

## O OGNIOTRWALYCH POPIOŁACH I PRZEROSTACH W NIEKTÓRYCH POKŁADACH WĘGLOWYCH W SZYBIE „PIAST” W KOPALNI NOWA RUDA

UKD 553.61.008.1:552.313.2:551.735.2/438.262-2 Nowa Ruda/

W związku z badaniem skłonności do wyrzutów  $\text{CO}_2$  pokładów węglowych wiązki „Franciszka” i wiązki „Romana” (4), występujących w szybie „Piast” kopalni Nowa Ruda zajęto się również badaniem popiołów tych węgli oraz towarzyszących im skał, tj. przerostów w pokładach i skał występujących w ich bezpośrednim spagu i stropie. Jednocześnie miłośno określić ewentualne istnienie podobieństwa składu mineralnego i chemicznego wymienionych skał do łupków ogniotrwałych, występujących w głębszym ich spagu, a stanowiących przedmiot oddzielnych badań.

Po spaleniu węgla z pokładu „Franciszek Dolny” otrzymano popiół barwy białej, trudno rozpuszczający się w kwasach, co skłoniło autorów do przypuszczenia, iż zawierać on może substancje ogniotrwałe. Zbadany na ogniotrwałość wykazał temperaturę topli-

wości  $1730 + C$  ( $sP=173+$ ), a więc bardzo zbliżoną do temperatury topliwości, leżących w spagu i eksplo- atowanych łupków ogniotrwałych (ryc. 1).

Wiadomo, że wysokoogniotrwałe popioły, tak jak wspomniany wyżej, należą do rzadkości. Stwierdzenie ogniotrwałego popiołu w pokładzie „Franciszek Dolny” skłoniło nas do przebadania innych pokładów węglowych znajdujących się w tym profilu, a mianowicie pokładów: „Franciszek Górny”, „Władysław” („Hasen”), „Roman” i „Wilhelm”. Postanowiono również zbadać szczegółowo występujące w tych pokładach przerosty oraz skały bezpośredniego stropu i spagu tych pokładów.

Geologiczny profil części złoża, w której występują wymienione pokłady (ryc. 1), przedstawia ułożenie litologiczne osadów w przekopie trzecim na pozio-

mie V, w tzw. polu węglowym szybu „Piast”. Przedstawiony na profilu kompleks warstw o łącznej miąższości ok. 35 m spoczywa bezpośrednio na eksploatowanej tzw. I ławie łupków ogniotrwałych.

Niniejszą pracę wykonaliśmy w Katedrze Mineralogii i Petrografii Politechniki Śląskiej, pod kierownictwem prof. dr Jana Kuhla, któremu składamy serdeczne podziękowanie za cenne wskazówki i rady.

#### METODY PRACY

Do pracy pobrano próbki bruzdowe węgla z pokładów „Franciszek Dolny”, „Franciszek Górny”, „Władysław”, „Roman” i „Wilhelm” oraz próbki punktowe ze skał, tworzących bezpośrednio stropy i spągi tych pokładów, jak również i przerosty. Z zebranych skał ilastych wykonano stożki dla ustalenia ich ogniotrwałości. W celu zbadania ogniotrwałości popiołów uprzednio spalono węgiel w temperaturze 400 °C, a z otrzymanego popiołu wykonano również stożki. Wyniki oznaczeń temperatury topliwości podano w tabl. I.

Jak wynika z tab. I wysokoogniotrwałymi utworami są popioły z pokładu „Franciszek Dolny” i „Władysław” oraz przerost w pokładzie „Franciszek Górny”. Te trzy próbki, tzn. popioły i przerost poddano szczegółowym badaniom mikroskopowym, chemicznym, termicznym, termiczno-różnicowym i rentgenograficznym w celu wykazania przyczyn ich tak wysokiej ogniotrwałości. Przy badaniach mikroskopowych posługiwano się płytkami cienkimi, wykonanymi z przerostu i preparatami proszkowymi, sporządzonymi z popiołów. Popioły uzyskane przez spalenie węgla w temperaturze 400 °C nadają się do badań mikroskopowych (8). Analizy chemiczne wykonano stosując metody klasyczne. Alkalia oznaczono fotometrycznie. Analizy termiczno-różnicowe wykonano aparatem wyposażonym w piec oporowy z tyglami ceramicznymi i termoparami Pt/Pt-Rh oraz rejestrator samopiszący. Stosowano równomierne ogrzewanie z szybkością 10°/min. Analizy rentgenograficzne przeprowadzono metodą Debeya-Scherrera w kamerach cylindrycznych o średnicy 114,6 mm, przy zastosowaniu promieniowania filtrowanego lampy rentgenowskiej z anodą żelazną.

**Tabela I**  
WYNIKI BADAŃ OGNIOTRWAŁOŚCI  
POPIOŁÓW WĘGLOWYCH I SKAŁ TOWARZYSZĄCYCH  
POKLADOM WĘGLA.

Rodzaj skały	Ogniotrwałość w sP
Łowiec zapiaszczony ze stropu pokładu „Wilhelm”	163/165
Popiół z pokładu „Wilhelm”	165+
Mułowiec z przerostu międzypokładowego „Wilhelm” i „Roman”	167
Popiół z pokładu „Roman”	128/130
Łowiec zapiaszczony ze spągu pokładu „Roman”	163/165
Popiół z pokładu „Władysław”	175—
Popiół z pokładu „Franciszek Górny”, ławica nad przerostem	167+
Łupek węglowy z przerostu w pokładzie „Franciszek Górny”	powyżej 177
Popiół z pokładu „Franciszek Górny” ławica pod przerostem	130/132
Mułowiec ze stropu pokładu „Franciszek Dolny”	163/165
Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”	173 +
Łupek ogniotrwały z I ławy	powyżej 177

