

MARIAN MARCZAK, HENRYK PARZENTNY

Uniwersytet Śląski

GEOCHEMICZNA I EKOLOGICZNA OCENA WĘGLI ZŁOŻA CHEŁM O PODWYŻSZONYCH I WYSOKICH KONCENTRACJACH OŁOWIU

UKD 553.94.08:550.42:546.815.003.12:543.422.5:662.66.001.8(438 – 12 LZW, złoża Chełm)

Węgiel kamienny zawiera około 60 pierwiastków śladowych, z których kilkanaście występuje w ilościach znacznie przekraczających klarki litosfery. Budzą one szczególne zainteresowanie geochemików, technologów, a ostatnio także i ekologów. Węgiel bowiem, jako surowiec energetyczny, jest w wysokim stopniu uciążliwy dla środowiska ze względu na emisję produktów spalania, występujących

zwłaszcza w fazie stałej i w postaci par, w tym połączeń wielu pierwiastków i radionuklidów silnie toksycznych.

Rząd wielkości tej emisji jest funkcją wielu czynników. Zależy on głównie od ilości i jakości spalanego paliwa, a także od fizycznych i chemicznych właściwości pierwiastków. Badania J.M. Pacyny (9) nad zachowaniem się 19 pierwiastków w strumieniu spalin na drodze od paleniska

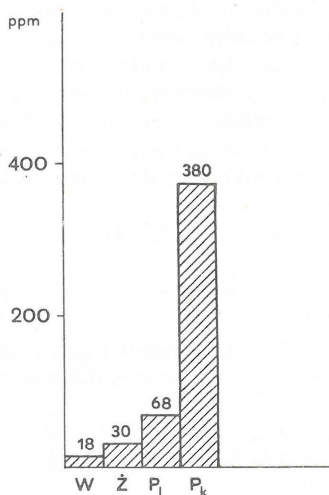
do komin elektrowni wykazały, że stopień wzbogacenia pyłów kominowych w pierwiastki jest tym wyższy im silniej wykazują one właściwości niemetaliczne. Przedstawiony przez Pacynę mechanizm wzbogacania pyłów i innych odpadów spalania węgla w pierwiastki potwierdza poglądy Kuhla (3) o wzroście ich stężenia w szeregu: As, Se, Sb, Zn, Pb, Cd, Hg – postępując w kierunku od żużla do pyłu kominowego.

Należy zwrócić uwagę na jeszcze inny aspekt zagadnienia. Wydaje się, że istotny wpływ na stopień koncentracji pierwiastka w pyłe kominowym ma jego rozkład w węglu pomiędzy frakcją organiczną i mineralną. Pierwiastki związane z frakcją organiczną po spaleniu węgla ulegają koncentracji w popiele i pyłe kominowym (ryc. 1). Mechanizm tego procesu jest złożony, a jego produkty wymagają szczegółowych badań, zwłaszcza ze względu na toksyczne właściwości pyłów kominowych.

Skażenie środowiska pierwiastkami śladowymi staje się szczególnie niebezpieczne ze względu na dynamiczny wzrost produkcji energii elektrycznej, opartej na węglu kamiennym i brunatnym. W ostatnich dziesięcioleciach wydobywanie węgla dla celów energetycznych znacznie wzrosło i wydaje się, że surowiec ten nadal będzie kształtował strukturę gospodarki paliwowo-energetycznej naszego kraju (13).

Wprowadzane do środowiska pierwiastki podlegają różnym formom migracji i tylko częściowo zostają włączone w cykl ich naturalnego obiegu geochemicznego. Ta ingerencja w środowisko może spowodować jego degradację polegającą na przekroczeniu dopuszczalnych stężeń określonych substancji w składzie chemicznym powietrza atmosferycznego, wody, gleby i biosfery (4, 6, 12).

W świetle rosnącego znaczenia węgla i innych surowców mineralnych dla celów gospodarczych, w geochemii rodzi się kierunek badań, obejmujących ochronę środowiska i zasobów naturalnych. Badania geochemiczne, m.in., mają dostarczyć danych do prognozowania zmian w środowisku chemicznym, zachodzących w wyniku eksploatacji i utylizacji określonych surowców. Rozpoznanie częstości występowania, np. ołowiu w węglach złoża Chełm oraz jego genetycznych powiązań z podstawowymi składnikami



Ryc. 1. Stężenie ołowiu w węglu (W) i w produktach jego spalania (Z – żużel, P₁ – pył lotny, P_k – pył kominowy) w elektrowni „Łagisza” (na podstawie danych zamieszczonych w pracy J.M. Pacyny (9)).

