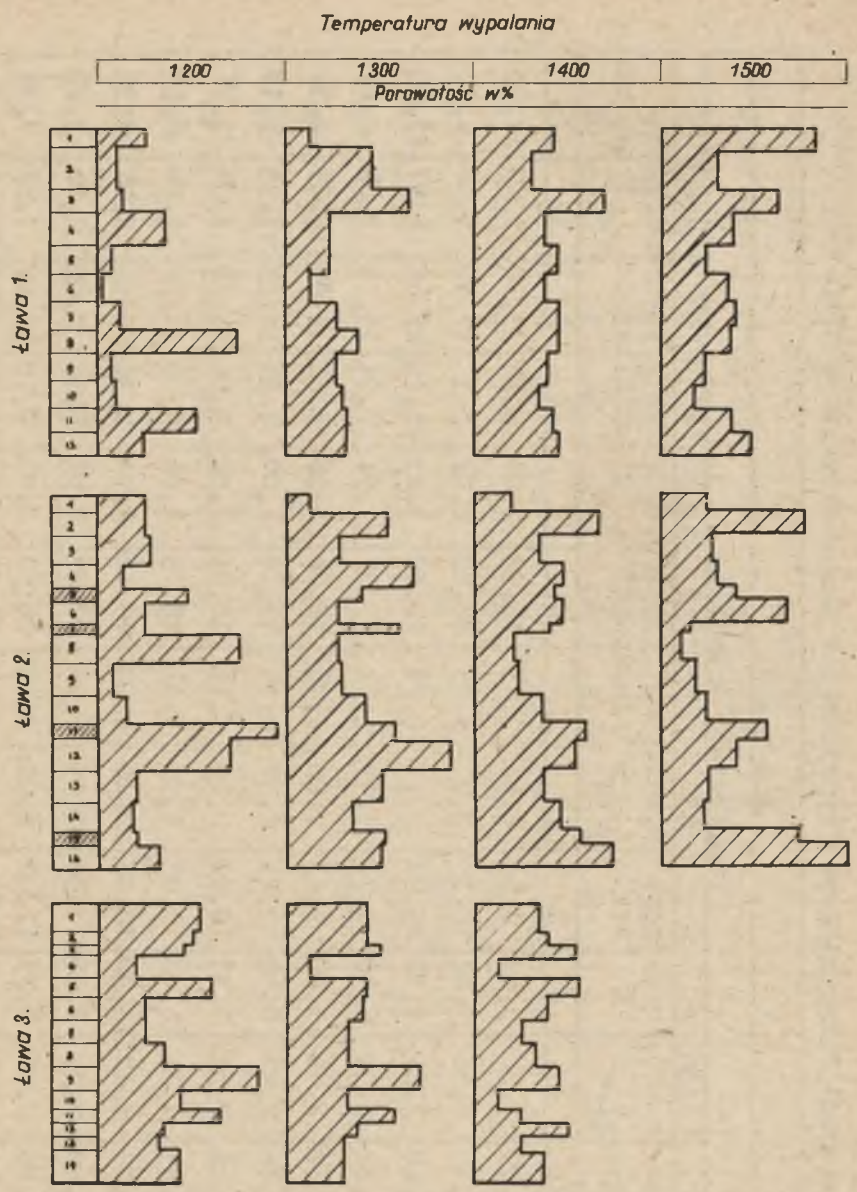
Własności fizyczne łupku palonego oznaczono w materiale próbkowym wypalonym w 4 zakresach temperatur 1200, 1300, 1400 i 1500. Dane liczbowe tych własności zestawiono w tablicy 2. Jak wynika z tych danych zróżnicowanie własności po wypaleniu są jeszcze większe niż w łupku surowym.

Jednym z głównych parametrów z punktu widzenia technologicznego jest porowatość względna. Dlatego też omówienie charakteru zmienności tego parametru na tle profilu poszczególnych ław w zależności od temperatury wypalania jest bardzo celowe i ważne. Wahania w wartościach liczbowych tego parametru w poszczególnych temperaturach ujęto graficznie w formie wykresów (rys. 2).

Przedstawione wykresy wskazują z jednej strony na znaczne zróżnicowanie tego parametru w profilu a z drugiej pozwalają wyciągnąć ważny wniosek, że największe wahania wykazuje łupek wypalany w t. 1200, mniejsze w 1300 a największe wyrównanie tego parametru przypada na t. 1400, zróżnicowując się znowu w t. 1500.

