

Anna RÓŹKOWSKA, Henryk PARZENTNY

## Zawartość fosforu w węglach kamiennych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Średnia zawartość fosforu w górnośląskich węglach kamiennych wynosi 404 g/t (od 0 do ponad 5000 g/t). Niska jest szczególnie w węglach krakowskiej serii piaskowcowej oraz w węglach z warstw siedlowych z górnośląskiej serii piaskowcowej, najwyższa zaś w węglach serii mułowcowej, głównie z dolnej części warstw załęskich oraz górnej części warstw rudzkich ss. W węglach serii paralicznej jest zbliżona do przeciętnej dla węgla kamiennych świata. W rejonie hydrogeologicznie odkrytym w węglach górnej części profilu litostratygraficznego jest niższa niż w rejonie hydrogeologicznie zakrytym. Niska jest też w otworach usytuowanych na peryferiach zagłębia.

### WSTĘP

Fosfor w węglu jest pierwiastkiem podrzędnym. Poświęca mu się uwagę ze względu na niekorzystne własności, jakie nadaje koksowi (J. Kuhl, H. Dąbek, 1961; J. E. Judowicz i in., 1985). Niepożądana jest jego wysoka zawartość w koksie odlewniczym. J. E. Judowicz i in. (1985) przeciętną zawartość fosforu w węglach kamiennych świata szacują na  $200 \pm 20$  g/t, zaś w popiołach tych węgla na  $1300 \pm 300$  g/t. Dane odnośnie do klarków zawartości fosforu w skorupie ziemskiej, w skałach osadowych i w węglach według szeregu autorów zestawiono w tab. 1.

Zawartość fosforu w popiołach polskich węgla kamiennych według J. Widawskiej-Kuśmierskiej (1981) waha się w granicach 0,1—5,0%  $P_2O_5$  (437—21 850 g/t). J. Kuhl i H. Dąbek (1961) opisują węgiel górnośląski z kopalni Bielszowice z pokładu 407/1 o zawartości 1,06%  $P_2O_5$  w popiele (5,16%  $P_2O_5$  w popiele węgla wzbogaconego); autorzy stwierdzili, iż fosfor w badanym węglu związany jest w fosforycie. Podobnie wysoką zawartość fosforu w węglu z pokładu 407/1 i 407/3 z kopalni Bielszowice stwierdziła W.

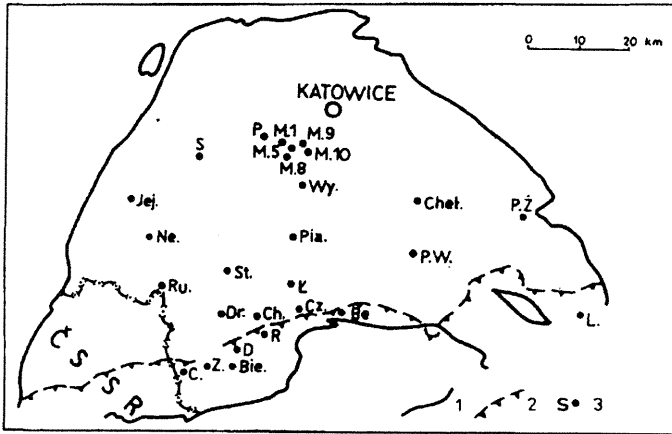


Fig. 1. Lokalizacja otworów wiertniczych

1 — granica zasięgu utworów produktywnych karbonu; 2 — nasunięcie karpackie; 3 — symbol otworu wiertniczego

The localization of the boreholes

1 — extent of the productive Carboniferous formations; 2 — Carpathian Overthrust; 3 — symbol of the borehole

Tabela 1

Zawartość fosforu w węglach i popiołach węglowych w (g/t)  
na tle innych środowisk geochemicznych

Środowisko geochemiczne	Zawartość fosforu	Autorzy
Skorupa kontynentalna	800	1
Skały osadowe		
ogółem	600	2
ilaste	300	1
piaskowce kwarcytowe	130	1
szarogłazy	300	1
wapienie	200	1
Węgłe brunatne świata	130±35	2
Popioły węgla brunatnych świata	1000±160	2
Węgłe kamienne świata	200±20; 100	2; 3
Popioły węgla kamiennych świata	1300±300	2
Popioły węgla okręgu Zwickau	262 — 699	4
Węgłe ostrawsko-karwińskie	44 — 481	4
Polskie węgłe kamienne	253 — 716	5
Popioły polskich węgla kamiennych	437 — 21 850	6