#### BADANIA MIKROSKOPOWE

##### 1. Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”

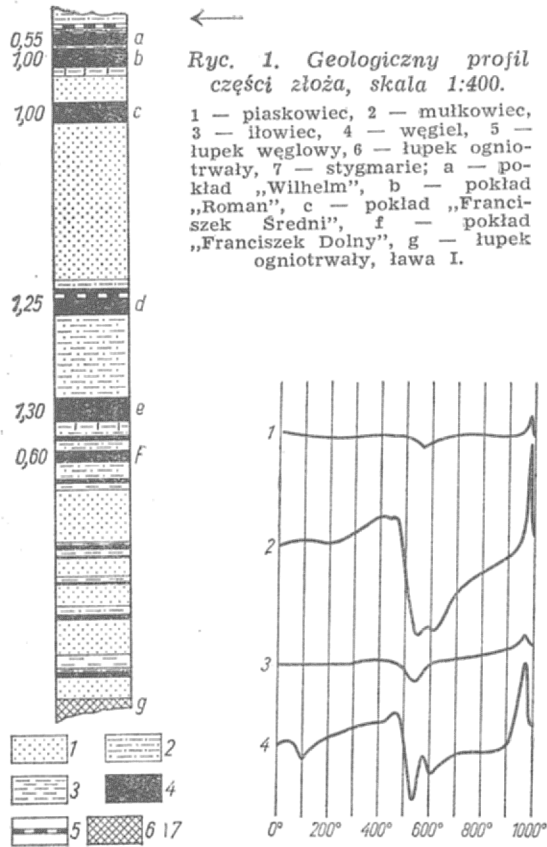
Zawartość popiołu, otrzymanego ze spalenia węgla z pokładu „Franciszek Dolny” w temperaturze 400 °C, wynosi 37,98%. Popiół złożony jest głównie z ziarn pelitycznych anizotropowych o wymiarach poniżej 10 mikronów. Makroskopowo posiada on barwę białą. Zalany 10% kwasem solnym burzy się bardzo powoli, co wskazywałoby na zawartość w nim trudno rozpuszczalnych węglanów.

Pod mikroskopem obok trudnych do zidentyfikowania ziarn pelitycznych zaobserwować można ziarna większe, optycznie prawie izotropowe o wielkości od

ZESTAWIENIE ANALIZ CHEMICZNYCH

**Tabela II**

Składniki	Łupek ogniotrwały z ławy I An. T. Kapuściński		Popiół z pokładu „Franciszek Dolny” An. W. Gabzdyl i T. Kapuściński		Popiół z pokładu „Władysław” (Hasen) An. W. Gabzdyl i T. Kapuściński		Przerost z pokładu „Fr. Górny” An. W. Gabzdyl i T. Kapuściński	
	% wag.	St. mol. x 10 000	% wag.	St. mol. x 10 000	% wag.	St. mol. x 10 000	% wag.	St. mol. x 10 000
SiO <sub>2</sub>	43,40	7220	48,01	8210	49,20	8170	40,06	6672
TiO <sub>2</sub>	0,26	36	0,40	62	0,26	41	0,51	66
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	35,65	3510	38,12	3730	39,51	3870	27,50	2700
FeO	0,75	75	0,72	100	0,72	100	0,15	15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,36	86	2,43	152	1,31	82	0,68	40
CaO	0,70	130	2,30	410	0,60	110	0,40	70
MgO	0,47	114	0,86	214	0,66	169	0,72	176
Na <sub>2</sub> O	0,63	103	0,29	47	0,40	65	0,09	19
K <sub>2</sub> O	0,06	6	0,68	72	3,00	320	0,08	8
S	0,09	28	ślad	—	1,40	438	0,05	15
SO <sub>3</sub>	0,06	6	1,05	131	0,21	31	0,13	19
H <sub>2</sub> O+	12,74	7080	1,54	860	1,04	580	10,15	5860
H <sub>2</sub> O—	0,64	354	—	—	—	—	0,42	228
CO <sub>2</sub>	0,35	79	1,85	410	0,40	90	—	—
C	3,05	2541	2,06	1895	1,26	1050	18,33	10250
Suma	100,21	21338	100,31	16443	99,97	15116	99,87	26137



Ryc. 1. Geologiczny profil części złoże, skala 1:400.

1 — piaskowiec, 2 — mułkowiec, 3 — łowiec, 4 — węgiel, 5 — łupek węglowy, 6 — łupek ogniotrwały, 7 — stygmarie; a — pokład „Wilhelm”, b — pokład „Roman”, c — pokład „Franciszek Sredni”, f — pokład „Franciszek Dolny”, g — łupek ogniotrwały, ława I.

Ryc. 2. Krzywe TAR.

1 — popiół z pokładu „Władysław”, 2 — przerost z pokładu „Franciszek Górny”, 3 — popiół z pokładu „Franciszek Dolny”, 4 — łupek ogniotrwały z ławy I.

