

ZBIGNIEW WIELOGÓRSKI, PAWEŁ ZAWIDZKI,
BERNARD KOISAR
Uniwersytet Warszawski

PROCESY POWSTAWANIA MINERAŁÓW W STREFACH POŻARÓW HAŁDY KOPALNI WĘGLA „SŁUPIEC”

UKD [549.451.4.01+549.231.01]:622.333:622.693.25:622.82—0(438—35 kopalnia Słupiec),312”

Hałdy kopalniane były wielokrotnie tematem opracowań górniczo-przemysłowych. Poważnym zagadnieniem dotyczącym hałd, na których składowane są odpady skały płonnej (po oddzieleniu węgla kamiennego) są ich pożary. Większość opracowań dotyczy metod gaszenia pożarów oraz ustalania zasobów surowców wtórnych (13). Hałdy są czynnikiem zaburzającym równowagę środowiska naturalnego; powodują one powstanie specyficznych warunków lokalnych (deformacja podłoża, strefy skażenia atmosfery, strefy pozbawione życia biologicznego).

Hałdy można traktować jako mieszaninę wielu związków chemicznych, między którymi szczególnie w warunkach podwyższonej temperatury panującej w pobliżu stref pożarowych, mogą zachodzić niekontrolowane reakcje chemiczne. Powstałe w ich wyniku produkty mogą całkowicie zmienić chemiczny obraz hałdy, oddziałując jednocześnie ujemnie na środowisko.

W latach 1971—1972 autorzy obserwowali na hałdzie kopalni „Słupiec” zjawisko niezmiernie rzadko rozpatrywane w opracowaniach naukowych. Na powierzchni hałdy występowały związki chemiczne tworzące się współcześnie i będące produktem procesów zachodzących w materiale składowanym. Zjawisko to mogło zajść w wyjątkowo suchym okresie lata 1971 r., który sprzyjał rozwijaniu się procesów krystalizacji związków chemicznych na powierzchni hałdy. W 1972 r. nie stwierdzono tak powszechnego występowania tych związków na powierzchni, gdyż wody opadowe, rozpuszczając tworzące się związki, wprowadzały je w postaci roztworów powtórnie do hałdy, co można było obserwować w formie strefy mineralizacji wtórnej na głęb. 0,2—0,4 m od powierzchni hałdy.

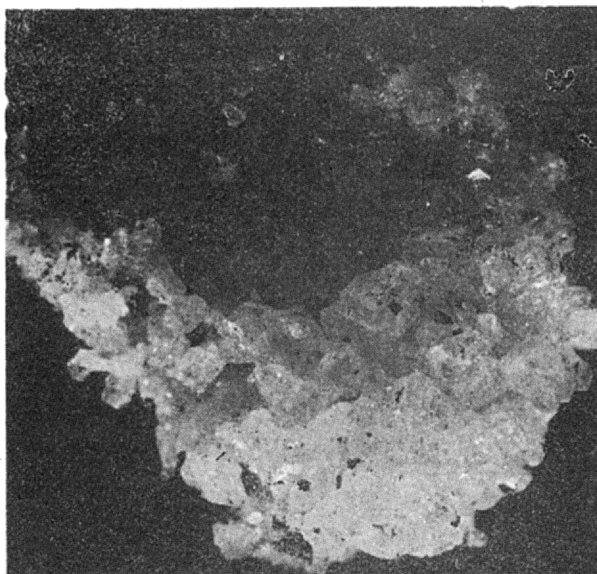
Niewątpliwie dyskusyjne jest zagadnienie, czy powstałe w tego typu procesach związki chemiczne można nazwać minerałami. Wydaje się, że zgodnie z ogólnie przyjętymi definicjami minerałów, związki te powstają — co prawda — w sztucznie zainicjowanych warunkach, jednak w sposób absolutnie samorzutny, należy je więc traktować jako minerały. Niekontrolowane procesy zachodzące w strefach pożarów w sztucznym środowisku hałdy kopalni węgla mogą być — z pewnym przybliżeniem — traktowane jako model odzwierciedlający podobne jakościowo, chociaż przebiegające w diametralnie różnej skali, procesy zachodzące w pobliżu ekshalacji wulkanicznych.

W wyniku przeprowadzonych obserwacji oraz na podstawie informacji uzyskanych w dyrekcji kopalni, można stwierdzić, że w skład materiału odpadowego znajdującego się na hałdzie wchodzi: łupek węglowy, skały wylewne strefy kontaktowej depresji śródsudeckiej i wału kłodzkiego (gabra, diabazy) oraz siarczki żelaza towarzyszące strefom dyslokacyjnym obejmującym synklinę Nowej Rudy. Na całość procesów zachodzących na hałdzie duży wpływ mają również odczynniki używane przy oddzielaniu materiału hałdowanego od węgla metodą flotacji wodnej (3) z użyciem ropy naftowej w ilości

120 g/t oraz alkalenów wyższego rzędu, stosowanych również w kopalniach niemieckich i holenderskich (17, 4).