Należy tutaj podkreślić, że na zróżnicowanie porowatości względnej noworudzkiego łupku palonego ma wpływ nie tylko zmienna zawartość węgla, węglanów i związków żelaza jak to dotychczas przyjmowano, ale również jego wykształcenie strukturalne.

Szczególnie wyraźnie widać to na przykładzie ławy 1, gdzie 60 cm warstwa łupku o prawie jednakowym składzie chemicznym wykazuje wyraźne zróżnicowanie tego parametru.




Rys. 2. Zmienność porowatości względnej łupku palonego na tle profili pionowych ław łupku ogniotrwałego

Tablica 2

Własności fizyczne łupku wypalonego w temperaturach od 1200-1500

| Ł a w a 1 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nr próby od stropu do spągu | Temperatura wypalania | | | | | | | | | | | |
| | 1200 | | | 1300 | | | 1400 | | | 1500 | | |
| | por. wzgl. % | c.obj. g/cm$^3$ | nas. % | por. wzgl. % | c.obj. g/cm$^3$ | nasiąkl. % | por. wzgl % | c.obj. g/cm$^3$ | nasiąkl. % | por. wzgl % | c.obj. g/cm$^3$ | nasiąkl. % |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 9,70 | 2,36 | 3,64 | 4,64 | 2,64 | 1,75 | 16,82 | 2,04 | 8,25 | 33,30 | 1,69 | 19,60 |
| 2 | 4,15 | 2,26 | 1,84 | 18,15 | 2,01 | 9,05 | 12,25 | 2,02 | 7,3 | 12,00 | 1,92 | 6,10 |
| 3 | 9,68 | 2,35 | 4,12 | 25,92 | 2,11 | 12,18 | 28,40 | 1,83 | 15,40 | 25,60 | 1,97 | 13,00 |
| 4 | 14,22 | 2,34 | 6,10 | 9,74 | 2,15 | 4,52 | 15,37 | 1,94 | 7,94 | 15,15 | 1,89 | 8,01 |
| 5 | 2,74 | 2,48 | 1,10 | 9,43 | 2,08 | 5,12 | 18,00 | 1,95 | 9,22 | 9,09 | 2,09 | 4,37 |
| 6 | 0,28 | 2,41 | 0,10 | 5,21 | 2,37 | 2,19 | 15,18 | 2,00 | 7,56 | 14,25 | 1,93 | 7,13 |
| 7 | 4,52 | 2,38 | 1,91 | 10,40 | 2,19 | 4,79 | 18,35 | 1,84 | 9,95 | 15,20 | 1,91 | 7,31 |
| 8 | 29,65 | 1,78 | 16,63 | 15,01 | 1,95 | 7,68 | 18,15 | 1,86 | 9,76 | 14,20 | 1,89 | 6,99 |
| 9 | 3,17 | 2,47 | 1,28 | 10,35 | 2,16 | 4,81 | 15,42 | 1,94 | 7,96 | 9,46 | 2,07 | 4,32 |
| 10 | 4,00 | 2,44 | 1,64 | 11,30 | 1,95 | 5,66 | 13,41 | 2,00 | 6,71 | 7,06 | 2,12 | 3,23 |
| 11 | 20,90 | 1,90 | 9,75 | 12,90 | 2,02 | 6,39 | 16,62 | 1,89 | 8,78 | 15,67 | 1,92 | 7,37 |
| 12 | 9,10 | 2,17 | 4,42 | 12,75 | 1,84 | 6,22 | 17,72 | 1,77 | 9,96 | 19,68 | 1,70 | 10,00 |