40 do 100 mikronów, a nawet większe. Pomierzony na drodze immersyjnej współczynnik załamania światła tych ziarn wynosi 1,563 do 1,565 (ryc. 3). Wśród tych ziarn zdarzają się osobniki o budowie sferolitycznej, które przy nikolach skrzyżowanych wykazują charakterystyczne krzyże interferencyjne, podobnie jak to ma miejsce w niektórych tufach wulkanicznych. Na uwagę zasługują spotykane rzadko osobniki o przeciętnej wielkości ok. 50 mikronów o zarysach krystalograficznych, odpowiadających skaleniom (ryc. 4), które przy nikolach skrzyżowanych wykazują daleko posuniętą kaolinizację. Ciała te można uważać za pseudomorfozy kaolinitu po skaleniach. Niektóre z tych pseudomorfoz wykazują charakterystyczny rozpad, przy czym jako produkt tego rozpadu powstaje kaolinit o robaczkowatych kształtach. Podobny robaczkowaty kaolinit zauważa się w stadium krystalizacji z ciał izotropowych (ryc. 5). Obok wspomnianych składników mineralnych stwierdzono też blaszki illitu, długości od 20 do 60 mikronów, o typowych dla tego minerału cechach optycznych.

Z minerałów występujących raczej ubocznie wymienić należy kwarc o formach ostrokrawędzistych i minerały węglanowe, które zidentyfikowano na podstawie współczynników załamania światła jako dolomit.

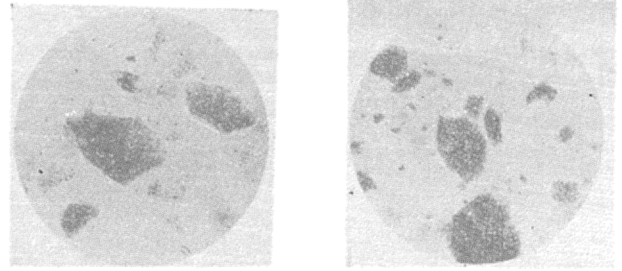
Wykonany z tego popiołu termogram TAR (ryc. 2) wykazał dwa efekty: endotermiczny w 540°C, co wskazuje na kaolinit.

Analiza rentgenograficzna (tab. V), potwierdziła, że głównym składnikiem popiołu jest kaolinit obok podrzędnych ilości illitu, dolomitu i kwarcu.

Poddany analizie chemicznej popiół wykazał skład chemiczny zestawiony w tab. II.

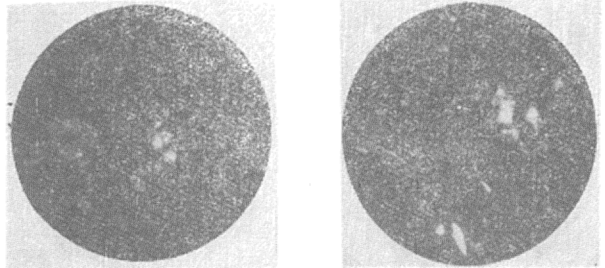
## 2. Popiół z pokładu „Władysław” (Hasen)

Zawartość popiołu w tym pokładzie wynosi 30,02%. Popiół ten jest biały i nie wykazuje reakcji z kwasem



Ryc. 3. Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”. Ziarno szkliska wulkanicznego, optycznie izotropowe o ostrokrawędzistej formie. W dolnej części mikrofotografii widoczny skałen skaolinizowany o zachowanych zarysach krystalograficznych. Nikole równoległe, pow. 150 X.

Ryc. 4. Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”. Skalenie o dobrze zachowanych zarysach krystalograficznych, z daleko posuniętą kaolinizacją. Nikole równoległe, pow. 150 X.



Ryc. 5. Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”. Kaolinit robaczkowaty, krystalizujący z ciał izotropowych (ziarno jasne), obok większych szarych ziarn skaleni. Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.

Ryc. 6. Popiół z pokładu „Władysław”. Kaolinit o formie sferolityczno-promienistej, krystalizujący z ciał izotropowych. W dolnej części widoczne duże, podłużne ziarno przeobrażonego skalenia. Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.

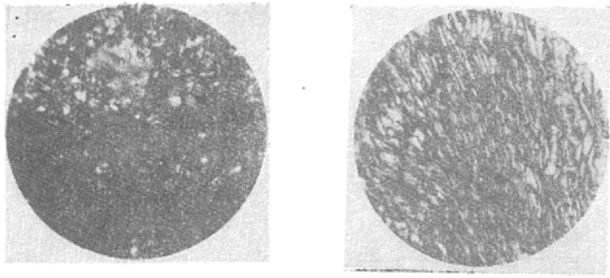
solnym. Badania mikroskopowe wykazały podobieństwo w składzie mineralnym do wyżej opisanego popiołu z pokładu „Franciszek Dolny”.

W ziemistym kaolinicie, stanowiącym główną masę tego popiołu, tkwią ziarna o wielkości od 30 do 300 mikronów; są one albo całkowicie izotropowe ( $n = 1,563$ ), albo uległy skaolinizowaniu przechodząc w drobnołuseczkowate agregaty. Niektóre ziarna izotropowe wykazują formy globulitowe lub sferolityczne (ryc. 6). W masie obserwuje się również ziarna, wykazujące zarysy krystalograficzne i dwójłomność, odpowiadającą skaleniom. Przy nikolach skrzyżowanych stwierdza się, iż powierzchnie skaleni pokryte są drobnołuseczkowatym kaolinitem. Obok wspomnianych składników stwierdza się też blaszki illitu i kwarcu, przeważnie o zarysach ostrokrawędzistych. Jako składniki uboczne należy wymienić kalcyt i tlenki żelaza.

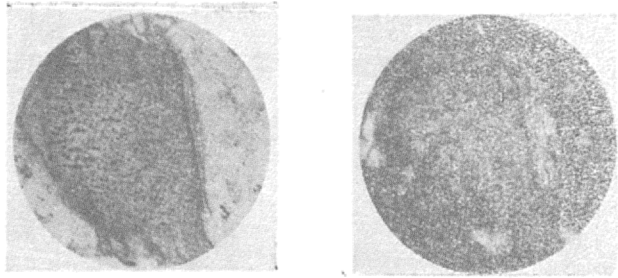
Termogram TAR badanego popiołu (ryc. 2) daje dwa efekty termiczne, charakterystyczne dla kaolinitu. Skład chemiczny tego popiołu podano w tab. II.