W kopalni „Słupiec” nie stosuje się obciążania płuczki w sortowni solami dodawanymi do wody czy też, stosowanego przy flotacji węgla Zagłębia Górnośląskiego, obciążania płuczki magnetytem o granulacji 0,0—1,0 mm i cięż. właściw. 1,7—1,8 G/cm³. Ciecze ciężkie stosowane w zakładach przerobczych Górnośląska mają cięż. właściw. 1,4—1,8 G/cm³, a do obciążania płuczki stosowane są: „Fasdalen” (magnetyt szwedzki), „Jugok” (magnetyt radziecki) lub pyły dymnicowe (wyciąg związków żelaza z elektrofiltrów). Procesy zachodzące na hałdach Górnośląska są więc prawdopodobnie inne od zjawisk obserwowanych na hałdach kopalni „Słupiec”.

Współwystępowanie na hałdzie łupku węglowego z przerostami węgla i siarczków żelaza, pozostających w partiach szczytowych hałd ze względu na rozdrobnienie, jest szczególnie niebezpieczne w hałdach o wysokości powyżej 40 m, gdyż w tych warunkach najłatwiej rozwijają się procesy samogazowania węgla i suchej destylacji (18). Procesy te prowadzą do samozapłonu i pożaru zwalów kamienia odpadowego. Temperatura w trakcie zapalania się hałdy wynosi 180—200 °C, a w trakcie pożaru centrum ogniska żarowego utrzymuje temp. 1000—1200 °C (2, 11). W celu zapobiegania powstawaniu



Ryc. 1. Salmiak rodzimy z hałdy kopalni węgla „Słupiec”; pow. 8 ×.

Fig. 1. Native salmiac from waste dump of „Słupiec” coal mine; × 8.

Tabela I
WYNIKI ANALIZ RENTGENOGRAFICZNYCH
NH₄Cl

Lp.	Wg Michiejewa 1957		Wg ASTM 0°C		d (Å)		
	Nateżenie re-fleksu	Wartość kątowna	Nateżenie re-fleksu	Wartość kątowna	Próbka I	Próbka II	Próbka III
1	2	3	4	5	6	7	8
1	30	3,874	25	3,87	3,87	3,875	3,88
2	100	2,734	100	2,74	2,734	2,734	2,731
3	7	2,233			2,235	2,238	2,240
4	15	1,934			1,934	1,935	1,948
5	12	1,723			1,733	1,733	1,734
6	40	1,5773	25	1,58	1,583	1,580	1,584
7	10	1,3368				1,369	1,369

Tabela III

EKSTRAKCYJA

Próbka	Masa (g)	Rozpuszczalnik					
		heksan (1)		chloroform (2)		woda (3)	
		masa (g)	%	masa (g)	%	masa (g)	%
I	8,3	0,03	0,46	0,045	0,54	8,2	98,79
II	14,7	3,50	23,80	6,500	43,53	4,7	31,97
III	18,3	0,40	2,18	0,500	2,73	17,4	95,08

Tabela IV

GRUPY FUNKCYJNE W EKSTRAKTACH

Grupa funkcyjna	Frakcja							Pasma absorpcji cm ⁻¹	
	I-1	I-2	II-1	II-2	III-1-H	III-1-B	III-2-B		III-2-C
— alkilowa	+	+	+	+	+	+	+	+	2850—3000 3000—3100 1625—1440
— aromatyczne	+	+	+	+	+	+	+	+	
— hydroksylowa lub aminowa	—	+	—	+	—	+	+	+	3350—3650
— karbonylowa	—	±	—	±	—	—	±	±	1720—1750
— olefinowa	—	+	—	+	—	+	—	—	1620—1680
— metylowa	+	+	+	+	+	+	+	+	1380
— 1, 2 podstawiony pierścień aromatyczny	—	—	—	—	+	+	—	—	760

Objaśnienia: + grupa występuje; — grupa nie występuje; ± występowanie grupy nie jest pewne.

ognisk zapalnych, zalecane jest wysypywanie hałd płaskich (14), jednak ta najbardziej podstawowa zasada zapobiegania pożarom hałd jest rzadko przestrzegana, gdyż ma ujemne skutki w dziedzinie gospodarki terenami na obszarach przemysłowych.

Na hałdzie kopalni „Słupiec” występują charakterystyczne ogniska samozapłonu na głęb. 0,8—3 m do powierzchni, a przy szczelinach związanych z osuwaniem się zwalów materiału hałdowanego na głęb. 5—6 m. W rejonie bezpośrednio kontaktującym z ogniskami żarowymi płonącej hałdy oraz w rejonie szczelin, z których wydobywały się dymy i para wodna, pobrano próbki krystalizujących minerałów. Sprawdzono temperatury topnienia i sublimacji badanych substancji (6) przy użyciu mikroskopu z termokamerą. Otrzymano następujące wyniki: dla bezbarwnych regularnych kryształów — w temp. ok.