Autorzy: 1 — A. Polański (1988); 2 — J. E. Judowicz i in. (1985); 3 — N. A. Sozinow, red. (1988); 4 — V. Bouška (1981); 5 — L. Wnękowska, S. Czubek (1951); 6 — J. Widawska-Kuśmierska (1981); zawartość fosforu podana przez V. Bouška (1981), L. Wnękowską, S. Czubek (1951) i J. Widawską-Kuśmierską jako koncentracja  $P_2O_5$  w procentach przeliczono na zawartość fosforu (P) w g/t

Krzyżanowska (1960 *vide* J. Kuhl, H. Dąbek, 1961). W pracy z 1978 r. J. Kuhl i J. Widawska-Kuśmierska przedstawiają skład popiołu z pokładu 403/1 z kopalni Manifest Lipcowy o zawartości 4,71%  $P_2O_5$ .

W Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego oznaczono zawartość fosforu w próbkach węgla pochodzących z otworów wiertniczych wykonanych w ramach badań głębokich poziomów karbonu produktywnego GZW. Uzyskane wyniki pozwalają na próbę przedstawienia zarówno regionalnego, jak i stratygraficznego rozprzestrzenienia zawartości fosforu w węglach górnośląskich.

### PRACE ANALITYCZNE

Oznaczenie zawartości fosforu przeprowadzono na 1129 próbkach węgla. Pobrano je z rdzeni 22 otworów PIG wierconych do spągu karbonu produktywnego oraz z 5 otworów Katowickiego Przedsiębiorstwa Geologicznego z rejonu Mikołowa wierconych do spągu górnośląskiej serii piaskowcowej. Lokalizację omawianych otworów wiertniczych przedstawiono na fig. 1. Próbkę pochodzą z bilansowych i pozabilansowych pokładów węgla oraz z wkładek węglowych; 22 z przeanalizowanych próbek stanowią łupki węglowe.

Oznaczenie zawartości fosforu wykonano w Oddziale Górnośląskim PIG metodą fluorescencji rentgenowskiej na spektrometrze sekwencyjnym produkcji japońskiej. Oznaczenia wykonano bezpośrednio w węglu. Linię  $K\alpha$  promieniowania fluorescencyjnego fosforu analizowano za pomocą kryształu Ge. Przeprowadzono porównanie kilkudziesięciu wyników oznaczeń zawartości  $P_2O_5$  w popiołach wykonanych metodą kolorymetryczną, w przeliczeniu na zawartość fosforu w węglu, z zawartością fosforu w węglu oznaczoną opisaną wyżej metodą, uzyskując podobny rząd wielkości.

Wyniki oznaczeń zawartości fosforu w przebadanych węglach górnośląskich przedstawiono w tab. 2. Podano w niej zakresy koncentracji oraz średnie arytmetyczne zawartości fosforu w węglach z poszczególnych otworów wiertniczych. Zawartość fosforu w przebadanych węglach waha się od 0 do ponad 5000 g/t. Najniższą przeciętną zawartość (śr. 109 g/t) stwierdzono w otworach Bielowicko IG 1 i Poręba Żegoty IG 1, najwyższą natomiast (około 627 g/t) w otworze Poręba Wielka IG 1. W ostatniej rubryce tab. 2 podano liczbę próbek z poszczególnych otworów, w których zawartość fosforu w węglu przekracza 600 g/t, tj. klark dla skał osadowych według J. E. Judowicza i in. (1985). Liczba próbek wysokofosforowych wynosi łącznie 253, co stanowi 22,4% ogółu przebadanych próbek.