## 3. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”

Makroskopowo skała przedstawia łupek węglowy zbudowany z naprzemianległych warstewek płonnych i węglowych. Badana w szlifie cienkim skała ta wykazuje subtelną laminację, przy czym jedne z warstewek przy nikolach skrzyżowanych posiadają budowę amorficzną, zupełnie izotropową o bardzo nielicznych wrostkach ciał obcych, przy jednym nikolu wykazują barwę oliwkowożółtą, a jako wrostki w tej masie spotyka się drobne ziarenka kwarcu i drobnołuseczkowaty kaolinit.



Ryc. 7. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Dwie odmiany masy zasadniczej skały. W górnej części substancja ziarnista, anizotropowa, w dolnej części — amorficzna, izotropowa. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.  
Ryc. 8. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Tkanina roślinna o zachowanej budowie komórkowej. Wnętrza komórek wypełnione substancją amorficzną. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.



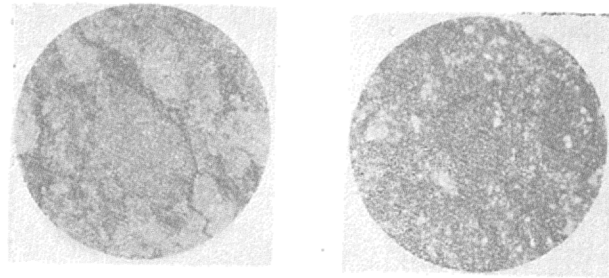
Ryc. 11. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Szklivo wulkaniczne, silnie porowate. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.

Ryc. 12. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. To samo ziarno szklive widoczne po skrzyżowaniu nikoli. Obserwuje się znaczny stopień dewitryfikacji, po prawej stronie ziarna krystalizuje kaolinit o strukturze pakietowej. Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.

Budowa innych warstewek jest wyraźnie ziarnista, miejscami zbita i są one pod względem optycznym przeważnie anizotropowe (ryc. 7). Warstewki tych dwóch różnych substancji są oddzielone od siebie nitkowatej grubości wkładkami organicznymi (węglowymi). Bardzo często obserwuje się, że substancja amorficzna wypełnia komórki zachowanych szczątków organicznych, jak: fuzytynu, resztek liści, czy łądyg (ryc. 8).

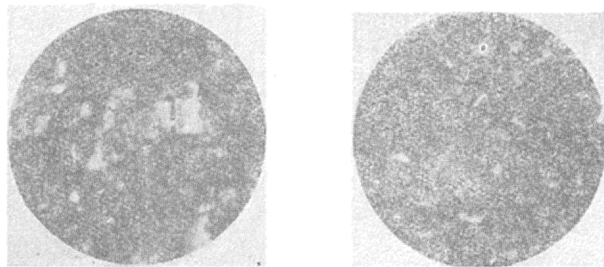
Ziarnista odmiana skały jest przy jednym nikolu bezbarwna i, jak już wspomniano wyżej, zachowuje się przeważnie anizotropowo. Wykazuje ona współczynniki załamania światła, zbliżone do kaolinitu. Występujące w niej ziarna są zróżnicowane pod względem wielkości. Jedne z nich o wielkościach 20, 50, 150, a nawet 250 mikronów wykazują cechy morfologiczne i współczynniki załamania światła, wskazujące, że są one w różnym stopniu zdewitryfikowanym szklivem wulkanicznym (ryc. 9, 10, 11 i 12).

Wśród mniejszych ziarn spotyka się czasami ziarna większe, dochodzące do wielkości ok. 600 mikronów, na których obserwuje się wtórną krystalizację kaolinitu o robaczkowatych formach (ryc. 13) lub o budowie promienisto-sferolitycznej (ryc. 14). Dostrzec też można, zwłaszcza przy dużym powiększeniu, blaszki o wydłużonych kształtach, które można by uważać za illit. Na uwagę zasługuje obecność we wspomnianej masie wtórnego kaolinitu, wykrywanego w postaci ziarn o strukturze pakietowej (ryc. 15 i 16). Formy te opisał m.in. M. C. Szwiecow, opracowując illy krystaliczne zagłębi węglowych: Donbasu, Karagandy i Kuźniecka (3). W masie tej stwierdzono również obecność skaleni, w większości przeobrażonych (ryc. 17). Wykazują one na ogół dobrze zachowane zarysy. Na jednym zachowanym w stanie świeżym skaleniu (ryc. 18) pomierzono na stoliku Fedorowa kąt  $2V = 34^\circ$ , co wskazuje na sodowy sanidyn lub anortoklaz.



Ryc. 9. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Szklivo wulkaniczne, tkwiące w ziarnistej odmianie substancji zasadniczej skały. Nikole równoległe, pow. 60 X.

Ryc. 10. To samo ziarno szklive, widoczne po skrzyżowaniu nikoli. Z izotropowego ziarna zaczyna krystalizować drobnoluseczkowaty kaolinit. Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.



Ryc. 13. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Na pierwszym planie widoczne ziarno kaolinitu robaczkowatego. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.

Ryc. 14. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Na pierwszym planie widoczne otoczone wkładkami węgla ziarno kaolinitu o budowie sferolityczno-promienistej. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.

