

Henryk PARZENTNY, Anna RÓŻKOWSKA

Stratygraficzna zmienność zawartości oraz sposobu związania cynku w węglu z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego

Przedstawiono geochemiczne prawidłowości występowania cynku w węglu z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Ustalono, że przeciętne wartości tego pierwiastka kształtują się na poziomie zbliżonym do najczęściej występujących wartości w węglach w skali świata oraz w odniesieniu do klarków litosfery i skał osadowych. W kierunku od utworów paralicznych do limnicznych zagłębia następuje wzrost zawartości cynku w węglu oraz jego zmienności. Pierwiastek ten w wysokim stopniu związany jest z substancją nieorganiczną węgla. Stopień ten maleje w kierunku od utworów starszych do najmłodszych.

WSTĘP

Występowanie pierwiastków śladowych w węglach Polski było już przedmiotem kilkunastu prac, opublikowanych w ostatnim dwudziestoleciu. Próbę ustalenia charakterystycznych cech i kierunków zmian w składzie mineralnym węgla z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego podjęli ostatnio H. Parzentny i M. Marczak (praca w druku), opierając się na obszernym materiale analitycznym udostępnionym przez Oddział Górnośląski Państwowego Instytutu Geologicznego. W celu kontynuowania tych zamierzeń przeprowadzono geochemiczną ocenę zmienności występowania cynku w węglu tego zagłębia. Zmienność koncentracji pierwiastków śladowych w węglu z poszczególnych warstw i serii GZW, a także obszarów występowania węgla, coraz częściej staje się bowiem jednym u kryteriów odrębności tych wydzieleni.

W niniejszej pracy oparto się na niepublikowanych wynikach oznaczeń cynku w węglu, pochodzącym z otworów wiertniczych wykonanych w ramach badań głębokich poziomów karbonu produktywnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

OPRACOWANIE WYNIKÓW

Zbiorowość próbną reprezentuje 777 próbek węgla, pochodzących z 17 otworów wiertniczych występujących na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Dane charakteryzujące analizowaną zbiorowość próbną zamieszczono w tabeli 1.

Opracowanie wyników odniesiono do następujących podzbiorów zbiorowości próbnej:

- węgiel i popiół węgla facji paralicznej i limnicznej,
- węgiel i popiół węgla megacyklotemów: seria brzeźna, górnośląska seria piaskowcowa, seria mułowcowa, krakowska seria piaskowcowa,
- węgiel i popiół węgla warstw: wizenu i pietrkowickich, gruszowskich, jakłowieckich, porębskich, siodłowych, rudzkich ss., załęskich, orzeskich, łazickich, libiąskich.

Opracowanie wyników dotyczyło następujących kwestii:

1. Oszacowania przeciętnej zawartości cynku. W tym celu obliczono wartości średniej arytmetycznej i geometrycznej. Dzięki zastosowaniu analizy statystycznej ustalono, że jedynie wartości średniej geometrycznej mieszczą się w przedziale modalnym i najlepiej oszacowują wartość przeciętną. Wartości tej średniej znacznie odbiegają od zawyżonych na ogół wartości średniej arytmetycznej. Jakiego rzędu są to różnice, obrazuje tabela 2.

2. Oceny zmienności występowania cynku. W tym celu obliczono wartości współczynnika zmienności. Dla podzbiorów zbiorowości próbnej, w których występowały ekstremalnie wysokie zawartości cynku (warstwy siodłowe z otworu Panio-wy IG 1), wyznaczono ponadto parametr zmienności warunkowej – nie ujmujący tych danych. Zestawienie powyższych wartości zamieszczono w tabeli 2.

3. Określenia związku cynku z organiczną i nieorganiczną częścią węgla. Po-wiązanie pierwiastka z organiczną i nieorganiczną częścią węgla ustalono dwoma sposobami. Pierwszy z nich opiera się na korelacji przebiegu zmian zawartości cynku w węglu (tab. 2) oraz popiołowości węgla (tab. 3). Drugi sposób pozwala na ilościową ocenę dystrybucji pierwiastka w węglu, dzięki zastosowaniu opracowanej przez M. Marcza (1985) funkcji rozkładu stężeń. Funkcja ta wyraża zależność zawartości pierwiastka w popiele od popiołowości węgla. Wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 3.