Tabela II
WYNIKI ANALIZY RENTGENOGRAFICZNEJ SIARKI

Lp.	Nateżenie refleksu	d (Å)				
		Wg Michiejewa 1957 (wzorzec)	Siarka kry-staliczna z hałdy	Próbka II	Siarka Demavend (Iran)	Siarka kry-staliczna Grzybów
1	2	3	4	5	6	7
1	3	5,8	5,8	5,76	5,75	5,8
2	10	3,85	3,85	3,85	3,86	3,85
3	5	3,45	3,45	3,45	3,44	3,45
4	7	3,21	3,21	3,21	3,21	3,23
5	6	3,10	3,10	3,11	3,10	3,10
6	6	2,85	2,85	2,848	2,841	2,85
7	4	2,63	2,625	2,622	2,616	2,622
8	4	2,50	2,50	2,50	2,494	2,51
9	4	2,43	2,428	2,423	2,420	2,429
10	3	2,38	2,378	2,378	2,364	2,379
11	3	2,30	2,291	2,288	2,285	2,287
12	6	2,12	2,118	2,113	2,109	2,116
13	1	2,00	2,000	2,000	1,957	2,002
14	6	1,90	1,910	1,895	1,899	1,925
15	4	1,83	1,828	1,820	1,824	1,826
16	6	1,78	1,782		1,781	1,784
17	5	1,73	1,728		1,722	1,727
18	3	1,66	1,660		1,695	1,660
19	6	1,61	1,608		1,620	1,606

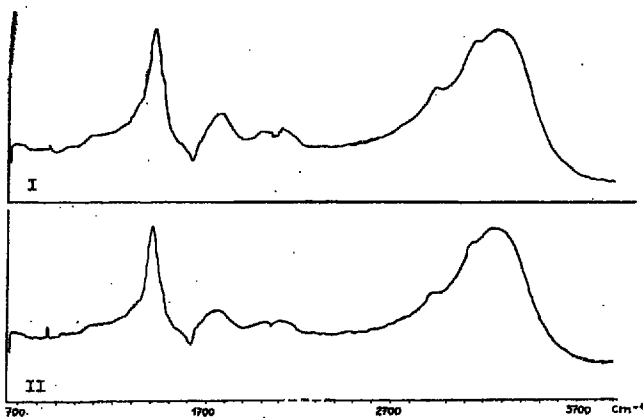
Tabela V

SKŁAD SMÓŁ W % W ZALEŻNOŚCI OD TEMPERATURY (wg „Technologii chemii organicznej”)

Składnik	Temperatura °C						
	500	600	700	800	900	1000	1100
fenole	17,1	16,2	15,3	9,1	5,4	3,4	2,3
zasady	1,4	1,3	1,6	1,7	1,8	1,5	1,1
olefiny	4,3	4,7	3,8	3,7	4,1	3,9	4,7
zw. aromatyczne	20,0	20,4	24,2	26,0	29,1	27,9	22,8
paraf. i naft.	18,9	14,5	6,2	2,2	1,4	0,9	0,8
naftalen	0	0	0	0,45	2,1	5,1	6,6
antra-cen	0	0	0,08	1,25	2,2	2,9	3,0
pak							
350°C	38,3	42,9	48,9	57,3	58,2	62,4	68,3
węgiel	1,8	5,0	7,6	8,8	17,0	23,7	29,2

320 °C następowała sublimacja, a w miejscach nieco chłodniejszych powstawały białe dymy. W zamkniętej ampulce szklanej (podwyższona prężność par) kryształowały układu regularnego topiły się w temp. ok. 520 °C. Żółte igielkowate kryształki topiły się w przedziale temperatur 112—119 °C, temperatura wrzenia wynosiła ok. 445 °C. Identyfikowano następnie pobrany materiał metodami chemicznymi (9), metodą rentgenowską przy użyciu dyfraktometru rentgenowskiego Dron II (promieniowanie CuK; tab. I, II). W zestawieniu tabelarycznym rentgenogramów siarki dla celów porównawczych zamieszczono wyniki uzyskane dla próbek siarki z Grzybowa oraz siarki pochodzenia wulkanicznego z Demavendu (Iran).