### ROZPRZESTRZENIENIE REGIONALNE ORAZ STRATYGRAFICZNE ZAWARTOŚCI FOSFORU W WĘGLACH GÓRNOŚLĄSKICH

Opracowanie i interpretację wyników oznaczeń zawartości fosforu w węglach górnośląskich przeprowadzono w odniesieniu do następujących podzbiorów zbiorowości próbnej:

Tabela 2

Zawartość fosforu w węglach kamiennych z otworów wiertniczych GZW ( w przeliczeniu na zawartość w węglu suchym)

Otwór wiertniczy	Symbol otworu wiertniczego z Fig. 1	Liczba próbek	Zawartość fosforu (g/t)		Liczba próbek o zaw. fosforu > 600 g/t
			od — do	$\bar{X}$	
Bestwina IG 1	Be	35	25—2707	446	8
Bielowicko IG 1	Bie	5	60—166	109	0
Chełmek IG 1	Cheł	65	10—3685	255	7
Chybie IG 1	Ch	46	15—3972	525	11
Cieszyn IG 1	C	8	0—464	139	0
Czechowice IG 1	Cz	39	30—2505	552	15
Dębowiec IG 1	D	31	10—4525	459	6
Drogomyśl IG 1	Dr	65	20—1300	518	25
Jejkowice IG 1	Jej	32	16—3156	463	7
Leńcze IG 1	L	9	0—847	153	1
Łąka IG 1	Ł	47	20—2742	601	15
Mikołów 1	M1	35	<10—1135	280	5
Mikołów 5	M5	38	14—1081	273	5
Mikołów 8	M8	49	<10—1958	376	11
Mikołów 9	M9	30	5—1149	240	3
Mikołów 10	M10	52	8—1772	288	6
ńiedobczyce IG 1	Ne	41	10—1240	464	14
Paniowy IG 1	P	59	<10—2638	351	11
Piasek IG 1	Pia	58	10—2129	541	23
Poręba Wielka IG 1	P.W.	59	10—>5000	~627	14
Poręba Żegoty IG 1	P.Ż.	44	<10—822	109	3
Rudzica IG 1	R	14	41—1185	253	2
Ruptawa IG 1	Ru	33	20—1025	209	2
Studzionka IG 1	St	44	10—1077	392	12
Szczygłowice IG 1	S	66	10—2532	606	27
Wyry IG 1	Wy	102	0—2585	439	18
Zamarski IG 1	Z	23	40—918	204	2
Razem		1129	0—>5000	404	253

$\bar{X}$  — zawartość średnia

- węgle GZW — ogółem wraz z podziałem na serie litostratygraficzne;
- węgle z pokładów bilansowych GZW — ogółem;
- łupki węglowe.

Przeciętną zawartość fosforu w wymienionych podzbiorach oszacowano za pomocą średniej arytmetycznej. Wyniki obliczeń przedstawiono w tab. 3. Analiza tych danych pozwoliła zauważyć podwyższoną zawartość fosforu w węglach badanego zagłębia ( $\bar{X}=404$  g/t) w odniesieniu do najczęściej występujących koncentracji tego pierwiastka w węglach świata, oszacowanej przez J. E. Judowicza i in. (1985).

Z rozkładu częstotliwości wykonanego dla ogółu próbek wynika, iż 44,1% wyników mieści się w granicach zawartości fosforu w węglu od 0 do 161 g/t; 15,8% w przedziale częstotliwości 161—322 g/t, a w kolejnych przedziałach o wyższych koncentracjach fosforu procent wyników systematycznie maleje.

Przeciętna zawartość fosforu w węglach z pokładów bilansowych (stanowiących 53,8% badanej populacji) wynosi 424 g/t. Jest ona wyższa od przeciętnej zawartości fosforu we wszystkich przebadanych próbkach węgla. Przeciętna zawartość fosforu w łupkach węglowych (stanowiących 1,9% badanej populacji) jest natomiast wyraźnie niższa ( $\bar{X}=224$  g/t). Powyższe zestawienie danych świadczy, iż sedymentacja fitogeniczna sprzyjała wzbogaceniu osadu w fosfor.