Oznaczona chemicznie zawartość alkaliów w badanej skale potwierdza w pewnej mierze postawioną diagnozę mikroskopową odnośnie do obecności w nich skaleni. Na niektórych osobnikach skaleni zauważono charakterystyczne dla albitu zbliżniaczenia. Występujący w skale kwarc jest bezładnie rozmieszczony w masie skalnej, wykazując wybitnie ostrokrawędziste, najczęściej sztyletowato wydłużone formy (ryc. 19). Akcesorycznie występują — rozarty i wybielały biotyty oraz limonit i zlimonityzowany syderyt.

Cechą charakterystyczną badanej skały jest jej mikrotekstura typowa dla łupków węglowych. Laminki węglowe układają się zgodnie z uwarstwieniem. W niektórych partiach obserwuje się zjawiska skataklazowania, objawiające się schodkowym przesunięciem wkładek węglowych (ryc. 20).

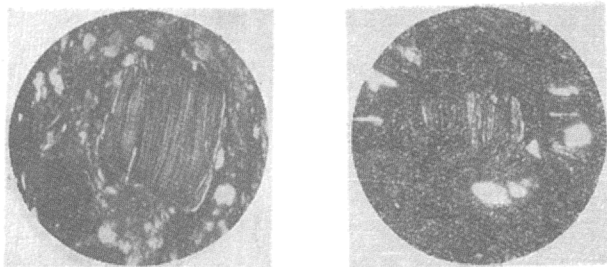
Przedstawiony obraz mikroskopowy pozwala uważać badany przerost za typowy illy krystaliczny, znany z występowania w różnych zagłębiach węglowych (1, 2, 3, 5, 6, 9 i 10). Termogram TAR (ryc. 2) wykazuje 2 efekty endotermiczne w  $540^\circ$  i  $600^\circ\text{C}$  oraz efekt egzotermiczny w  $960^\circ$ . Krzywą tę można interpretować jako charakterystyczną dla kaolinitu.

Badania rentgenograficzne potwierdziły obecność kaolinitu i kwarcu (tab. V).

Wyniki analizy chemicznej badanej skały zestawiono w tab. II (analiza 4).

#### BADANIA CHEMICZNE

Z zestawionych w tab. II analiz chemicznych popiołów z pokładów „Franciszek Dolny” i „Władysław” (Hasen) oraz przerostu w pokładzie „Franciszek Górny” wynika, iż utwory te pod względem chemicznym cechują się dużą zawartością  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i niską zawartością tlenków żelaza oraz wapnia, charakterystycznymi dla utworów ogniotrwałych. Dla porównania ich składu chemicznego ze składem chemicznym łupków



Ryc. 15. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Duże ziarno kaolinitu o strukturze pakietowej, wykryształizowane w ziarnistej odmianie skały. Ziarno otacza nitkowatej grubości warstewka węgla. Z lewej strony u dołu widoczne izotropowe ziarno szkliwa. Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.

Ryc. 16. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Otoczone warstewką węgla ziarno kaolinitu o mikrostrukturze pakietowej. W prawie izotropowej masie skalnej tkwią ostrokrawędziste ziarna kwarcu (pola jasne). Nikole skrzyżowane, pow. 60 X.



Ryc. 17. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Wśród izotropowej masy skalnej widoczna grupa ziarn skałeni, ułożonych równolegle do podzielnosci skały. Po prawej stronie wkładki węgla (pola czarne). Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.

Ryc. 18. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Idiomorficzne ziarno sanidynu lub anortoklazdu tkwiące w prawie izotropowej masie skalnej. Widoczne liczne żyłki nitkowatej grubości warstewek węgla. Nikole skrzyżowane, pow. 150 X.

Tabela III

ZESTAWIENIE ANALIZ CHEMICZNYCH, PRZELICZONYCH DO 100%, PO ODJĘCIU ZAWARTOŚCI WĘGLA I SKŁADNIKÓW LOTNYCH (H<sub>2</sub>O).

Składniki	Łupek ogniotrwały z ławy I		Popiół z pokładu „Franciszek Dolny“		Popiół z pokładu „Władysław“ (Hasen)		Przerost z pokładu „Fr. Górny“	
	% wag.	st. mol. X 10 000	% wag.	st. mol. X 10 000	% wag.	st. mol. X 10 000	% wag.	st. mol. X 10 000
SiO <sub>2</sub>	52,04	8 668	50,60	8 430	50,61	8 432	56,86	9 466
TiO <sub>2</sub>	0,31	39	0,42	53	0,26	33	0,72	90
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	42,75	4 180	40,18	3 940	40,60	4 510	39,16	3 840
FeO	0,90	120	0,76	106	0,73	102	0,21	29
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,62	101	2,57	160	1,33	83	0,96	60
CaO	0,83	148	2,43	433	0,61	109	0,56	100
MgO	0,56	139	0,91	226	0,67	166	1,05	260
Na <sub>2</sub> O	0,75	120	0,31	53	0,41	66	0,13	21
K <sub>2</sub> O	0,07	7	0,72	76	3,15	335	0,11	12
S	0,10	31	—	—	1,42	444	0,07	22
SO <sub>3</sub>	0,07	9	1,10	14	0,21	26	0,17	21
Suma	100,00		100,00		100,00		100,00	

ogniotrwałych umieszczono w tab. II również analizę łupku ogniotrwałego z tzw. ławy I, północnego pola szybu „Piast” kop. Nowa Ruda.

Z tab. II wynika, że zarówno w łupku ogniotrwałym, jak i w popiołach oraz w przerostie znajduje się pewna ilość węgla, która (zwłaszcza w przerostie) jest nawet wysoka. Aby lepiej zorientować się w składzie chemicznym samej substancji nieorganicznej odzrucono wykazany w analizach węgiel oraz składniki lotne (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>) z poszczególnych próbek, a analizy przeliczono do 100%. W ten sposób otrzymano wyniki, zestawione w tab. III.