Wszystkie metody potwierdziły obecność minerałów tworzących się w miejscach ekshalacji par z płonącej hałdy: siarki i siarczku NH₄Cl (ryc. 1). Obecność NH₄Cl potwierdzono przez identyfikację metodą porównawczą na spektrofotometrze IR (aparatury UR-20; ryc. 2). Ponieważ kryształki NH₄Cl posiadały zabarwienie nietypowe dla tego minerału (żółte, czarne), należało określić przyczyny występowania tego zabarwienia. Wydawało się oczywiste, że główną przyczyną — biorąc pod uwagę warunki, w jakich powstaje NH₄Cl — jest obecność barwnych związków

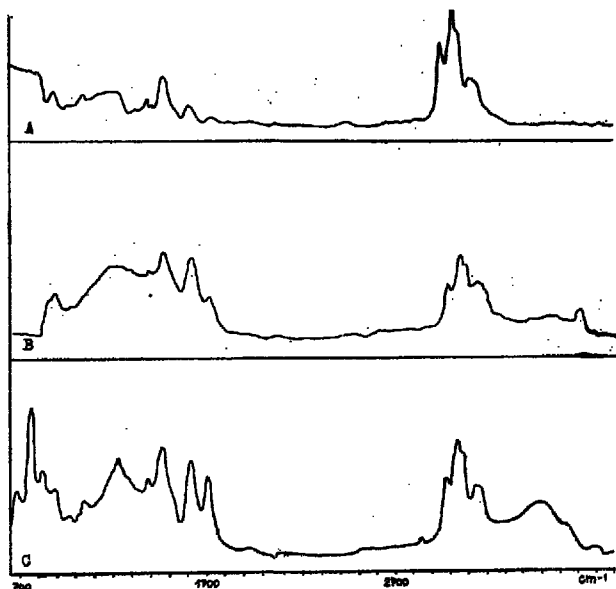


Ryc. 2. Widma absorpcji w podczerwieni.

I — próbka badana, II — NH_4Cl cz. d.a.

Fig. 2. Spectra of infrared absorption.

I — sample studied, II — NH_4Cl .



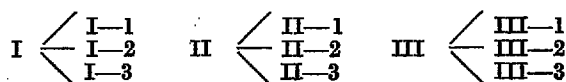
Ryc. 3. Widma absorpcji w podczerwieni.

A — frakcja I-1, B — frakcja III-2-C, C — frakcja III-1-B.

Fig. 3. Spectra of infrared absorption.

A — fraction I-1, B — fraction III-2-C, C — fraction III-1-B.

zawierała ich żadna próbka. Schemat ekstrakcji przedstawiono poniżej:

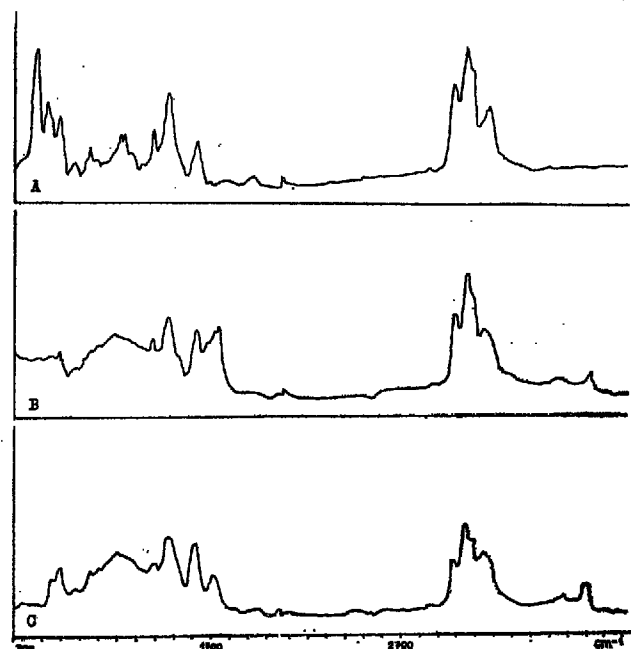


gdzie:

I — próbka bezbarwna 1 — heksan
 II — próbka żółta 2 — chloroform
 III — próbka czarna 3 — woda

W wyniku ekstrakcji otrzymano 3 frakcje dla każdej próbki (tab. III). Ze względu na brak związków organicznych we frakcjach I-3, II-3, III-3, dalszym badaniom poddano pozostałe sześć frakcji. Wykonano widma IR (na aparacie UR-20; ryc. 3 i 4). Frakcje I-1 i I-2, oprócz związków organicznych, zawierały niewielkie ilości wolnej siarki. Frakcja II-1 i II-2 zawierała wolną siarkę, od której udało się odzielić niewielkie ilości związków organicznych. Ich widma IR były zbliżone do odpowiednich widm frakcji I-1 i I-2. Wydzielona siarka stanowiła ponad 66% masy próbki. Wskutek użycia różnych rozpuszczalników otrzymano siarkę w różnych postaciach: z heksanu — izometryczne kryształki często przybierające postać podwójnej piramidy rombowej (ryc. 5), które po przekształceniu z benzenem dały płaskie słupki (ryc. 6), zaś z chloroformem przybrały postać rozetkowatych skupień (ryc. 7).