Bardzo zróżnicowane są zawartości fosforu w węglach z poszczególnych serii litostratygraficznych. Szczególnie niskie są koncentracje fosforu w węglach z krakowskiej serii piaskowcowej ( $\bar{X}=86$  g/t), zaś szczególnie wysokie — w węglach z serii mułowcowej ( $\bar{X}=522$  g/t). Dla zilustrowania tych zróżnicowań na fig. 2 przedstawiono profile omawianych otworów wiertniczych z zaznaczeniem przeciętnych zawartości fosforu w węglach z poszczególnych ogniw litostratygraficznych. Dla uproszczenia rysunku nie uwzględniono rzędnych terenu poszczególnych otworów wiertniczych, mieszczących się w granicach od +236,80 do +349,09 m n. p. m. Na figurze zaznaczono ponadto zawartości fosforu wyższe od klarku dla skał osadowych (600 g/t). Z ilustracji tej wynika, że węgle z pewnych odcinków profilu litostratygraficznego, częściowo tylko pokrywających się z podziałem na ogniwa litostratygraficzne, są szczególnie, choć niejednolicie, wzbogacone w fosfor (tab. 4). Strefy takie w rejonie Szczygłowic i Mikołowa oraz w otworze Studzionka IG 1 obejmują dolną część warstw załęskich i górną część warstw rudzkich ss., zaś w pozostałych otworach wiertniczych — głównie dolną część warstw załęskich. W wymienionych strefach zwraca uwagę niejednorodność wzbogacania węgla w fosfor. Przeważają wysokie koncentracje fosforu, jednak obok nich występują również niskie, rzędu 30-40 g/t, co świadczy o zmiennej koncentracji fosforu w pierwotnym materiale alimentacyjnym.

Cytowane we wstępie (J. Kuhl, H. Dąbek, 1961; J. Kuhl, J. Widawska-Kuśmierska, 1978) wysokie wzbogacenia węgla górnośląskich w fosfor dotyczą również pokładów (407 i 403) z tego odcinka profilu stratygraficznego karbonu.

Z danych zilustrowanych na fig. 2 można również wyciągnąć wniosek o prawdopodobieństwie redystrybucji fosforu w rejonie hydrogeologicznie odkrytym. W obszarze tym (otwory wiertnicze z rejonu Mikołowa, Paniowy IG 1, Szczygłowice IG 1) w stropowych odcinkach profilu karbonu, zaliczanych do serii mułowcowej, obserwuje się względnie niskie zawartości fosforu w porównaniu z jego zawartościami w węglach z tej samej serii zalegających pod nieprzepuszczalnym miąższym nadkładem trzeciorzędowym na południu (otwory wiertnicze: Studzionka IG 1, Łąka IG 1, Drogomyśl IG 1, Chybie IG 1, Czechowice IG 1).

Bardzo niskie są zawartości fosforu w węglach zalegających w obrębie serii piaskowcowych: krakowskiej i częściowo górnośląskiej; w tej ostatniej serii, jak wspomniano wyżej, w niektórych otworach usytuowanych w północnej części badanego obszaru wzbogacone w fosfor są węgle z górnej części warstw rudzkich ss. (fig. 2, tab. 4), natomiast w

Tabela 3

Zawartość fosforu w węglach kamiennych GZW w zbiorowościach próbnych (zawartość w węglu suchym w g/t)

Zbiorowość próbna	Liczba próbek	Zakres koncentracji	$\bar{X}$
GZW — ogółem	1129	0—>5000	404
Węgły z krakowskiej serii piaskowcowej	47	0—536	86
Węgły z serii mułowcowej	567	20—>5000	522
Węgły z górnośląskiej serii piaskowcowej	193	0—2638	306
Węgły z serii paralicznej	227	0—3156	231
Węgły z pokładów bilansowych — ogółem	608	0—3972	424
Lupki węglowe — ogółem	22	56—669	224

$\bar{X}$  — zawartość średnia

obrębie warstw siodłowych zawartość fosforu w węglach jest bardzo niska na całym badanym obszarze.

W węglach z serii paralicznej przeciętna zawartość fosforu ( $\bar{X}=231$  g/t) jest zbliżona do wartości podawanej w literaturze jako przeciętna dla węgla kamiennych świata (J. E. Judowicz i in., 1985). Liczba próbek o zawartości fosforu powyżej 600 g/t wynosi 22, tj. 9,7% ogólnej liczby próbek przebadanych z tej serii.

Niska jest na ogół zawartość fosforu w węglach z otworów wiertniczych usytuowanych peryferyjnie w obrębie zagłębia (Poręba Żegoty IG 1, Leńcze IG 1, Bielowicko IG 1, Zamarski IG 1, Cieszyn IG 1).