cd. tablicy 2

| Ł a w a 2 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 9,82 | 2,34 | 1,22 | 5,15 | 1,95 | 2,43 | 7,25 | 2,08 | 3,64 | 10,50 | 1,70 | 5,10 |
| 2 | 10,60 | 2,15 | 4,96 | 21,70 | 1,90 | 10,80 | 26,30 | 1,73 | 13,40 | 30,20 | 1,58 | 16,10 |
| 3 | 5,14 | 2,41 | 2,15 | 11,30 | 2,20 | 5,40 | 14,10 | 1,99 | 7,20 | 11,10 | 1,95 | 6,30 |
| 4 | 18,72 | 2,05 | 9,49 | 26,40 | 1,77 | 13,10 | 19,00 | 1,97 | 9,32 | 11,70 | 1,96 | 6,03 |
| 5 | 9,35 | 1,94 | 4,81 | 16,10 | 1,88 | 8,00 | 17,30 | 1,78 | 8,69 | 15,20 | 2,00 | 7,30 |
| 6 | 9,10 | 1,90 | 4,81 | 11,05 | 1,85 | 6,00 | 19,10 | 1,68 | 9,37 | 26,30 | 1,34 | 14,03 |
| 7 | 30,20 | 1,67 | 18,10 | 24,00 | 1,52 | 12,30 | 16,05 | 1,97 | 8,13 | 6,10 | 2,14 | 3,20 |
| 8 | 3,08 | 2,52 | 1,23 | 11,10 | 2,30 | 7,00 | 8,67 | 2,01 | 4,47 | 4,20 | 2,28 | 2,10 |
| 9 | 5,72 | 2,23 | 2,56 | 11,81 | 2,06 | 6,70 | 9,21 | 2,00 | 4,56 | 7,24 | 2,07 | 3,49 |
| 10 | 37,70 | 1,32 | 28,40 | 16,85 | 1,90 | 8,70 | 14,30 | 1,98 | 7,23 | 9,35 | 1,69 | 5,53 |
| 11 | 27,70 | 1,53 | 15,45 | 22,40 | 1,70 | 10,80 | 23,60 | 1,51 | 11,63 | 22,40 | 1,30 | 10,50 |
| 12 | 27,70 | 1,68 | 16,45 | 29,00 | 1,83 | 14,70 | 21,30 | 1,70 | 10,60 | 16,00 | 1,93 | 8,26 |
| 13 | 8,14 | 2,17 | 3,73 | 20,90 | 1,89 | 3,42 | 15,70 | 1,98 | 7,83 | 10,80 | 1,95 | 4,80 |
| 14 | 7,78 | 2,01 | 3,86 | 13,70 | 1,92 | 6,95 | 18,37 | 1,73 | 9,13 | 9,34 | 1,87 | 4,89 |
| 15 | 8,00 | 2,09 | 3,31 | 20,40 | 2,12 | 13,40 | 23,45 | 1,52 | 11,45 | 29,20 | 1,33 | 16,00 |
| 16 | 12,20 | 1,92 | 6,34 | 20,00 | 1,91 | 10,50 | 29,30 | 1,25 | 14,32 | 39,00 | 1,15 | 18,70 |

cd. tablicy 2

| Ł a w a 3 | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1 | 21,30 | 1,63 | 10,30 | 17,10 | 1,76 | 6,90 | 13,40 | 1,83 | 6,70 | - | - | - |
| 2 | 20,30 | 1,87 | 10,70 | 16,90 | 2,10 | 8,30 | 15,40 | 2,10 | 7,30 | - | - | - |
| 3 | 18,80 | 2,17 | 9,00 | 20,00 | 1,94 | 11,30 | 21,30 | 1,95 | 10,30 | - | - | - |
| 4 | 7,80 | 2,20 | 3,50 | 4,58 | 2,50 | 2,10 | 5,13 | 2,65 | 2,50 | - | - | - |
| 5 | 24,30 | 1,76 | 11,30 | 16,70 | 1,93 | 8,30 | 22,50 | 1,96 | 10,30 | - | - | - |
| 6 | 9,90 | 2,26 | 4,30 | 16,35 | 2,10 | 8,30 | 15,30 | 1,96 | 7,60 | - | - | - |
| 7 | 9,90 | 2,22 | 4,50 | 13,25 | 2,19 | 6,70 | 9,90 | 2,15 | 4,50 | - | - | - |
| 8 | 14,10 | 2,28 | 7,00 | 13,30 | 2,30 | 6,10 | 13,00 | 2,30 | 6,50 | - | - | - |
| 9 | 34,50 | 1,80 | 16,10 | 28,20 | 1,87 | 14,30 | 18,30 | 1,89 | 9,10 | - | - | - |
| 10 | 17,70 | 1,75 | 8,30 | 12,50 | 1,96 | 6,70 | 4,74 | 1,98 | 2,30 | - | - | - |
| 11 | 25,30 | 1,65 | 12,50 | 22,50 | 1,75 | 10,30 | 9,50 | 2,17 | 4,70 | - | - | - |
| 12 | 13,4 | 2,12 | 6,70 | 15,30 | 2,30 | 7,30 | 20,10 | 1,95 | 10,10 | - | - | - |
| 13 | 12,50 | 2,00 | 6,10 | 12,40 | 2,02 | 6,50 | 11,30 | 2,04 | 5,60 | - | - | - |
| 14 | 17,30 | 1,83 | 8,60 | 12,53 | 1,97 | 5,90 | 14,69 | 1,92 | 7,60 | - | - | - |