Fig. 1. Concentration of lead in coal (W) and products of its burning (Z – slag, P₁ – volatiles ash, P_k – chimney ash) from the Łagisza power plant (on the basis of data given in J.M. Pacyna (9)).

węgla może być przykładem takiego pojmowania roli geochemii w omawianym przedmiocie.

ZAKRES I METODYKA BADAŃ

Przedmiotem badań geochemicznych były węgle złoża Chełm Lubelskiego Zagłębia Węglowego, reprezentujące pokłady warstw lubelskich i kumowskich. Analizie chemicznej poddano 219 próbek wiertniczych, pochodzących z 13 otworów dokumentowanego złoża (11). Próbkę popiołów węgla przygotowano w Górnośląskiej Stacji Instytutu Geologicznego w Sosnowcu, zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w Geological Survey Circular 735 (14).

Ołów w popiołach węgla oznaczano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej oraz metodą polarograficzną. Szczegółowe wyniki analiz chemicznych zamieszczono w sprawozdaniu przekazanym do Instytutu Geologii (8) oraz w pracy dyplomowej H. Parzenteo (10).

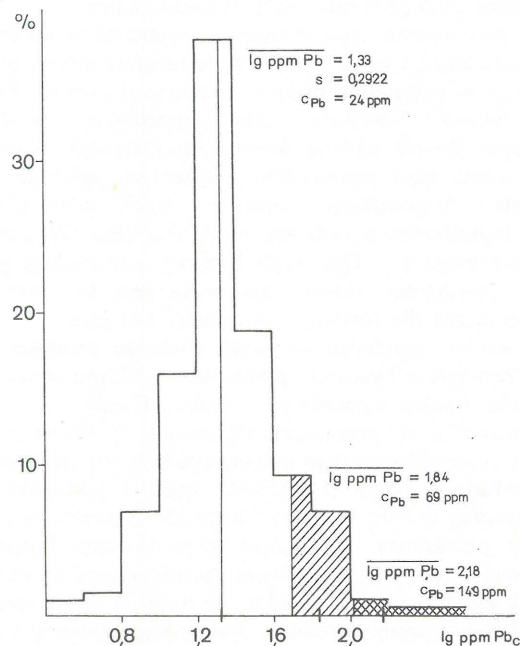
WYNIKI BADAŃ

Praca dotyczyła następujących kwestii:

- 1) oceny przeciętnych zawartości ołowiu w węglach i popiołach węgla;
- 2) udziału w złożu Chełm węgla o podwyższonej i wysokiej koncentracji tego pierwiastka;
- 3) dystrybucji ołowiu pomiędzy frakcją organiczną i nieorganiczną węgla;
- 4) oceny badanych węgla w aspekcie ekologicznym.

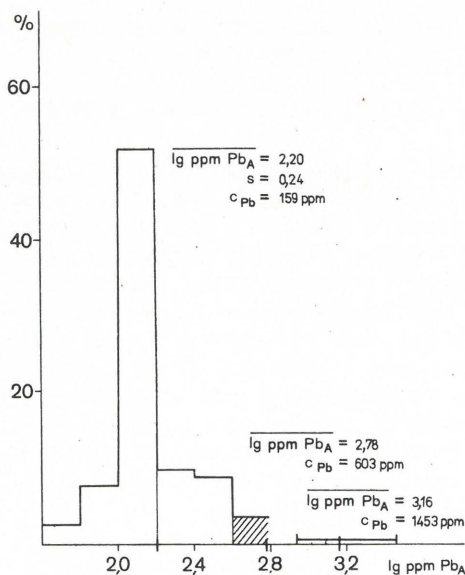
Z wyników przeprowadzonych oznaczeń chemicznych obliczono następujące dane dotyczące częstości występowania ołowiu w węglach i popiołach węgla złoża Chełm:

- a) dla węgla wynoszą one od 2 do 270 ppm, przy średniej arytmetycznej $\bar{x}_a = 27$ ppm, średniej geometrycznej $\bar{x}_g = 21$ ppm i współczynniku zmienności 93%;
- b) dla popiołu: od 20 do 1620 ppm, przy średniej arytmetycznej $\bar{x}_a = 193$, średniej geometrycznej $\bar{x}_g = 159$ i współczynniku zmienności 96%.



Ryc. 2. Rozkład częstości (%) stężenia ołowiu (log ppm) w popiołach węgla złoża Chełm.

Fig. 2. Distribution of frequency (in %) of concentrations of lead (in log ppm) in ashes of coals from the Chełm deposit.



Ryc. 3. Rozkład częstości (%) stężenia ołowiu (log ppm) w węglach złoża Chełm.