#### PRZESŁANKI DOTYCZĄCE SPOSOBU POWIĄZANIA FOSFORU W WĘGLU

Według J. E. Judowicza i in. (1985) fosfor związany jest w węglu w dwóch postaciach: z substancją organiczną ( $P_{org}$ ) oraz z substancją mineralną ( $P_{min}$ ). W węglach niskofosforowych dominuje  $P_{org}$ ; np. w węglach zagłębia lwowsko-wołyńskiego w 70% próbek  $P_{org}$  przewyższał  $P_{min}$  przy średnim stosunku 2:1 (J. P. Płaksa i in., 1980 *vide* J. E. Judowicz i in., 1985). Przy średnich zawartościach fosforu całkowitego w węglu zawartość  $P_{org}$  waha się w dużych granicach od 11 do 90,5%  $P_{całk}$ , przy czym najczęściej zawartość  $P_{org}$  stanowi więcej niż 50%  $P_{całk}$ . Przy wysokich zawartościach fosforu

Tabela 4

## Strefy wzbogaceń w fosfor węgla górnośląskich

Otwór wiertniczy	Głębokość (m)	Warstwy	Liczba próbek	Zawartość fosforu (g/t)	
				od — do	$\bar{X}$
Szczygłowice IG 1	891,05—1113,10	z/r	12	844—2532	1418
Paniowy IG 1	1238,00—1449,80	z/r	11	40—2638	812
Mikołów 8	1110,4—1487,00	z/r	15	71—1958	628
Mikołów 10	992,40—1171,70	z/r	14	41—1772	632
Wyry IG 1	1628,45—1727,80	z/gsp	8	225—2585	1261
Poręba Wielka IG 1	554,15—871,80	o/z	29	37—5000	1016
Piasek IG 1	761,40—1321,70	z	30	30—1400	722
Łąka IG 1	466,90—944,85	z	26	129—2700	926
Studzionka IG 1	913,70—1246,00	z/r	16	233—1077	621
Drogomyśl IG 1	1106,40—1463,00	z	17	150—1170	704
Czechowice IG 1	782,80—993,10	z	19	56—2505	859
Bestwina IG 1	849,65—1019,85	z	21	31—2707	649
Rudzica IG 1	821,10—849,30	z	2	596—1185	890
Dębowiec IG 1	1020,40—1042,60	z	5	696—4525	2092
Niedobczyce IG 1	468,70—774,60	z	19	169—1205	668

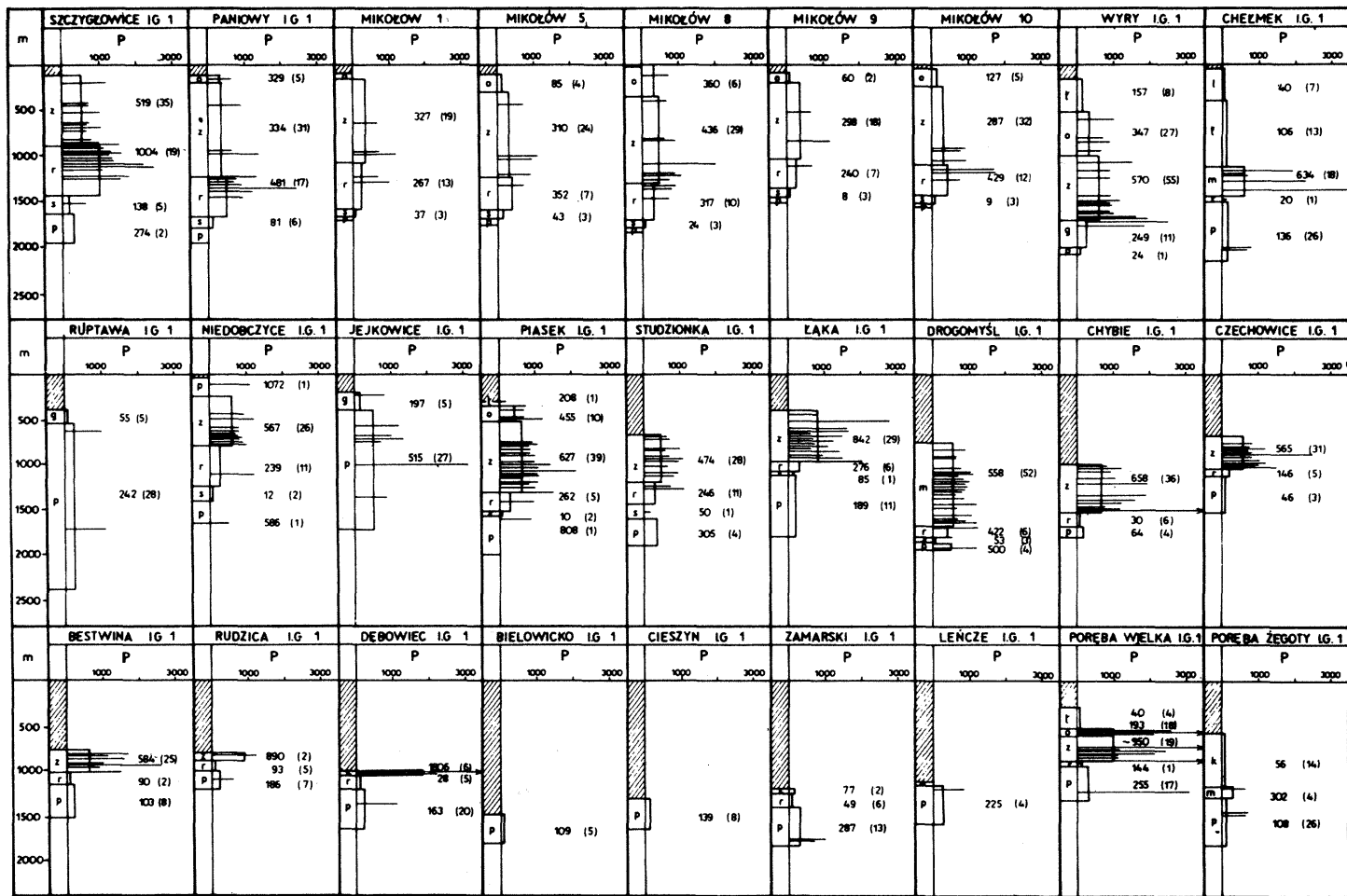
Warstwy: z — załęskie, r — rudzkie ss, o — orzeskie ss, gsp — górnośląska seria piaskowcowa