GEOCHEMICZNA INTERPRETACJA WYNIKÓW

Ocenę zawartości cynku w węglu badanej zbiorowości próbnej przeprowadzono na tle klarków skorupy ziemskiej, klarków skał osadowych oraz zawartości tego pierwiastka w węglach i popiołach węgla w skali świata i Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Z przedstawionych w tabeli 4 danych wynika, że analizowany węgiel, podobnie jak węgle całego świata, nie doznaje większych koncentracji w stosunku do innych środowisk geochemicznych. Popiół węgla zawiera natomiast cynk w ilościach często przekraczających wartości klarkowe. Przeciętne zawartości cynku w badanym węglu zbliżone są do najczęściej występujących wartości w skali świata. Natomiast popiół węgla cechuje pod tym względem nieznaczne podkoncentrowanie. Na szczególną uwagę zasługuje ponadto zbieżność zawartości tego pierwiastka w węglu i popiele badanego węgla z wartościami podawanymi przez innych autorów (S. Cebulak, 1979; A. Rózkowska, 1984; J. Widawska-Kuśmierska, 1981) w stosunku do tego samego obiektu badań.

Tabela 1

Dane charakteryzujące zblorowość próbną

Warstwy	Obszar opróbowania węgla Górnośląskiego Zagłębia Węglowego																Liczba próbek	
	zachodni											wschodni						
	Wiry	Niedobczyce	Rudzica	Drogomyśl	Studzionka	Piasek	Paniewy	Zamarski	Dębowiec	Szczyglowiec	Cieszyn	Chybc	Leńcze	Łąka	Poręba Żęg.	Poręba Wlk.		Czechowice
wizenu																	7	
pietrzkowickie			} 7						9				5				12	
gruszowskie								9	6				2	2	9	9		41
jakłowickie		1						1		3		2	6	18	11	4	46	
porębskie	1	1		4	4	1	5	4	3	5	4		3	1	6		42	
siodłowe	} 11	2	2	3	1	2	6		5		3		1				30	
rudzkie s.s.		12	3	6	11	5	17	7	5	20		4		6			5	108
załęskie	55	28	2	} 52	28	39	31	2	6	38		37		29		19	31	371
orzeskie	27						10	6								4	18	
łaziskie	9					1									8	5		23
libiąskie															6			6
Razem	103	44	14	65	44	58	60	23	31	66	8	48	9	47	48	69	40	777

Tabela 2

Przeciętne zawartości (g/t) cynku w węglu i popiele węgla z poszczególnych wydziałów stratygraficznych GZW oraz wartości (%) współczynnika zmienności

Zbiorowość próbna	Popiół			Węgiel		
	\bar{x}_G	\bar{x}_A	V	\bar{x}_G	\bar{x}_A	V
GZW ogółem	376	656	534 w 159	41	73	280 w 163
Facja paraliczna	304	533	237	24	54	212
Facja limniczna	396	685	703 w 147	47	78	269 w 133
Górnośląska seria piaskowcowa	316	1093	1464 w 194	37	114	1179 w 459
Seria mułowcowa	404	528	120	47	59	111
Krakowska seria piaskowcowa	860	1273	152	137	211	170
Warstwy pietrkowickie i wizen	187	282	111	27	39	146
Warstwy gruszowskie	291	478	128	18	51	399
Warstwy jakłowieckie	404	702	200	26	52	255
Warstwy porębskie	342	546	266	32	68	355
Warstwy siodłowe	381	3196	2604 w 121	45	275	1934 w 67
Warstwy rudzkie ss.	300	504	216	35	70	542
Warstwy załęskie	409	532	114	46	57	70
Warstwy orzeskie	381	510	134	51	69	144
Warstwy łaziskie	708	1004	144	114	169	165
Warstwy libiąskie	1751	2258	101	266	365	119

\bar{x}_G – średnia geometryczna, \bar{x}_A – średnia arytmetyczna, V – współczynnik zmienności, w – zmienność warunkowa