Najbardziej bogata w związki organiczne okazała się próbka III. Podjęto próby chromatograficznego rozdzielania mieszaniny. Wstępnie wykonano chromatografię cienkowarstwową na płycie szklanej pokrytej żelem krzemionkowym. Wynik przedstawia ryc. 8 — płytka oświetlona jest lampą UV z filtrem 366 nm. Frakcje otrzymane przez ekstrakcję próbki III poddano kolejno chromatografii na kolumnie wypełnionej żelem krzemionkowym. Dla frakcji III-1 zastosowano jako eluenty: heksan, otrzymując frakcję III-1-H oraz benzen, otrzymując frakcję III-1-B. Dla frakcji III-2 jako eluenty zastosowano benzen, otrzymując frakcję III-2-B i chloroform, otrzymując frakcję III-2-C. Dla wszystkich tych frakcji wykonano widma IR; pozwalają one przypisać frakcje do od-



Ryc. 4. Widma absorpcji w podczerwieni.

A — fraction III-1-H, B — fraction I-2, II-2, C — fraction III-2-B.

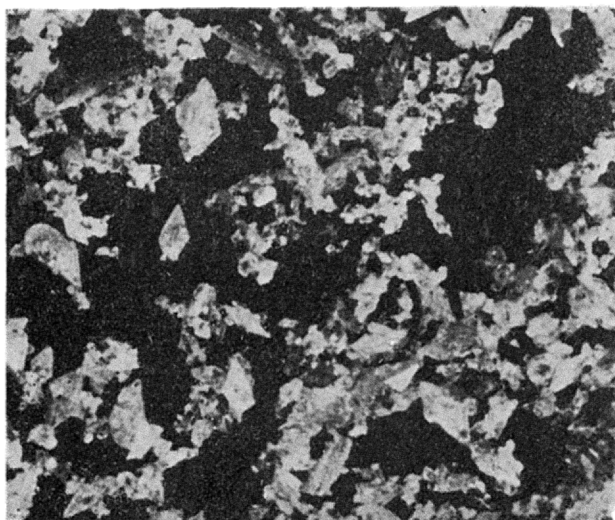
Fig. 4. Spectra of infrared absorption.

A — fraction III-1-H, B — fraction I-2, II-2, C — fraction III-2-B.

organicznych. Dla sprawdzenia tego przypuszczenia, potwierdzonego w pierwszej fazie przez fluorescencję pod lampą UV z filtrem 366 nm, (zestawienie poniżej), wyseparowane próbki NH_4Cl o różnym zabarwieniu poddano ekstrakcji.

próbka	fluorescencja
bezbarwna (I)	brak
żółta (II)	żółtopomarańczowa
czarna (III)	pomarańczowoczerwona

Ekstrakcje przeprowadzono kolejno: heksanem, chloroformem i wodą. Czas ekstrakcji 2 doby. Zastosowana kolejność rozpuszczalników pozwala na wstępny rozdział mieszaniny związków. Roztwór wodny ekstrahowano dodatkowo eterem, w celu oddzielenia związków organicznych; stwierdzono, że nie



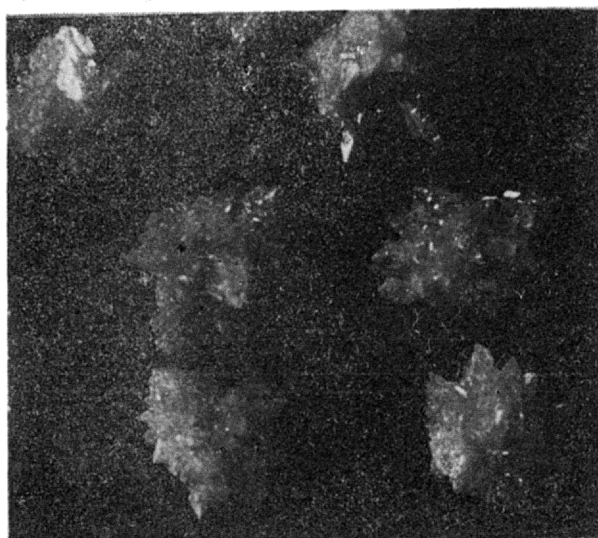
Ryc. 5. Siarka wykrystalizowana z heksanu; pow. 15 X.

Fig. 5. Sulphur which crystallized from hexane; X 15.



Ryc. 6. Siarka wykrystalizowana z benzenu; pow. 6 X.

Fig. 6. Sulphur which crystallized from benzene; X 6.



Ryc. 7. Siarka wykrystalizowana z chloroformu; pow. 6 X.