większa jego część występuje w postaci  $P_{min}$ , przy czym dominują fosforany glinu i żelaza (C. E. Fejgelman i in., 1955 *vide* J. E. Judowicz i in., 1985).

W pracy z 1984 r. A. Rózkowska przedstawiła zależność zawartości fosforu od zapozielenia węgla dla 280 próbek pochodzących z otworów wiertniczych z GZW. W węglach o zawartości popiołu do 10% zawartość fosforu wynosi 10—2638 g/t (śr. 406 g/t); od 10 do 20% wynosi 10—1269 g/t (śr. 510 g/t); i od 20 do 40% wynosi 41—1772 g/t (śr. 474 g/t). Według J. E. Judowicza i in. (1985) podobny rozkład koncentracji wskazuje, iż jest to składnik popiołu sorbcyjnego. Według wymienionych autorów "... dla fosforu pojęcie o formie sorbcyjnej jest bardziej złożone niż dla metali.  $P_{sorb}$  nie jest związany bezpośrednio z torfową lub węglową substancją organiczną, lecz z sorbcyjnym popiołem torfu, tj.  $Fe_{sorb}$ ,  $Al_{sorb}$ ,  $Ca_{sorb}$ , lub  $Mg_{sorb}$ ."

Według J. Kuhla i H. Dąbek (1961) węgiel z pokładu 407/1 kopalni Bielszowice zawiera fosfor związany w fosforycie  $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaCO_3$ . Część fosforu związana jest z substancją organiczną węgla, o czym świadczy według wymienionych autorów wzrost zawartości fosforu w lżejszej frakcji węgla uzyskanej przy wzbogaceniu.

Dla omawianych węgla z serii mułowcowej (o największej ilości przebadanych próbek) o zawartości fosforu powyżej klarku dla skał osadowych (600 g/t), tj. takich, w których fosfor jest związany głównie w postaci nieorganicznej, wykonano próbę korelacji z zawartością Al, Fe, Ca, Ba, Pb i Sr. Stosunkowo wysoki współczynnik korelacji ( $r = 0,63$ ,  $R = 40,2\%$ ) uzyskano jedynie dla strontu. Nie stwierdzono natomiast korelacji w



1  
 2  
 519 - 3  
 (35) - 4  
 — 5



odniesieniu do pozostałych pierwiastków (współczynnik korelacji dla Al — 0,09, Fe — -0,09, Ca — 0,24, Ba — 0,20, Pb — 0,17), a także między zawartością fosforu w węglu a współczynnikiem refleksyjności wityrytu, będącym miarą stopnia metamorfizmu węgla ( $r = -0,04$ ).