Fig. 3. Distribution of frequency (in %) of concentrations of lead (in log ppm) in coals from the Chełm deposit.

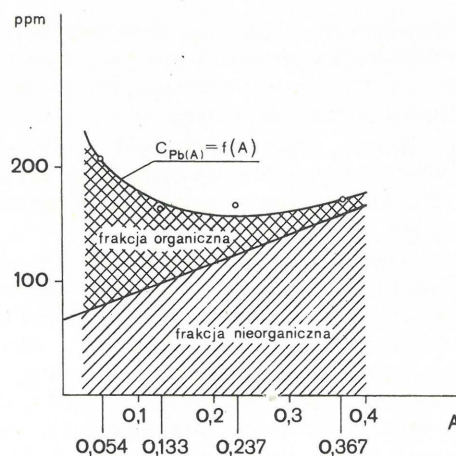
Analiza rozkładu częstości stężeń za pomocą testu χ^2 wykazała, że tylko w odniesieniu do węgla rozkład jest zbliżony do typu logarytmiczno-normalnego. Wartości średnich geometrycznych są natomiast zbliżone do wartości modalnych. Z tego względu do oceny przeciętnych stężeń ołowiu w węglach i popiołach węgla złoża Chełm przyjęto średnie geometryczne. Na ryc. 1 i 2 przedstawiono diagramy rozkładów częstości ołowiu, odpowiednio dla węgla i popiołu.

J.E. Judowicz (3) jako wartość przeciętną dla wszystkich węgla świata przyjmuje stężenie ołowiu w popiołach na poziomie 410 ppm, zaś V. Bouška (1) za Krajci-Grafem przytacza 1000 ppm jako stężenie maksymalne.

Z porównania tych danych z wynikami uzyskanymi dla węgla złoża Chełm wynika, że te ostatnie można uznać za węgle o przeciętnie niskiej koncentracji ołowiu. Także w porównaniu z węglami GZW, o przeciętnej zawartości 246 ppm Pb (2) badane węgle charakteryzują się niską zawartością tego pierwiastka. Najbardziej zbliżone pod względem koncentracji ołowiu do węgla złoża Chełm są w najbliższym sąsiedztwie węgle Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego (1). Dla węgla formacji karwińskiej przeciętna zawartość ołowiu szacowana jest na poziomie 160 ppm, zaś dla formacji ostrawskiej 140 ppm.

Z analizy przebiegu krzywych rozkładu częstości wynika, że węgle o wysokich zawartościach ołowiu występują w złożu Chełm stosunkowo rzadko. Częstotliwość ich występowania nie przekracza 5% (ryc. 2, 3). Węgle o wysokich zawartościach tego pierwiastka przypominają węgle westwalskie z NRD (1). Udział węgla o podwyższonej koncentracji ołowiu w złożu Chełm jest znacznie wyższy, ale nie przekracza 10% ogólnej częstotliwości. Węgle te pod względem zawartości ołowiu charakteryzują się wyższą jego koncentracją w stosunku do węgla w skali świata.

Z kolei oceniono ilościowo dystrybucję ołowiu w węglu pomiędzy częścią organiczną i nieorganiczną. Metodą opracowaną przez jednego ze współautorów (7) wyznaczono ten rozkład, a uzyskane wyniki przedstawiono na ryc. 4. Posługując się średnią całkowitą funkcji $C_A = f(A)$, wyrażającej zależność stężenia pierwiastka w popiele od



Ryc. 4. Udział frakcji organicznej i nieorganicznej w rozkładzie zależności stężenia ołowiu w popiele od popiołowości węgla.

Fig. 4. Shares of organic and inorganic fractions in distribution of dependence of lead concentration in ash on content of ash in coals.

popiołowości węgla ustalono następujący rozkład ołowiu: przy średniej całkowitej $\bar{x}_c = 159$ ppm (bardzo zbliżonej do średniej geometrycznej!) 37 ppm przypada na część organiczną, stanowiąc 23% ogólnej zawartości, natomiast 121 ppm przypada na część nieorganiczną, co odpowiada 77% ogólnej zawartości pierwiastka. Tak więc, udział ołowiu genetycznie związanego z substancją organiczną w badanych węglach jest stosunkowo niski. Fakt ten należy ocenić jako ekologicznie korzystny, gdyż stopień wzbogacenia popiołów kominowych w pierwiastki śladowe jest głównie uzależniony od ich genetycznego powiązania z substancją organiczną.