Analizując węgiel oraz popiół badanego węgla w ujęciu stratygraficznym dostrzega się znamienne prawidłowości w kierunkach zmian przeciętnych zawartości cynku. Prawidłowość ta polega na uzyskiwaniu wyższych wartości idąc w kierunku od megacyklotemów starszych do najmłodszych (tab. 2). Ocenę zawartości cynku w węglu tych wydziałów można prześledzić na tle kłarków w skałach osadowych w ogólności oraz w ich poszczególnych typach. Przeciętne zawartości cynku w węglu z krakowskiej i górnośląskiej serii piaskowcowej można odnieść do odpowiednich wartości dla skał gruboklastycznych. Jak się bowiem powszechnie przyjmuje, kompleksy te wykształcone są głównie w formie skał terygenicznych o przewadze frakcji gruboziarnistych. Natomiast zawartości cynku w węglu z serii mułowcowej i brzeźnej można odnieść do zawartości tego pierwiastka w skałach ilastych i mułowcowych, a częściowo tylko do wapiennych i piaskowcowych (tab. 4).

Z porównania omawianych wielkości wynika, że węgiel badanej zbiorowości próbnej występujący w seriach gruboklastycznych koncentruje cynk w ilościach zbliżonych lub wyższych od kłarków tego pierwiastka w odpowiednich typach skał osadowych. W przypadku natomiast węgla z serii ilasto-mułowcowych zależność jest odwrotna. Można więc przypuszczać, iż węgiel kontaktujący ze skałami porowatymi podlegał w większym stopniu procesom wzbogacania w cynk drogą dyfuzji i infiltracji, niż utwory drobnoklastyczne. Te ostatnie mogą jednakże być nośnikiem

Tabela 3

Związek cynku z frakcją węgla z poszczególnych wydzieł stratygraficznych GZW

Zbiorowość próbna	Najczęściej występujący typ węgla	Popiołowość (%)	Średnia całkowita (100%) (g/t)	Fracja			
				organiczna		nieorganiczna	
				(g/t)	(%)	(g/t)	(%)
GZW ogółem	32: -35: 33	12,91	298	35	12	263	88
Facja paraliczna	35: 34: -35	11,05	272	0	0	272	100
Facja limniczna	32: -34: -33	13,36	293	64	22	230	78
Górnośląska seria piaskowcowa	35: 34: 33	11,53	302	80	27	213	73
Seria mulowcowa	32: 34: 35	13,65	280	82	29	198	71
Krakowska seria piaskowcowa	32: -31	17,35	800	0	0	800	100
Warstwy pietrkowickie i wizen	35: 34: 32	13,56	212	0	0	212	100
Warstwy gruszowskie	34: -37: -35	10,60	424	0	0	424	100
Warstwy jakłowieckie	33: -32: -34	7,88	541	0	0	541	100
Warstwy porębskie	35: -36: -37	13,81	320	0	0	320	100
Warstwy siodłowe	35: 34: 37	8,40	477	0	0	477	100
Warstwy rudzkie ss.	34: -35: 33	12,41	298	116	39	182	61
Warstwy załęskie	32: 34: 33	13,23	273	89	33	183	67
Warstwy orzeskie	32: 31	15,36	336	114	34	223	66
Warstwy łaziskie	31: 32	17,40	662	0	0	662	100
Warstwy libiąskie	31	17,15	2331	0	0	2331	100

Tabela 4

Zawartość cynku (g/t) w węglu i popiele węgla GZW na tle innych środowisk geochemicznych

Środowisko geochemiczne	Zawartość cynku
Skorupa ziemna	70 ¹ , 132 ²
Skaly osadowe ogółem	79 ³ ,
ilaste	107 ⁴ , 80 ⁵
szarogłazowe	67 ⁴ ,
piaskowcowe	27 ⁴ ,
wapienne	23 ⁴ ,
Węgiel kamienny świata	99 ⁴ , 50 ⁶ , 22 ± 4 ⁷
GZW	32 ⁸ , 80 ⁹ , 41
Popiół węgla kamiennego świata	150 ± 30 ⁷ ,
GZW	409 ⁸ , 300 ⁹ , 500 ¹⁰ , 376