## 4. PROCESY PRZEMIENIALNOŚCI TERMICZNEJ NOWORUDZKIEGO ŁUPKU OGNIOTRWAŁEGO

Przedstawione w niniejszej pracy badania mikroskopowe zgładów łupku wypalonego miały na celu nie tylko charakterystykę przemian zachodzących w czasie wypalania, ale również próbę ustalenia różnic w przebiegu wypalania różnych pod względem charakteru mineralogiczno-chemicznego i strukturalnego odmian łupku noworudzkiego.

Do badań wybrano 4 odmiany łupku ogniotrwałego, które są charakterystyczne dla noworudzkiego surowca ogniotrwałego. Wąskie ramy niniejszego referatu nie pozwalają na przedstawienie szczegółowego opisu petrograficznego tych odmian, dlatego też ograniczę się tylko do ich krótkiej charakterystyki:

- łupek illitowo-kaolinitowo-kwarcowy o strukturze aleurytowo-psamitycznej (mułowcowo-piaskowej) i teksturze warstwowej,
- łupek kaolinitowo-diasporowy o strukturze pelitycznej z przejściem w bezpostaciowo-żelowatą i teksturze warstwowo-słojowatej, zaznaczającej się przez ułożenie substancji organicznej,
- łupek kaolinitowo-diasporowy o strukturze pelitycznej i teksturze warstwowo-słojowatej,
- łupek kaolinitowo-diasporowy z pseudomorfozami kaolinitu po skaleniach, szkliwie wulkanicznym, biotocie i innych minerałach o strukturze psamityczno-pelitycznej z przejściem w porfirowatą i teksturze warstwowo-potokowej.

Odmiana pierwsza występuje przeważnie w spągu i stropie poszczególnych ław. Proces wypalania przebiega wzdłuż wkładek węglowych i szczelin, obejmując równomiernie całą masę próbki. Materiał jest dobrze wypalony już w t. 1200, powstają przy tym

liczne pory wielk. 0,2 - 0,02 mm, otoczone materiałem zeszkliwionym (fot. 1). To szybkie pojawienie się por zamkniętych i fazy szklistej spowodowane jest występowaniem w tej skale większych ilości illitu i zw. żelaza. W wyższych temperaturach zawartość por szybko wzrasta, tak że materiał wypalony przyjmuje strukturę gąbczastą (fot. 2).

Odmiana druga pojawia się przeważnie w profilu w sąsiedztwie wkładek węglowych. Proces wypalania przebiega tu podobnie jak w odmianie pierwszej osiągając już w t.1300° wysoki stopień wypalania i stosunkowo szybkie pojawienie się fazy szklistej (fot. 3). W wyższych temperaturach 1400-1500 pojawiają się nieliczne pojedyncze pory zamknięte o wielk. 0,05 mm.

Z obserwacji procesu wypalania tej odmiany i rozmieszczenia por zamkniętych w materiale wypalonym wynika, że w temp. 1200 w pierwszej kolejności ulega procesowi wypalania masa bezpostaciowa (żelowata), która w wyższych temperaturach ulega zeszkliwieniu i utrudnia dostęp do partii centralnych powodując gorsze ich wypalanie.

Odmiana trzecia charakteryzuje się mniejszą zawartością masy żelowatej i bardziej wyrównanym uziarnieniem. W związku z tym już w temperaturze 1200 wypala się dobrze i równomiernie. Proces wypalania przebiega tu wzdłuż ułożonych równolegle i słojowato wkładek węgla, wzdłuż których występują w wyższych temperaturach (1500) rozwarstwienia i pory rozsiane równomiernie w całym materiale.