Z podanego zestawienia wynika znaczne podobieństwo w składzie chemicznym, występujące między badanymi utworami. Zawartość krzemionki w popiołach i łupku ogniotrwałym jest bardzo zbliżona. Przerost ogniotrwały z pokładu „Franciszek Górny” jest bardziej kwaśny, co spowodowane jest obecnością w nim kwarcu. Ilość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> i sumy tlenków żelaza jest we wszystkich próbkach prawie taka sama. Zawartości CaO i MgO są w przybliżeniu jednakowe i niskie z wyjątkiem popiołu z pokładu „Franciszek Dolny”, w którym stwierdzono większą ich zawartość, związaną z obecnością dolomitu. Wyższe zawartości K<sub>2</sub>O w popiołach pochodzą od stwierdzonego w ich składzie illitu.

Zestawione w tab. II analizy chemiczne przeliczono po odjęciu domieszki węglowej na minerały oznaczone na drodze mikroskopowej, termicznej i rentgenograficznej. Wyniki tego przeliczenia podano w tab. IV. Jak z powyższych zestawień wynika badane utwory wykazują duże podobieństwo również pod względem składu mineralnego do łupku ogniotrwałego z ławy I.

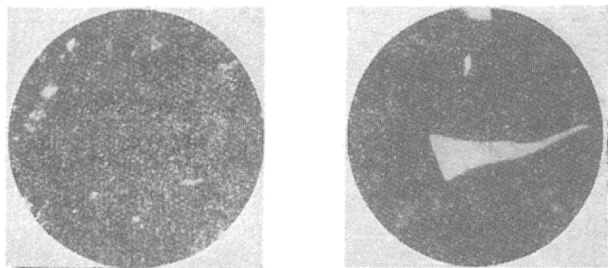
#### ZESTAWIENIE WYNIKÓW

Z przeprowadzonych badań laboratoryjnych otrzymano następujące wyniki:

1. W kompleksie warstw, leżących bezpośrednio nad eksploatowanymi ławami łupku ogniotrwałego, stwierdzono obecność osadów o cechach ogniotrwałych i wysokoogniotrwałych. Wysoką ogniotrwałość wykazały popioły z pokładów: „Franciszek Dolny” (1730°) i „Władysław” (Hasen) (1750°) oraz przerost w pokładzie „Franciszek Górny” (1770°).

2. Węgla z pokładów „Franciszek Dolny” i „Władysław” zawierają ponad 30% popiołu wysokoogniotrwałego o barwie białej, trudnorozpuszczalnego w kwasie solnym.

3. Zarówno pod względem składu mineralnego, jak i składu chemicznego popioły z pokładów „Franciszek Dolny” i „Władysław” wykazują duże podobieństwo.



Ryc. 19. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Kwarc o pokroju sztyletowatym, tkwiący w prawie izotropowej masie skalnej. Nikole skrzyżowane, pow. 150 ×.

Ryc. 20. Przerost z pokładu „Franciszek Górny”. Ułożone zgodnie z uwarstwieniem laminki węglowe z charakterystycznym dla kataklazy schodkowym przesunięciem. Nikole skrzyżowane, pow. 60 ×.

Tabela IV  
ZESTAWIENIE ILOŚCIOWEGO SKŁADU MINERALNEGO, WYZNACZONEGO PRZEZ PRZELICZENIE ANALIZ CHEMICZNYCH NA MINERAŁY OZNACZONE NA DRODZE MIKROSKOPOWEJ W % OBJ.

Minerały	Łupek ogniotrwały z ławy I-szej	Popiół z pokładu „Franciszek Dolny”	Popiół z pokładu „Władysław” (Hasen)	Przerost z pokładu „Fr. Górny”
Kaolinit	95,8	79,8	69,6	90,0
Illit	—	8,9	24,2	—
Kwarc	0,2	2,3	1,8	7,4
Skaleń (ortoklaz sanidyn)	1,3	—	—	1,4
Biotyt	0,8	—	—	0,6
Sydyryt	0,8	—	—	—
Dolomit	—	6,9	—	—
Kalcyt	—	—	1,4	—
Getyt	0,9	2,1	0,8	0,6
Piryt	0,2	—	2,2	—
Suma	100,0	100,0	100,0	100,0

Z badań optycznych wynika, iż w skład obydwu popiołów wchodzi w różnym stopniu przeobrażony materiał piroklastyczny i terrygeniczny. W składzie mineralnym popiołów wyróżniono na pierwszym miejscu mikroziarnistą masę kaolinitową oraz większe ziarna o wielkości od 30 do 300 mikronów, które okazały się przeważnie zdewitryfikowanym szkliwem wulkanicznym o współczynniku załamania światła 1,563.

Na szeregu zdewitryfikowanych ziarn stwierdza się rekrytalizację robaczkoatego kaolinitu. Charakterystyczna jest również w tej masie obecność form globulitowych, wykazujących krzyże interferencyjne. Stwierdza się także obecność drobnych ilości kryształów skaleni, które zachowały się rzadko w stanie świeżym, przeważnie uległy kaolinizacji. Jako uboczne składniki wymienić należy w badanych popiołach: illit, piroklastyczny kwarc oraz minerały węglanowe — kalcyt i dolomit.

4. Struktura, sposób ułożenia poszczególnych składników mineralnych, skład chemiczny i mineralny przerostu z pokładu „Franciszek Górny” wskazują, że jest on typowym ilem krystalicznym, znanym z szeregu zagłębi węglowych. W skale tej stwierdzono dwa rodzaje substancji, występujących obok siebie w postaci mikrowarstewek. Jedna z substancji jest w świetle przechodzącym bezbarwna, wykazując bu-

Tabela V  
WARTOŚCI  $d_{hkl}$  I IDENTYFIKACJA FAZ KRystalicznych W POPIELE POKŁADU „FRANCISZEK DOLNY” I PRZEROSTU W POKŁADZIE „FRANCISZEK GÓRNY”.