1 – S.R. Taylor (1964), *fide* A. Polański, K. Smulikowski (1969); 2 – K. Rankama, T.J. Sahama (1950), *fide* A. Polański, K. Smulikowski (1969); 3 – J.E. Judowicz (1978); 4 – K.H. Wedepohl (1969), *fide* A. Polański, K. Smulikowski (1969); 5 – A.P. Winogradow (1962), *fide* A. Polański, K. Smulikowski (1969); 6 – V.M. Góldschmidt (1954), *fide* M. Marczak (1985); 7 – J.E. Judowicz, M.P. Ketris, A.B. Merc (1985); 8 – S. Cebulak (1979); 9 – J. Widawska-Kuśmierska (1981); 10 – A. Rózkowska (1984)

tego pierwiastka w postaci wkładek w obrębie pokładu węgla. Natomiast koncentracje cynku w popiele węgla, w każdym z podzbiorów zbiorowości próbnej, wyraźnie przekraczają klarki tego pierwiastka w poszczególnych typach skał osadowych.

Analiza wartości współczynnika zmienności wykazała, że zarówno węgiel jak i popiół badanego węgla cechuje wysoka zmienność zawartości cynku ($V_c = 280\%$, $V_A = 540\%$). Wyrazem tej prawidłowości jest szeroki przedział zawartości cynku w węglu i popiele węgla, wynoszący odpowiednio 2,4–3551,8 g/t oraz 70–43200 g/t. Na uwagę zasługuje fakt, iż wartości współczynnika zmienności przejawiają tendencję rosnącą w kierunku od węgla z serii paralicznej do limnicznej (tab. 2). Spośród analizowanych wydzielen, najwyższą zmiennością zawartości cynku cechuje się węgiel z górnośląskiej serii piaskowcowej, a zwłaszcza z warstw siodłowych ($V_c = 1934\%$). Tego rzędu zmienność zawartości pierwiastka świadczy o dużej dynamice zmian procesów kierujących jego kumulacją. Jest ona znana również z innych złóż Polski. I tak, spośród 10 pierwiastków śladowych obecnych w węglu złoża Chełm, najwyższą zmiennością (219%) cechował się cynk (M. Marczak, 1985). Odpowiadał temu zakres zmian zawartości od 30 do 8000 g/t. Na zagadnienie to zwracał również uwagę S. Cebulak (1979) w odniesieniu do węgla i popiołu węgla z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (odpowiednio: 1,2–2644,8 g/t i 20–58 000 g/t).

W interesujący sposób przedstawia się zmienność występowania cynku w węglu w przypadku odrzucenia ekstremalnych zawartości tego pierwiastka. Wartości współczynnika zmienności doznają wówczas wyraźnego obniżenia, np. dla popiołu węgla z warstw siodłowych z 2604% do 121%. W takim ujęciu utwory facji limnicznej cechowałyby mniejszą, niż utwory facji paralicznej, dynamika procesów kierujących kumulacją cynku w węglu.

Przebieg zmian popiołowości (tab. 3) oraz zawartości cynku w węglu badanej zbiorowości próbnej (tab. 2) wskazuje na występowanie wyraźnej prawidłowości.

Prawidłowość ta polega na wzroście obydwu wielkości w kierunku od węgla z serii brzeżnej do utworów krakowskiej serii piaskowcowej. Istotna wydaje się także wysoka zbieżność przebiegu zmian wymienionych wielkości w profilu stratygraficznym zagłębia. Wskazuje to na prawdopodobnie wysoki stopień powiązania cynku z mineralną frakcją węgla. Rozwiązanie funkcji rozkładu stężeń potwierdziło wysuwane przypuszczenia co do identyfikacji frakcji nośnej węgla (tab. 3). Cynk w wysokim stopniu związany jest z substancją nieorganiczną (88%).