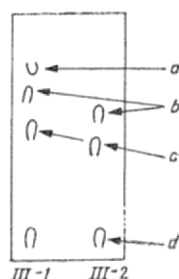
Fig. 7. Sulphur which crystallized from chloroform; X 6.

powiednich grup związków organicznych. Niewielka masa frakcji I-1, I-2, II-1 i II-2 nie pozwalała na podjęcie prób dalszego rozdzielania, jednak na podstawie porównania widm IR dla wszystkich frakcji (ryc. 3 i 4) można założyć, że we wszystkich tych frakcjach występowały związki (tab. IV).

Dla dokładniejszego ustalenia składu frakcji III-1-H, III-1-B, III-2-B i III-2-C wykonano widma UV (ryc. 9). Ich interpretacja potwierdza, że głównym składnikiem są związki aromatyczne. Nie pozwalają one jednak na jednoznaczne stwierdzenie, czy obecny jest naftalen i antracen. W powiązaniu z widmami IR można stwierdzić, że zawartość wyżej wymienionych aromatycznych związków wielopierścieniowych jest bardzo niewielka lub nie ma ich wcale. Pozwala to na określenie temperatury przebiegu reakcji na ok. 800–900 °C (tab. V); oparto się przy tym na zestawieniu zaczerpniętym z „Technologii chemii organicznej” (15).

WYNIKI BADAŃ

Fakt występowania na hałdzie kopalni węgla kamiennego minerałów powstających współcześnie w warunkach wytworzonych lokalnie na jej powierz-



Ryc. 8. Chromatografia cienkowarstwowa, próbka III.

a — ciemna plama na tle niebieskiej fluorescencji, b — niebieska fluorescencja, c — żółta fluorescencja, d — ciemno zabarwione, nie świecące związki.

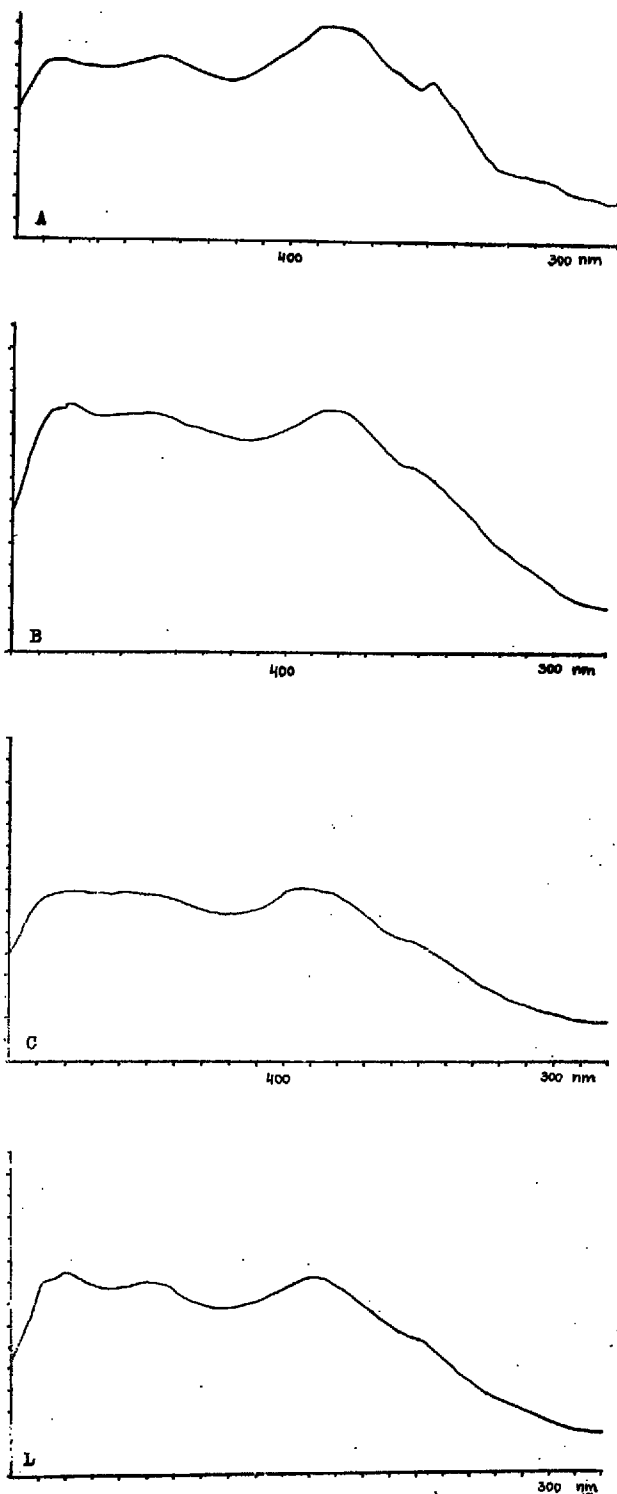
Fig. 8. Thin-layer chromatography — sample no. III.

a — dark spot on the background of blue fluorescence, b — blue fluorescence, c — yellow fluorescence, d — dark-coloured, non-luminous compounds.

chni może być także wykorzystany do przybliżonego odtworzenia warunków panujących w głębi hałdy. Tam bowiem należy dopatrywać się źródła związków chemicznych, które krystalizując w warunkach przypowierzchniowych dają w efekcie nowe minerały. Są to, jak wykazały szczegółowe badania przedstawione powyżej, siarka rodzima oraz salmiak rodzimy.