Odmiana czwarta wykazuje, jak już wyżej wspomniano strukturę psamityczno-pelitową, względnie przypominającą strukturę porfirową, występuje najczęściej w środkowych partiach ławic.

W czasie wypalania występuje już w temperaturze 1200 charakterystyczny system nieregularnych spękań, wzdłuż których przebiega proces wypalania (fot. 4). Przebieg tych spękań powoduje,że w wyższych temperaturach łupek rozpada się na ostrokrawędziste fragmenty, które w pewnych wypadkach posiadają niewypalone centra (fot. 5) w innych natomiast centra te wykazują dużą porowatość por zamkniętych o wielkości 0,2-0,8 mm (fot. 6).

Przedstawiony wyżej przebieg procesu wypalania w tej odmianie wskazuje wyraźnie, że pierwotny materiał, z którego powstały te odmiany wykazywał znacznie grubsze uziarnienie, niżby to wynikało z obserwacji mikroskopowych surowego łupku, w którym pierwotna struktura została zatarta wskutek intensywnych przemian chemicznych i metamorficznych jakim uległy noworudzkie łupki ogniotrwałe w czasie swej historii.

Wynikiem przebiegu procesu wypalania jest tzw. przemienialność łupku, której miarą w surowcach glinokrzemianowych jest stosunek mulitu do fazy szklistej.

Ilościowe określenie mulitu dla łupku noworudzkiego przeprowadzono metodą rentgenograficzną (M. Grylicki, 1964). Dane liczbowe zawartości mulitu w różnych odmianach łupku noworudzkiego przedstawiono w tablicy 3.

Jak widać z tej tablicy oznaczone w różnych temperaturach wypalania ilości mulitu osiągają najwyższe wartości w t. 1400 natomiast w t. 1500 zauważa się pewien spadek w ilości tego składnika.

Różny przebieg wypalania różnych odmian łupku noworudzkiego ma również swoje odbicie w procesie mulityzacji.

W łupkach o strukturze ziarnistej przebiega on powoli osiągając maksymalne wartości w wyższych temperaturach, natomiast w

Tablica 3

Zawartość mulitu w różnych odmianach łupku, wypalonego w zakresach temperatur od 1200 - 1500

| Nr próbki | Odmiana | Zawartość mulitu w % wag. | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Temperatura wypalania | | | |
| | | 1200 | 1300 | 1400 | 1500 |
| 1 | Łupek illitowo-kaolin. | 15 | 16 | 28 | 17 |
| 2 | Łupek kaolinitowo-illitowy | 32 | 29 | 26 | 35 |
| 3 | Łupek kaolinitowo-diasporowy o str. pelit. | 26 | 28 | 51 | 50 |
| 4 | Łupek kaolinitowy o str. pel.-żelowat. | n.o. | 50 | 53 | 49 |
| 5 | Łupek kaolinitowy o strukt. porfir. | 32 | 49 | 47 | 50 |
| 6 | Łupek kaolinitowy o strukt. pelit. | 43 | 47 | 49 | 46 |
| 7 | Łupek kaolinitowy o str. żelowatej | 46 | 38 | 44 | 33 |
| 8 | Łupek kaolinitowy o str. pelitowej | 43 | 44 | 48 | 46 |
| 9 | Łupek kaolinitowy o strukturze pel. | 41 | 46 | 55 | 47 |
| 19 | Łupek kaolinitowy o str. ziarnistej | 38 | 43 | 51 | 40 |

odmianach pelitowych zbitych już w temperaturze 1200 powstają znaczne ilości mulitu, niewiele zmieniające się w wyższych temperaturach.

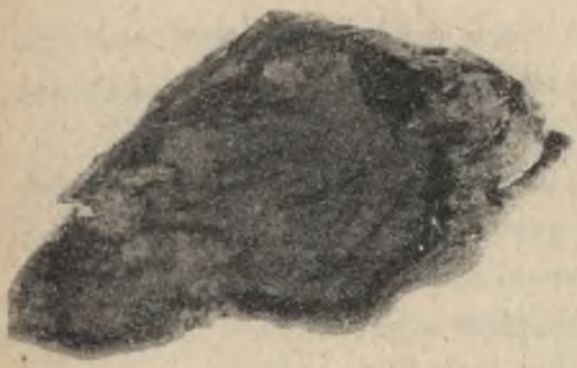
Obserwacje mikroskopowe pozwalają na stwierdzenie, że powstający mulit wykształcony jest w postaci mikrokrystalicznych ziarenek tkwiących w podstawowej masie szklistej lub w formie pojedynczych wydłużonych kryształów wielk. 0,01 - 0,15 mm, krystalizujących w porach i szczelinach.