Powyższe informacje można odnieść do znanych prawidłowości w występowaniu i udziale czynników kierujących procesem wzbogacania węgla w cynk. Jak się przyjmuje, pierwiastek ten poza materią organiczną może występować we wszystkich genetycznych postaciach substancji mineralnej (J. Judowicz i in., 1985). Wysokie koncentracje cynku w węglu wiąże się na ogół z działaniem procesów sorpcji w minerałach ilastych i fragmentach uwęglonej flory karbońskiej (J. Judowicz i in., 1971) oraz wzbogacania w minerały siarczkowe. Ten ostatni czynnik może być natomiast pochodzenia konkrecyjnego lub infiltracyjnego. W większości przypadków mineralizacja cynkowa związana jest z występowaniem podstawień w siarczku żelaza lub przejawia się w formie sfalerytu. Wykazał to J. Judowicz i inni (1985) na przykładzie węgla ZSRR, USA, Australii i Anglii.

Mineralizacja sfalerytowa w węglu może być o charakterze syn-, jak i epigenetycznym. Na syngenetyczny typ pochodzenia związków cynku w węglu zwracał już uwagę A. Fersman (*vide* J. Judowicz i in., 1985) w odniesieniu do węgla z Zagłębia Podmoskiewskiego. Ten typ mineralizacji znany jest ponadto z obszaru Spitsbergenu i Basenu Kizelowskiego. Najczęściej występującym czynnikiem koncentracji cynku w węglu jest epigenetyczna mineralizacja sfalerytowa. Przejawia się ona najsilniej w przystropowej i przyspągowej części pokładu. Siarczek ten może również zajmować miejsce pirytu w konkrekcjach, wypełniając przestrzenie komórkowe fuzynitu bądź tworzyć krystaliczne wtorenia w żyłach klastycznych (J. Judowicz, 1978; P. Zaricki, 1985). Zasilanie materii węglotwórczej w cynk odbywa się wówczas dzięki wzbogaceniu w ten pierwiastek skał pochodzących z obrzeżenia paleobasenu lub występowaniu polimetalicznej mineralizacji ciał rudnych w otaczającej strefie zasilania.

Na powiązanie cynku z mineralną frakcją węgla z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego zwracali już uwagę J. Kuhl, J. Ziółkowski (1954), A. Idzikowski (1959) i J. Koniecznyński (1970). Obecnie uważa się, iż pierwiastek ten wiąże się głównie z minerałami siarczkowymi, występującymi w obrębie pokładów węgla (J. Widawska-Kuśmierska, 1981).

Udział frakcji organicznej i nieorganicznej w kształtowaniu ogólnej zawartości cynku w węglu jest różny dla każdego z analizowanych podzbiorów zbiorowości próbnej (tab. 3). Zestawiając dane odnoszące się do facji zagłębia obserwuje się wzrost stopnia powiązania cynku z frakcją nieorganiczną węgla w kierunku od serii limnicznej (78%) do paralicznej (100%). Rozpatrując natomiast zbiorowość próbną z podziałem na poszczególne megacyklotemy zauważa się, iż stopień ten osiąga maksimum dla węgla z krakowskiej serii piaskowcowej oraz serii brzeżnej. Natomiast w przypadku węgla z serii mułowcowej oraz górnośląskiej serii piaskowcowej występuje dodatkowo udział części organicznej (maks. 39%).

Podstawowym nośnikiem cynku w węglu z krakowskiej serii piaskowcowej są prawdopodobnie minerały siarczkowe, w których to pierwiastek ten występuje w formie podstawień izomorficznych (J. Widawska-Kuśmierska, 1981), a także nagromadzenia konkrekcji syderytowych. Analiza składu chemicznego popiołu węgla z GZW wykazała, że utwory westfalu C i D cechują najniższe wartości modułu wapniowo-magnezowo-żelazowego, mieszczące się w polu mineralizacji siarczko-

wej. Dotyczy to szczególnie węgla z warstw libiąskich, co do których istnieje przypuszczenie, iż są potencjalnym kolektorem siarczków żelaza (H. Parzenty, M. Marczak, w druku). W kumulowaniu cynku w węglu z serii brzeźnej, oprócz zmniejszonego udziału nośników pochodzenia terygenicznego, istotne znaczenie posiada również proces metamorfizmu. Wraz ze wzrostem powiązania tego pierwiastka z substancją nieorganiczną, w kierunku od utworów facji limnicznej do paralicznej następuje bowiem jednocześnie spadek przeciętnej zawartości cynku w węglu (tab. 2) oraz zmiana typów węgla – od płomiennych w warstwach libiąskich do semikoksowych w warstwach gruszkowskich (sarnowskich) – tab. 3.