Szczególne zainteresowanie autorów wzbudził salmiak, minerał występujący w przyrodzie jedynie w postaci sublimatów wulkanicznych oraz jako składnik guana z wysp peruwiańskich (1). Jest on znany z licznych wulkanów na Kamczatce, z kraterów Wezuwiusza, Etny, Vulcano i innych. Znajdowano go również w strefach pożarowych kopalni węgla. Salmiak rodzimy jest minerałem bezbarwnym, czasami o lekkim zabarwieniu szarym lub brunatnym. Interesująca zatem była nie tylko geneza, ale również pochodzenie barwy salmiaku obserwowanego na hałdzie kopalni węgla w Nowej Rudzie, gdzie przybierał on różne zabarwienie, od bezbarwnego przez pogłębiającą się barwę brunatną do czarnej.

Elementy składowe minerałów tworzących się na powierzchni hałdy znajdują się albo w postaci związanej w materiale występującym w hałdzie, albo są produktami reakcji w niej zachodzących. Siarka pochodzi najprawdopodobniej z węgla kamiennego, gdzie występuje w ilości średniej ok. 0,5% (16). Amoniak jest jednym z produktów suchej destylacji węgla; przy wylewaniu hałdy występuje w niej w dużych ilościach. Źródła chloru dopatrywać się można albo w odczynnikach flotacyjnych, gdzie może być obecny w postaci chlorowcopochodnych wyższych węglowodorów lub też, co wydaje się bardziej prawdopodobne, w samym węglu, gdzie obecny jest w ilości dochodzącej do 0,1%, lub też w wodzie używanej w



Ryc. 9. Widma absorpcji w nadfiolecie.

A — frakcja III-1-H, B — frakcja III-1-B, C — frakcja III-2-C, D — frakcja III-2-B.

Fig. 9. Spectra of ultra-violet absorption.

A — fraction III-1-H, B — fraction III-1-B, C — fraction III-2-C, D — fraction III-2-B.

procesie flotacyjnym, a także używanej do gaszenia pożaru hałdy czy też obficie odprowadzanej na hałdę do odstożników szlamowych.

Opierając się na wynikach oznaczeń substancji organicznej w rodzimym salmiaku o różnym zabarwieniu, stwierdzić można wyraźny związek między barwą tego minerału a zawartością w nim związków organicznych. Zawartość tych związków można za-

tem przyjąć jako bezpośrednią przyczynę barwy. Żółte i żółtawe zabarwienie próbek będących mieszaniną salmiaku rodzimego i siarki było spowodowane głównie obecnością siarki, gdyż próbki te zawierały niewielką ilość związków organicznych, zbliżoną do ich zawartości w salmiaku bezbarwnym. Stwierdzona w salmiaku bezbarwnym substancja organiczna skupiała się w postaci widocznych makroskopowo wrostków o wielkości ok. 0,5—1,0 mm.

Skład związków organicznych, będących produktami suchej destylacji węgla może być wskaźnikiem temperatury, w jakiej procesy te zachodzą. Obecność lub brak poszczególnych związków organicznych występujących w tab. V może w sprzyjających okolicznościach precyzować temperaturę. Ze względu na to, iż wśród związków organicznych występujących na hałdzie w kopalni w Nowej Rudzie i będących produktami suchej destylacji węgla nie stwierdzono obecności antracenu i naftalenu, można przypuszczać, że temperatura źródła pożaru hałdy nie przekroczyła 900 °C. Brak w próbkach naftalenu i antracenu wykazano na podstawie widm absorpcji IR i UV (ryc. 3, 4, 9). Wydaje się, że wskaźnik temperatury, jaki stanowią związki organiczne, może być z powodzeniem wykorzystywany do szacunkowej oceny temperatury źródła pożaru hałd kopalni węgla, a prawdopodobnie także pożarów pokładów węgla w samej kopalni. Dane te zostaną niewątpliwie wykorzystane w profilaktyce, jak i w bezpośrednim zwalczaniu pożarów.

Omawiając procesy zachodzące w trakcie pożarów hałd kopalni węgla kamiennego, trudno pominąć problematykę ich szkodliwego oddziaływania na środowisko. Powstające wielopierścieniowe węglowodory w połączeniu z parą wodną są lotne i powodują skażenia atmosfery na dużych obszarach sąsiadujących. Ujemny wpływ mają również produkty gazowe wylewania węgla kamiennego, takie jak: węglowodór, tlenki siarki, amoniak, tlenek i dwutlenek węgla. Jednym z głównych ilościowo produktów wylewania węgla jest gaz koksowniczy, który powstaje w ilościach 350 m³ z tony węgla. Zważywszy, że gazyfikacja na mokro (obecność wody) jest wydajniejsza, otrzymujemy do 480 m³ gazu z tony węgla (7).