WNIOSKI

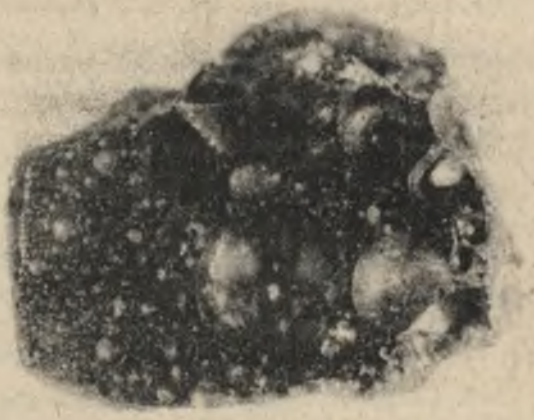
Z przeprowadzonych badań można wyprowadzić kilka ogólnych wniosków:

1. Badania wykazały, że łupek ogniotrwały, występujący w kop. N. Ruda jest zróżnicowany pod względem własności fizycznych zarówno w stanie surowym jak i po jego wypaleniu.
2. Uchwycone różnice w własnościach fizycznych na tle profilu eksploatowanych ław nasuwają wniosek, że w celu otrzymania dobrego dla celów technologicznych surowca wskazana jest selektywna eksploatacja łupku surowego. Badania wykazały, że najkorzystniejsze własności technologiczne wykazują środkowe poziomy poszczególnych ław.
3. Zmienności własności fizycznych łupku po jego wypaleniu, w zależności od temperatury wypalania wskazują, że najkorzystniejszą temperaturą prażenia jest t. 1400, w której wahania własności fizycznych na tle profilu pionowego są najmniejsze. Również przemienialność (stopień mulityzacji) w tej temp. osiąga na ogół najwyższą wartość.

Tablica 4



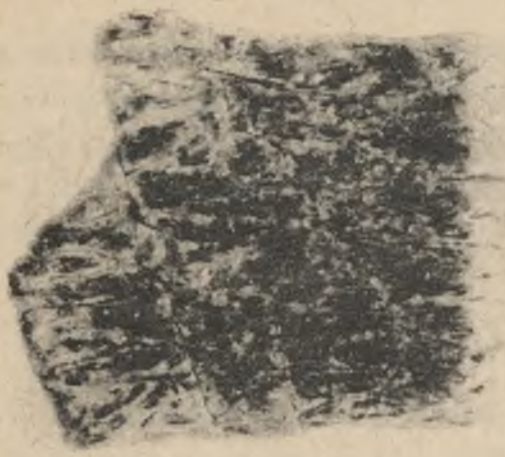
Fot. 1. Łupek illitowo-kaolinitowy wypalony w temperaturze 1200 C. Część centralna dobrze wypalona. W partiach zewnętrznych obwódka zeszkliwiona (ciemna). Powiększenie 3x



Fot. 2. Ten sam łupek wypalony w temperaturze 1500 C. Na pierwszym planie liczne wytopy i pory o wielkości od 0,02 - 2 mm. Powiększenie 3x

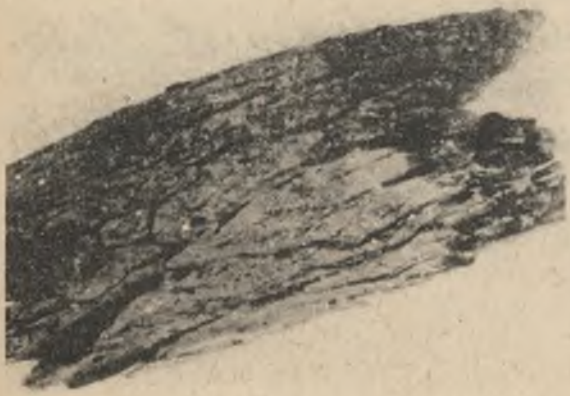
Fot. 3. Łupek kaolinitowo-diasporowy wypalony w temperaturze 1200 C. Wysoki stopień wypalania. W części centralnej widoczny niespalony zgrafityzowany węgiel. Powiększenie 3x