Proces metamorfizmu, jak się powszechnie przyjmuje, determinuje stopień uwęglenia oraz związane z nim zjawisko wynoszenia i ponownego rozdziału pierwiastków śladowych w węglu. Cynk w środowisku węglotwórczym ma zdolność do tworzenia z substancją organiczną tetraedrycznych kompleksów typu „sp” (P. Zubowicz i in., 1960). Kompleksy takie są jednak mniej stabilne od kompleksów planarnych żelaza, kobaltu, niklu i miedzi. Pierwiastki te często więc występują w większym powiązaniu z frakcją organiczną węgla, np. kobalt w węglu złoża Chelmu (M. Marczak, 1985) i miedź w węglu GZW (A. Idzikowski, 1959). W szeregu trwałości kompleksów organicznych metali dwuwartościowych, cynk zajmuje jedną z ostatnich pozycji. Niska trwałość połączeń kompleksowych tego pierwiastka wpływa na szybkość uwalniania się cynku z materii organicznej węgla, a następnie migrowanie w obrębie pokładu. Cynk może wówczas wchodzić w skład struktur warstwowo-pakietowych minerałów ilastych oraz tworzyć związki nieorganiczne typu węglanów lub siarczków.

WNIOSKI

1. Skład chemiczny węgla z Górnośląskiego Zagłębia Węglowego ze względu na obecność cynku jest w charakterystyczny sposób zróżnicowany. Zróżnicowanie to odnosi się do węgla wydzielonego w facjach, megacyklotemach i warstwach.

2. Przeciętna zawartość cynku w węglu i popiele węgla z GZW jest zbliżona do najczęściej występujących wartości w skali świata i nie doznaje (z wyjątkiem popiołu) większych pod tym względem koncentracji w stosunku do kłarków litosfery i skał osadowych. W profilu stratygraficznym zagłębia zawartości cynku wykazują tendencję rosnącą, w kierunku od utworów facji paralicznej do limnicznej.

3. Węgiel z GZW cechuje wysoka zmienność koncentracji cynku w węglu i popiele węgla. Zmienność ta wzrasta w kierunku od utworów facji paralicznej do limnicznej. Świadczy to o dużej dynamice zmian procesów kierujących kumulacją tego pierwiastka w zagłębiu.

4. Cynk w badanym węglu w wysokim stopniu związany jest z substancją nieorganiczną. Związek ten maleje w kierunku od węgla z wydzieleń starszych do najmłodszych.

PIŚMIENICTWO

- CEBULAK S. (1979) – Określenie geochemicznych składników węgla pod kątem pełnej utylizacji i ochrony środowiska. W: Gechemia węgla i komputeryzacja danych węglowych. Arch. Inst. Geol. Sosnowiec.
- IDZIKOWSKI A. (1959) – O występowaniu niektórych mikroelementów w węglach kamiennych warstw rudzkich i siodłowych na Górnym Śląsku. Arch. Miner., 23, p. 271 – 350, nr 2.
- KONJECZYŃSKI J. (1970) – Badania nad występowaniem boru w węglach kamiennych. Pr. Gł. Inst. Górn., kom., nr 482.
- KUHL J., ZIÓŁKOWSKI J. (1954) – Pierwiastki rzadkie w górnio-śląskim węglu kamiennym. Prz. Górn., 10, p. 180, nr 5.
- MARCZAK M. (1985) – Geneza i prawidłowości występowania pierwiastków śladowych w węglach złoża Chelm w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Pr. Nauk. UŚI., nr 748.
- PARZENTNY H., MARCZAK M. (praca w druku) – Geochemiczna interpretacja składu chemicznego popiołów z Górniośląskiego Zagłębia Węglowego. Pr. Nauk. UŚI.
- POLAŃSKI A., SMULIKOWSKI K. (1969) – Geochemia. Wyd. Geol. Warszawa.
- RÓŻKOWSKA A. (1984) – Zawartość pierwiastków śladowych w węglach kamiennych z centralnej i południowej części Górniośląskiego Zagłębia Węglowego. W: Problemy badań węgla w pracach geologiczno-złożowych w aspekcie nowych technologii jego utylizacji. Zbiór referatów. Ogólnokrajowa konferencja. Jaworze 15 – 19 października 1984.
- WIDAWSKA-KUŚMIERSKA J. (1981) – Występowanie pierwiastków śladowych w polskich węglach kamiennych. Prz. Górn., 37, p. 455 – 459, nr 7 – 8.
- ZUBOVIČ P., STADNICHENKO T., SHEFFEY N. (1960) – Comparative abundance of the minor elements in coals from different parts of the United States. U.S. Geol. Survey Prof. Paper, 400 B, p. 84 – 87.
- ЗАРИЦКИЙ П.В. (1985) – Конкретие и значение их изучения при решении процессов угольной геологии и палеогеологии. Изд. Нар. Унив. Харков.
- ЮДОВИЧ Я.Э. (1978) – Геохимия ископаемых углей. Изд. Наука. Ленинград.
- ЮДОВИЧ Я.Э., КЕТРИС М.П., МЕРЦ А.В. (1985) – Элементы – примеси в ископаемых углях. Изд. Наука. Ленинград.
- ЮДОВИЧ Я.Э., КОРЫЧЕВА А.А., ГОЛЬДБЕРГ Ю.И. (1971) – Геохимические особенности углефицированной древесины. Лит. и Пол. Иск., 6, стр. 53 – 63.