Uwzględniając niepożądaną obecność wielopierścieniowych węglodorów i gazów koksowniczych w atmosferze, gdzie w warunkach prób gaszenia hałdy woda zachodzi proces intensyfikacji zanieczyszczeń, należy rozważyć czy nie byłoby właściwszym w przypadku istniejących pożarów zaniechanie gaszenia ich wodą, a stosowanie propagowanej (10) metody przyspieszania wypalania poprzez tłoczenie powietrza w ogniska żarowe hałdy. Większość szkodliwych produktów procesu wylewania ulega wówczas spalaniu, a atmosfera skażona jest głównie przez CO₂, którego szkodliwe oddziaływanie jest stosunkowo niewielkie. Ocena sytuacji i wybranie najwłaściwszego wariantu z punktu ochrony środowiska powoduje zajmowanie pod hałdy dużych terenów (unikanie hałd wysokich) oraz lokalizowanie na hałdach odstożników szlamowych, co jest równoznaczne z przyjęciem wariantu gaszenia pożarów hałd wodą. Zagadnienie jest niewątpliwie skomplikowane, gdyż stoi na pograniczu ekonomiki produkcji zakładu a ochrony środowiska człowieka w okręgach przemysłowych, gdzie i tak występuje duże skażenie atmosfery.

LITERATURA

1. Berg G. — Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde. Leipzig, 1932.
2. Fizyceskije osnovy samozagazowanija uglja i rud. Pr. zbior. Izd. „Nauka”, Moskwa, 1972.
3. Gaudin A. M. — Flotacja. Wyd. „Śląsk”, 1963.
4. Horsley R. M., Sinbawy H. L. and Smith H. G. — Xanthates in coal flotation. Fuel, 31, 1952.
5. Inorganic index to the Powder Diffraction Files. Compiled under the auspices of the Joint Committees on Powder Diffraction Standards

- ASTM. Publ. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, 1967.
6. Kitajgorodskij A. J. — Röntgenostruktornyj analiz mielkokrystalicznych i amorfnyh tiel. Gostiechtieorit. izd. Moskwa — Leningrad, 1952.
 7. Kowalski J. — Wytłewanie paliw stałych. PWT, Katowice, 1952.
 8. Michiejew W. J. — Röntgenometriczeskij opriedielitel mineralow. Moskwa, 1956.
 9. Micukowski M. A. — Siarka rodzima. PWT, Warszawa, 1955.
 10. Nogły J. — Zwalczenie pożarów kopalnianych i zwałów kamienia odpadowego. Wiad. gór., 1971, nr 3.
 11. Poradnik górnika. Wyd. „Śląsk”, T. IV. 1968.
 12. Roga B., Wnękowska L. — Analiza węgla i koksu. WNT, 1966.
 13. Szczerbiński J., Smoleńska U. — Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna skał odpadowych z niektórych kopalń ROW oraz możliwość ich wykorzystania. Wyd. „Śląsk”, 1968.
 14. Suchariewskij W. M. — Porodo-otwalnoje chozjajstwo w Donieckom i Lwowsko-Wołyńskim rajonach. Izd. „Ugol”, nr 10, 1966.
 15. Technologia chemii organicznej. PWN, 1957.
 16. Wnękowska L. — Badania nad grupami siarkowymi w paliwach stałych. Prace GIG, Kom. nr 325, Katowice, 1963.
 17. Yancey H. F., Fraser T. — Coal preparation in Germany and the Netherlands; AIMME, Tech. Publ. 2112, Coal Technol. 1 (4), 1946.
 18. Zaharzewski J. — Gazy pożarowe; w: Taktyka pożarowa w kopalniach węgla. Pr. zbior. pod kier. J. Rabsztyna, t. 1. GIG, Katowice, 1970.

SUMMARY

Processes leading to forming of minerals such as native sulphur and native salmiac on the waste dump of "Ślupiec" coal mine were described. On the basis of organic matter extracted from differently coloured salmiac samples, the method of temperature estimation of the center of fire in waste dump of coal mine were proposed. Harmful influence of observed phenomenons on natural environment were showed.

РЕЗЮМЕ

В статье описаны процессы минералообразования самородного нашатыря и самородной серы при пожаре отвалов угольной шахты „Слупец”. Рассмотрен метод определения температуры в очаге пожара на отвалах основанный на составе органических веществ, экстрагированных из образцов нашатыря. Показано отрицательное влияние наблюдаемых явлений на природную среду.