W popiele węgla z pokładu 403/1 kopalni Manifest Lipcowy (J.Kuhl, J. Widawska-Kuśmierska, 1978) bardzo prawdopodobny jest związek sorbcyjny fosforu z żelazem i glinem; popiół ten zawiera 4,71%  $P_2O_5$ , 31,6%  $Fe_2O_3$ , 33,04%  $Al_2O_3$ , 21,2%  $SiO_2$  i 7,20%  $CaO$ .

Genezę wysokotorfowych węgli J. E. Judowicz i in. (1985) wiąże z dostarczeniem do paleotorfowiska podwyższonych zawartości fosforu dwoma możliwymi drogami: a — z wodami gruntowymi lub powierzchniowymi, b — z materiałem terygenicznym (lub wulkanogenicznym), który częściowo roztrząsał się w wodach błot i wzbogacał je w fosfor; wody te z kolei wzbogacały w fosfor tworzący się torf.

## PODSUMOWANIE

Zawartość fosforu w górnosląskich węglach kamiennych wynosi przeciętnie 404 g/t (od 0 do powyżej 5000 g/t), wykazując zróżnicowanie zarówno stratygraficzne, jak i regionalne. Najwyższe koncentracje występują w węglach z serii mułowcowej, głównie z jej dolnych ogniw ( $\bar{X}=522$  g/t), natomiast bardzo niskie w węglach z krakowskiej serii piaskowcowej ( $\bar{X}=86$  g/t). Również niska jest zawartość fosforu w węglach z górnosląskiej serii piaskowcowej szczególnie w węglach z warstw siodłowych. Węgły o wysokich zawartościach fosforu (tab. 4) występują jedynie w niektórych otworach wiertniczych, usytuowanych głównie w północnej części badanego obszaru, w górnej części warstw rudzkich ss. W węglach z serii paralicznej przeciętna zawartość fosforu wynosi 231 g/t. Niska jest na ogół zawartość fosforu w węglach pochodzących z otworów wiertniczych usytuowanych w zagłębiu peryferyjnie.

Na podstawie powyższych danych można wnioskować, iż szczególne nagromadzenie fosforu w węglach z serii mułowcowej oraz częściowo z górnego odcinka warstw rudzkich ss. związane jest ze spokojnymi warunkami sedymentacji oraz obfitością fosforu w ma-

Fig. 2. Zawartość fosforu w węglach w profilach otworów wiertniczych

1 — nadkład; 2 — karbon: k — krakowska seria piaskowcowa, l — warstwy libiąskie, l — warstwy łaziskie, m — seria mułowcowa, o — warstwy orzeskie ss., z — warstwy załęskie, g — górnosląska seria piaskowcowa, r — warstwy rudzkie ss, s — warstwy siodłowe, p — seria paraliczna; 3 — średnia arytmetyczna zawartość fosforu (w g/t) w odcinkach profilu karbonu; 4 — liczba przeanalizowanych próbek węgla; 5 — zawartość fosforu (w g/t) w indywidualnej próbce węgla

The contents of phosphorus in coals in the borehole profiles

1 — overburden; 2 — Carboniferous: k — Cracow Sandstone Series, l — Libiąż Strata, l — Łaziska Strata, m — mudstone series, o — Orzesze Strata ss, z — Załęże Strata, g — Upper Silesian Sandstone Series, r — Ruda Śląska Strata ss, s — saddle strata, p — paralic series; 3 — the arithmetic mean content of phosphorus (in g/t) in the segments of the Carboniferous system profile; 4 — number of coal samples analysed; 5 — content of phosphorus (in g/t) in the individual coal sample

teriale alimentacyjnym, aczkolwiek obserwuje się duże zróżnicowanie w koncentracji fosforu w sąsiadujących ze sobą pokładach węgla.

W rejonie hydrogeologicznie odkrytym zawartość fosforu w węglach z górnej części profilu obejmującego serię mułowcową jest niższa niż w węglach tej samej serii otworów wiertniczych usytuowanych w rejonie hydrogeologicznie zakrytym, tzn. tam, gdzie utwory karbonu znajdują się pod miąższym nadkładem trzeciorzędowym. Można z tego wnioskować o postsedymentacyjnej migracji fosforu z węgla w rejonach hydrogeologicznie odkrytych.