Генрик ПАЖЕНТНЫ, Анна РУЖКОВСКА

**СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ НЕПОСТОЯНСТВО КОНЦЕНТРАЦИИ
И СПОСОБА СОЕДИНЕНИЯ ЦИНКА В УГЛЕ
ВЕРХНЕСИЛЕЗСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА**

Резюме

В работе определены направления, характеризующие содержание цинка в угле Верхнесилезского угольного бассейна, базирующиеся на данных, полученных в результате анализа содержания цинка в пелле угля, проведенного Верхнесилезским отделом ГИ. Сводные данные анализа размещены в таб. 1. На основании полученных данных произведена оценка средней величины и подсчитаны значения коэффициента изменчивости (таб. 2). С помощью функции

распределения концентрации, составленной М. Марчаком (1985), была определена связь цинка с органической и неорганической фракцией угля отдельных стратиграфических горизонтов бассейна (таб. 3).

Представленные результаты подтвердили известные закономерности образования и химического состава угля Верхнесилезского угольного бассейна. Анализированный уголь характеризуется присутствием цинка концентрация которого, приблизительно равна концентрации в углях в мировом масштабе, а также кларков литосферы и осадочных пород (таб. 4). Характерной особенностью угля паралической фации является более низкая концентрация цинка и его непостоянство по сравнению с углем озерной фации. Кроме этого, цинк в угле этой фации в большей степени связан с неорганической частью.

Henryk PARZENTNY, Anna RÓZKOWSKA

STRATIGRAPHIC VARIATIONS OF CONCENTRATION AND THE WAY OF BOUNDING OF ZINC IN COAL FROM THE UPPER SILESIAN COAL BASIN

S u m m a r y

Characteristic tendencies of variations of zinc occurrence in coal deposits from the Upper Silesian Coal Basin are presented in the paper. They are based on results of determination of zinc in coal ash carried out by the Upper Silesian Department of State Geological Institute. Information on samples analysed is contained in Tab. 1. Based on results obtained, the average value was evaluated and the value of the coefficient of variation was calculated (Tab. 2). By means of the functions of concentration distributions worked up by M. Marczak (1985), the relation of zinc to both organic and inorganic fraction of coal in particular stratigraphic section in the Basin is worked up (Tab. 3).

The results obtained confirmed the known accordance in formation and chemical composition of coal from the Basin. Coal of samples analysed is characterized by the presence of zinc at the level nearing to the most frequent concentrations in coals in the world's scale and in the lithosphere and sedimentary rocks clarks (Tab. 4). Coal of paralic facies is characterized by lower concentration of zinc (in comparison to the limnic facies coal) and also by lower variability of concentration. Besides zinc in coal of this facies is much more connected with the inorganic part at higher degree.