Tablica 5



Fot. 4. łupek o strukturze ziarnistej, wypalony w temperaturze 1200. Charakterystyczny słojowaty system spękań. Ostrokrawędziste fragmenty posiadają w swoich centrach znaczne ilości niespalonego zgrafityzowanego węgla. Powiększenie 3x

Fot. 5. Ten sam łupek, wypalony w temperaturze 1500 Wyższy niż poprzednio stopień wypalenia. Widoczne liczne rozwarstwienia o przebiegu słojowatym. Centra niektórych ziarn wykazują słaby stopień wypalenia i zawierają niespalony węgiel. Powiększenie 3x



Fot. 6. Odmiana tego łupku o dużej w stanie surowym zawartości skaleni, wypalona w temperaturze 1500 C Wydzielone przy wypalaniu ostrokrawędziste fragmenty wykazują znaczną porowatość. Powiększenie 3x

4. Analiza zależności przebiegu wypalania od wydzielonych w obrębie noworudzkich łupków odmian strukturalnych wykazuje, że najkorzystniej wypala się łupek o strukturze pelitycznej, gorzej natomiast odmiany ziarniste.

LITERATURA

[1] Goebel E.: Untersuchungen über neue Wege zur Aufbereitung feuerfesten Schiefertones. Neuerode 1928.

[2] Pawłowski St.: Próby wypalania dolnośląskiego i łupku węglistego w zmechanizowanym piecu szybowym. Prace Instytutu Metalurgii Żelaza nr 3, s 243-260 Gliwice 1952.

[3] Pawłowski St.: Fluidyzacyjne wypalanie ogniotrwałego łupku noworudzkiego. Sprawozdanie nr 178. Instytut Materiałów Ogniotrwałych (praca nieopublikowana). 1959.

[4] Chmura K., Machalica A.: Badania własności karbońskiego łupku ogniotrwałego z kop. "Słupiec". Sprawozdanie nr 313/FSS /8 Instytut Materiałów Ogniotrwałych Gliwice (praca nieopublikowana). 1951.

[5] Chmura K.: Badania własności karbońskiego łupku ogniotrwałego z kop. "Słupiec" - poziom V. 1962.

[6] Machalica A.: Uszlachetnianie łupków pionowych z Nowej Rudy. Sprawozdanie nr 523 Instytutu Materiałów Ogniotrwałych (praca nieopublikowana). 1963.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОРУДСКОГО ОГНЕУПОРНОГО СЛАНЦА НА ФОНЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОФИЛЕЙ ЭКСПЛОАТИРОВАННЫХ ЛАВ ОГНЕУПОРНОГО СЛАНЦА ИЗ РУДНИКА НОВАЯ РУДА

Р е з ю м е

В научной работе обсуждены важнейшие физические свойства огнеупорного сланца эксплоатированного в руднике Новая Руда, как в сыром состоянии, так и после его прокаливания. Для характеристики изменения тех свойств в пределе эксплоатированных лав огнеупорного сланца сделано диаграммы дифференцирования физических свойств на фоне литологических профилей: Изменения физических свойств в зависимости от температуры прокаливания указывают на то, что самая полезная температура - это температура 1.400 а самая полезная разновидность сланца - это разновидность пелитической структуры. Обнаружены разницы в свойствах позволяют прийти к общему выводу, что для получения хорошего сланца в технологическом отношении, рекомендуется селективная эксплоатация сырого сланца.

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FIREPROOF SLATE FROM NOWA RUDA, AGAINST THE BACKGROUND OF THE LITHOLOGICAL PROFILES OF THE MINED FIREPROOF SLATE LAYERS OF THE NOWA RUDA MINE.

S u m m a r y

In the paper the main physical properties of the fireproof slate mined in the Nowa Ruda mine, both in its raw state and after its baking, has been discussed.

To characterise the variability of these properties within the mined layers of the fireproof slate, there havebeen made diagrams of the differentiation of the physical properties against the background of the lithological profiles.

The variabilities of physical properties, depending on the temperature of baking, show, that the most favourable temperature is about 1.400°C, and the most favourable kind of slate is the kind with a pelithic structure.

The differences in properties make it possible to draw the general conclusions, which are:
to get kinds of slate adequate for the technological ends, it is necessary to mine the raw slate in a selective way.