Rozkład zawartości fosforu w węglach w zależności od stopnia ich zapopielenia wskazuje na związanie fosforu w popiele sorbcyjnym. Ponadto istnieje związek korelacyjny (dla węgla z serii mułowcowej o zawartości fosforu powyżej 600 g/t) między zawartością fosforu i strontu.

Oddział Górnoląski  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
Sosnowiec, ul. Białego 1  
Instytut Geologii Uniwersytetu Śląskiego  
Sosnowiec, ul. Mielczarskiego 60  
Nadesłano dnia 2 maja 1989 r.

#### PIŚMIENNICTWO

- BOUŠKA V. (1981) — Geochemistry of coal. Academia. Prague.
- JUDOWICZ J. E., KIETRIS M.P., MIERC A.W. (1985) — Elementy primiesi w iskopajemych ugliach. Nauka. Leningrad.
- KUHL J., DĄBEK H. (1961) — O chlorze i fosforze w węglach kamiennych Górnego Śląska. Prz. Góm., 9, p. 443—446.
- KUHL J., WIDAWSKA-KUŚMIERSKA J. (1978) — Skład substancji mineralnej węgla i jego wpływ na procesy utylizacji. W: Metody analityczne badania surowców węglowych, p. 45—57. Katowice.
- POLAŃSKI A. (1988) — Podstawy geochemii. Wyd. Geol. Warszawa.
- RÓŽKOWSKA A. (1984) — Zawartość pierwiastków śladowych w węglach kamiennych z centralnej i południowej części Górnoląskiego Zagłębia Węglowego. W: Problemy badań węgla w pracach geologiczno-złożowych w aspekcie nowych technologii jego utylizacji, p. 105—119. Jaworze.
- SOZINOW N.A. red. (1988) — Metalogienija i geochemija uglienosnych i slancesodierzaszczich tolszcz. Nauka. Moskwa.
- WIDAWSKA-KUŚMIERSKA J. (1981) — Występowanie pierwiastków śladowych w polskich węglach kamiennych. Prz. Góm., 7/8, p. 455—459.
- WNEKOWSKA L., CZUBEK S. (1951) — Oznaczenie fosforu w węglu kamiennym. Pr. GIG. Kom., 83.

Anna RÓŻKOWSKA, Henryk PARZENTNY

## THE CONTENTS OF PHOSPHORUS IN THE BLACK COALS FROM THE UPPER SILESIAN COAL BASIN

### S u m m a r y

Phosphorus in coal is a subordinate element. It is important because of the properties, which it imparts to the casting coke. It was found, that several black coals from the Upper Silesia contain high amount of phosphorus (in the coal ash up to 5%  $P_2O_5$ ).

According to the analyses of 1129 samples from 27 boreholes, the arithmetic mean for the phosphorus content of the Upper Silesia black coals was determined. It corresponds to 404 grammes per metric tonne (404 g/t), with oscillations from 0 to over 5000 g/t. In comparison with the most often occurring concentration of that element in black coals of the world ( $200 \pm 20$  g/t), it is a heightened amount.

The concentration of phosphorus in the black coals from the Upper Silesia is differentiated stratigraphically and regionally. It is generally low in the sandstone series, especially in coals from the Cracow Sandstone Series and in the coals from the saddle strata in the Upper Silesian Sandstone Series. The highest concentration of phosphorus appears in the coals from the mudstone series, mainly from the lower parts of the Załęże Strata and in some of the boreholes in the Ruda Śląska Strata ss. In the coals from the paralic series, the average concentration of phosphorus ( $\bar{X}=231$  g/t) is near the mean for the black coals of the world.

In the hydrogeologically open district in the northern part of the investigated area, the amount of phosphorus in coals from the upper part of the lithostratigraphic profile is diminished in comparison with coals laying in the hydrogeologically closed district. The concentration of phosphorus in coals from the boreholes situated peripherally to the area of the basin is generally low.

The distribution of phosphorus content in coals, dependent on the amount of ash shows, that phosphorus is bound in the sorbing part of the ash.

It was found, that the amounts of phosphorus and strontium are corellated in the high-phosphorus coals from the mudstone series.