Popiół pokładu „Franciszek Dolny”			Przerost w pokładzie „Franciszek Górny”		
I/I	$d_{hkl}$	rodzaj minerału	I/I	$d_{hkl}$	rodzaj minerału
7	7,17	kaolinit	7	7,20	kaolinit
5	4,45	illit	5	4,47	kaolinit, illit
5	4,36	kaolinit, kwarc	5	4,36	kaolinit, kwarc
5	4,18	kaolinit	6	4,17	kaolinit
3	3,87	illit, dolomit	4	3,85	kaolinit, illit
2	3,58	kaolinit	3	3,74	kaolinit
6	3,35	kaolinit, kwarc	7	3,57	kaolinit, illit
2	3,03	illit	4	3,37	kaolinit, kwarc
3	2,90	dolomit	2	2,77	kaolinit
5	2,57	kaolinit, illit	5	2,57	illit
2	2,40	dolomit, kaolinit	3	2,54	kaolinit
5	2,34	kaolinit	5	2,51	illit, kwarc
4	2,29	kaolinit, kwarc	3	2,39	illit
2	2,204	kaolinit, kwarc, dol.	6	2,347	kaolinit
1	2,140	kaolinit, kwarc	5	2,296	kwarc
2	1,998	kaolinit, kwarc	2	2,198	kaolinit, illit
2	1,824	kaolinit, dolomit	5	1,998	kaol., kwarc, illit
2	1,799	kaolinit, dolomit	3	1,949	kaolinit
3	1,672	kaolinit	3	1,845	kaolinit
2	1,622	kaolinit	3	1,796	kaolinit, kwarc
4	1,547	kaolinit	2	1,690	kaolinit
6	1,492	kaolinit	5	1,668	kaolinit
2	1,456	kaolinit	4	1,625	kaolinit
3	1,380	kaolinit	3	1,587	kaolinit

Tabela intensywności: 7 — b. silna, 6 — silna, 5 — śr. silna, 4 — średnia, 3 — śr. słaba, 2 — słaba, 1 — b. słaba.

dową ziemistą lub ziarnistą. Przy nikolach skrzyżowanych większość ziarn wykazuje kaolinizację. Na uwagę zasługują większe ziarna, na których dostrzega się wtórną krystalizację kaolinitu w formie robaczkoatej albo sferolityczno-promienistej jak również pakietowej.

Rzadko zachowały się świeże ziarna szkliwa wulkanicznego, które nie reagują na światło spolaryzowane. Stwierdzono również obecność ziarn skaleni, niekiedy dobrze zachowanych. Na jednym z takich osobników oznaczono  $2V = 34^\circ$ , co wskazuje na sanidyn sodowy lub anortoklaz. W utworach, podobnych do badanych, obecność sanidynu wykazali: H. Kirsch i D. Hallbauer z Zagłębia Ruhry (11).

Druga substancja wchodząca w budowę tej skały jest barwy oliwkowożółtej. Przy nikolach skrzyżowanych zachowuje się ona izotropowo. Dostrzega się w niej czasami obce wrostki kaolinitu i kwarcu. Substancja ta wypełnia również komórki zachowanych w skale szczątków organicznych, jak fuzynit i wityryt. Tkwi w niej również kwarc o pokrojach sztyletowatych.

5. Istnieje duże chemiczne podobieństwo popiołów z pokładów „Franciszek Dolny” i „Władysław” do łupku ogniotrwałego z ławy I. Pewne odchylenia występują tylko w ilości CaO w popiele z pokładu „Franciszek Dolny” oraz  $K_2O$  w popiele z pokładu „Władysław”. Różnice związane są w pierwszym przypadku z domieszką dolomitu, w drugim zaś przypadku z domieszką illitu. Przerost z pokładu „Franciszek Górny” jest w stosunku do łupku ogniotrwałego i popiołu utworem bardziej kwaśnym, co spowodowane jest obecnością w nim kwarcu.

6. Zestawione na ryc. 2 krzywe TAR badanych utworów łącznie z krzywą TAR łupku ogniotrwałego, analizowanego przez T. Kapuścińskiego potwierdziły słuszność badań mikroskopowych, iż głównym składnikiem tych utworów jest kaolinit. Dodatkowy efekt

endotermiczny w 600°C w krzywych termicznych łupku ogniotrwałego i ilu krystalicznego może dowodzić obecności domieszki dykitowej.

7. Z analiz rentgenograficznych wykonanych dla popiołu z pokładu „Franciszek Dolny” wynika obecność w nim kaolinitu, kwarcu, illitu i dolomitu, zaś w ile krystalicznym z pokładu „Franciszek Górny” — obecność kaolinitu i kwarcu, co również potwierdza wyniki badań mikroskopowych.

#### WNIOSKI

Na podstawie wyników, uzyskanych z przeprowadzonych badań, można wyciągnąć następujące wnioski natury teoretycznej i praktycznej:

1. Stwierdzono, że utwory o podobnych własnościach do łupków ogniotrwałych z Nowej Rudy i podobnym składzie mineralno-chemicznym występują również nad ławami eksploatowanych łupków ogniotrwałych wśród pokładów węglowych.