WNIOSKI

1. Węgle złoża Chełm charakteryzują się względnie niskimi zawartościami ołowiu.
2. Udział węgla o podwyższonej i wysokiej koncentracji ołowiu w całym złożu jest niewielki (poniżej 10%).
3. Ołów w badanych węglach związany jest w przeważającej mierze z substancją nieorganiczną.
4. Z przeprowadzonej analizy rozkładu częstości występowania węgla o podwyższonej i wysokiej koncentracji ołowiu oraz jego rozkładu pomiędzy frakcję organiczną i nieorganiczną, węgle złoża Chełm można uznać za surowce energetyczne stosunkowo mało uciążliwe dla środowiska.

LITERATURA

1. Bouška V. — Geochemistry of Coal, Academic, Prague 1981.
2. Cebulak S. — Geochemia węgla i komputeryzacja danych węglowych. Praca niepublikowana, IG Sosnowiec 1979.
3. Judowicz J.E. — Geochemija iskopajemych uglej (nieorganiczeskije komponenty), Izdat. „Nauka”, Leningrad 1978.
4. Kucharski R., Marchwińska E., Gzyl J. — Ocena narażania ludności na spożycie ołowiu i kadmu na podstawie zawartości tych metali w warzywach. Człowiek i Środowisko 1982 nr 6.
5. Kuhl J. — Substancja mineralna w węglu. Prz. Gór. 1980 nr 2.
6. Marchwińska E., Kucharski R. — Reak-

- cje wybranych gatunków roślin na jednocześnie działanie zanieczyszczeń gazowych i pyłu, Bioindykacja Skażeń Przemysłowych i Rolniczych. PAN Oddział we Wrocławiu, Komisja Nauk o Ziemi, 1983.
7. Marczak M. — Theoretical Principles of the Relationship between Element Concentration in Ashes and Ash Content in Coals. Chemical Geology 1984 (w druku).
 8. Marczak M. i in. — Określenie geochemicznych składników węgla pod kątem pełnej utylizacji i ochrony środowiska. Cz. I — Nieorganiczna. Praca niepublikowana, Instytut Geologiczny 1978.
 9. Pacyna J.M. — Elektrownie węglowe jako źródła skażenia środowiska metalami i radionuklidami. Pr. Nauk. Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska, Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1980.
 10. Parzenty H. — Geochemiczna i ekologiczna ocena węgla złoża Chełm o podwyższonej zawartości cynku i ołowiu. Praca magisterska, Wydz. Nauk o Ziemi. U. Śl. 1983.
 11. Porzycki J. — Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego „Chełm”, Cz. I, CUG, IG Oddział Górnośląski, Sosnowiec, 1974.
 12. Praca zbiorowa — Określenie wpływu warunków regionu przemysłowego na biologię człowieka oraz rozwój świata zwierzęcego i roślinnego, Materiały Ogólnopolskiego Seminarium, Uniwersytet Śląski Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, 1980.
 13. Rocznik Statystyczny, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 1982.
 14. Swanson V.E., Huffman C., Jr — Guidelines for Sample Collecting and Analytical Methods Used in the U. S. Geological Survey for Determining Chemical Composition of Coal, Geological Survey Circular 735, 1976.

SUMMARY

The paper presents results of chemical analyses of 219 coal samples from the Chełm deposit (Lublin Coal

Basin). Content of lead in ashes was estimated by the method of atomic absorption spectrometry. Distribution of frequency of lead concentrations shows that the bulk of coals are characterized by low (160 ppm) concentrations of that element as recounted into ash, and the share of coals with increased (600 ppm) and high (1400 ppm) concentrations of lead is relatively low (below 10%). The analysis of dependence of concentrations of lead in ash on ash content in coal showed that this element is genetically mainly related to inorganic matter (77%), rather than to the organic (23%).

The results of the studies showed that coals from the Chełm deposits are of minor importance as a hazard for the environment when used as energy raw materials.

РЕЗЮМЕ

Проведен химический анализ 219 образцов углей из месторождения Хелм (Люблинский угольный бассейн). Методом абсорбционной атомной спектрометрии было определено содержание свинца в золах. Распределение частоты концентрации показало, что исследованные угли характеризуются в среднем низким (160 ппм) содержанием этого элемента в пересчете на золу, а угли с повышенной (600 ппм) и высокой (1400 ппм) концентрацией свинца выступают относительно редко (ниже 10%). На основании зависимости концентрации свинца в золе от зольности угля было определено, что этот элемент генетически связан прежде всего с неорганическим веществом (77%), в значительно меньшей степени (23%) с органическим веществом.

На основании представленных результатов исследований месторождения Хелм определено, что эти угли являются мало тягостными для среды, в случае их применения в качестве энергетического сырья.