2. Zarówno w popiołach pokładów „Franciszek Dolny” i „Władysław”, jak i w przeroście z pokładu „Franciszek Górny” stwierdzono obecność materiału tufogenicznego, o czym świadczy szkliwo wulkaniczne (globulity i sferolity), idiomorficznie wykształcone skalenie i kwarc pirogeniczny. Obecność tych składników dowodzi, że w tworzeniu omawianych utworów znaczny udział miał materiał tufogeniczny obok materiału terrygenicznego. Udział materiału tufogenicznego w budowie ilów krystalicznych został wykazany przez: W. Hartunga (5), W. Petraschka (10), E. Bederkego (1) i J. Kuhla (9).

3. Stwierdzenie w pokładzie „Franciszek Górny” przerostu wysokoogniotrwałego wskazuje na możliwość eksploatacji utworów ogniotrwałych również z wyrobisk węglowych. Jeżeli przerost w pokładzie „Franciszek Górny” utrzymuje się również na innych poziomach wydobywczych kopalni, to powinien on być selekcyjnie wybierany. Wymaga to jednak przeprowadzenia odpowiednich badań geologicznych wśród pokładów węglowych.

4. Obecność wysokoogniotrwałych popiołów w pokładach „Franciszek Dolny” i „Władysław”, których udział w budowie pokładów węglowych przekracza wartość 30%, stwarza możliwość ich praktycznego wykorzystania.

#### SUMMARY

In the paper are given the results of the studies on refractory coal ashes and interlayers from coal-bearing series that rests above the refractory shales in the shaft „Piast” of the Nowa Ruda coal mine. High-refractory ashes have been ascertained to occur in the seams Franciszek Dolny (1730°C) and Władysław (1750°C), and high-refractory interlayer — in the seam Franciszek Górny (1770°C).

In the high-refractory ashes a pyroclastic material has been encountered in the form of globulite-like glass revealing a refractive index amounting to 1,563, as well as feldspar crystals and pyroclastic quartz sticking in the kaolinite mass. The high-refractory clayey interlayer represents a type crystalline clay (Tonstein) known to occur in many coal basins. Besides the tufogene mineralogical components, characteristic of these types of rocks (glass, pyroclastic quartz) the interlayer here considered contains also sanidine. In addition, a great chemical similarity is also presented of refractory interlayer and ashes to the refractory shale that is being exploited in the first seam.

The authors suggest a possibility of using the refractory deposits from the Nowa Ruda coal mine also the old workings.

#### LITERATURA

1. Bederke E. — Die Vulkanischen Tuffe im Oberschlesischen und im innersudetischen Steinkohlenbecken. Geolog. Rundschau 1943.
2. Bocheński T., Bolewski A. — Bemerkungen über die Entstehung der Tonsteine im süd-östlichen Teile der Oberschlesischen Steinkohlenbeckens. Bulletin de L'Acad. Pol. des Sc. Vol. VI, No 7, 1958.
3. Dollé P. — Tonstein de la partie supérieure de l'Assise de Bruay. Ekstrait des Annales de la Societe Géologique du Nord. T. LXXIV, Seance du 3 Mars 1954.
4. Gabzdyl W. — Koncentracja CO<sub>2</sub> w niektórych pokładach szybu „Piast” kopalni Nowa Ruda na tle badań petrograficznych. Prz. Gór. 1963, nr 6.
5. Hartung W. — Feuerfeste Tone als Flözmittel im Oberschlesischen Steinkohlengebirge, ihre Entstehung und stratigraphische Bedeutung. Jahrbuch des Reichsamt für Bodenforschung 1942, 63.
6. Hoehne K. — Zur Ausbildung und Genese der Kohlentonsteine im Ruhrkarbon. Chemie der Erde, B. 70, H. 1, 1954.
7. Kirsch H., Hallbauer D. — Über das Vorkommen von Sanidyn in einem Tonstein des Ruhrkarbons. Neus Jahrbuch der Mineralogie (Mh). Stuttgart 1960.
8. Kuhl J. — Chemisch-mineralna budowa nieorganicznej substancji mineralnej w węglu brunatnym z Konina. Część I., Badania popiołów. Kwart. geol. 1959, 4, t. 3.
9. Kuhl J. — Kristalltonsteine, die in Kohlenflözen als vulkanische Elemente zu betrachten sind, als leitführende Horizonte bei der Paralleltellung der Flöze im Oberschlesischen Kohlenbecken. Freiburger Forschungsh. Sonderdruck aus Heft C 80, 1960.
10. Petrascheck W. — Vulkanische Tuffe im Karbon von Oberschlesien und Westfalen usw. N. Jb. Min. Geol. Paläont. Abt. B. Bd. 86, 1942.
11. Szwiecow M. C. — Petrografija osadoczných porod. Moskwa 1948.

#### РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты исследования огнеупорных угольных золы и прослоев в угленосной свите, залегающей на огнеупорных сланцах шахты „Пиаст” в Нова-Руда. Высокоогнеупорная зола наблюдалась в пластах Францишек-Дольны (1730 °C) и Владыслав (1750 °C), огнеупорный же прослой в пласте Францишек-Гурны (1770 °C).

В высокоогнеупорной золе был определен пирокластический материал в виде стекла с глобулитовыми формами и показателем преломления света 1,563 и кристаллов полевых шпатов и пирокластического кварца, заключенных в каолининовой массе. Высокоогнеупорный глинистый прослой представляет типичную кристаллическую глину, распространенную во многих угольных бассейнах. В минеральном составе этого прослоя, наряду с характерными для таких пород тифогенными компонентами (стекло, пирокластический кварц), был определен санидин. Выявлено большое сходство химического состава огнеупорных золы и прослоя с разрабатываемым огнеупорным сланцем первого пласта.

Авторы высказывают мнение о возможности добычи огнеупорных материалов также и в угольных выработках шахты Нова-Руда.