

CHARAKTERYSTYKA GEOCHEMICZNA UTWORÓW SPĄGOWYCH CECHSZTYNU Z REJONU MONOKLINY PRZEDSUDECKIEJ

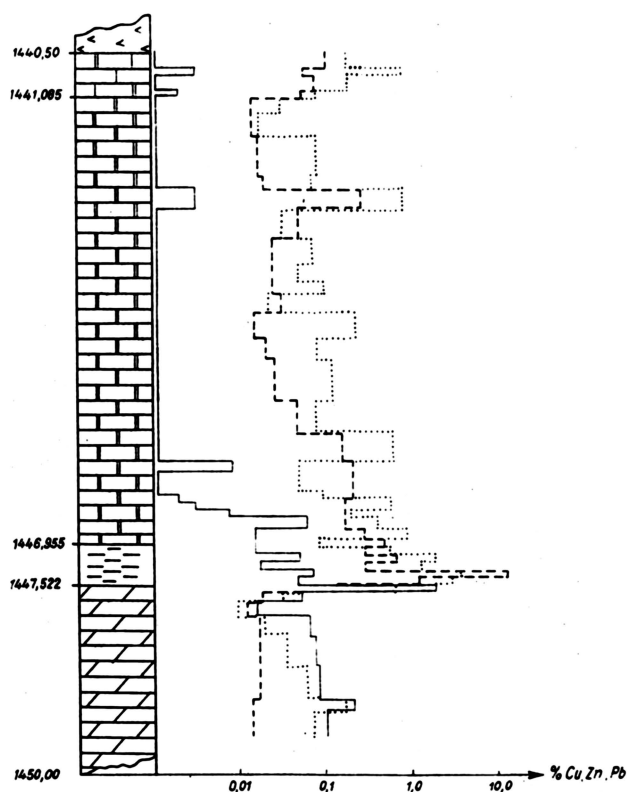
UKD 550.423:546.4/5 + 546.7/8:551.736.3:553.43'3'9.068.22(438—14)

W celu uchwycenia różnic między osadami dolnego cechsztynu z rejonu monokliny przedsudeckiej a utworami spągowymi tego okresu z innych obszarów Polski, wykonano badania geochemiczne osadów monokliny, pod kątem występowania szeregu pierwiastków śladowych: Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mo, V, Ag. Przebadane przez autorkę (10) profile z rejonu przedsudeckiego złoża miedzi i z rejonu perykliny Żar wykazały różny stopień koncentracji niektórych faz krystalicznych i współwystępujących pierwiastków śladowych. Wyniki tych badań potwierdziły sugestie innych badaczy: H. Schneiderhöhna (8), K. K. Turekiana, K. H. Wedepohla (9) co do formy ich występowania w wyniku izomorficznych podstawień, adsorpcji lub w postaci własnych minerałów. Stwierdzono również wiele zależności łączących poszczególne pierwiastki, co można tłumaczyć analogią własności chemicznych i możliwością izomorficznych podstawień lub mechanizmem procesów zachodzących w środowisku sedymentacji. Koncentracja tych pierwiastków jest wówczas funkcją litologii osadów: piaskowców, łupków, węglanów.

Badania geochemiczne utworów dolnego cechsztynu z rejonu monokliny przedsudeckiej objęły strop poziomu piaskowcowego białego spągowca, dolny poziom wapienia werry, poziom łupku miedzionośnego i spąg górnego poziomu wapieni i dolomitów werry. Materiały do badań pochodzą z otworów wiertniczych Instytutu Geologicznego (18 otworów) i Zjednoczenia Przedsiębiorstw Poszukiwań Naftowych (11 otworów).

Przeanalizowano rozkład głównych metali mineralizujących poziom werry: miedzi, ołowiu i cynku, które zostały oznaczone we wszystkich badanych profilach, oraz towarzyszących im metali rzadkich, takich jak: nikiel, kobalt, molibden, wanad, srebro, które analizowano jedynie w próbkach z otworów Instytutu Geologicznego. W zbadanych dotychczas osadach cechsztynu stwierdzano zawsze obecność tych pierwiastków, a niekiedy znaczną ich koncentrację, szczególnie w poziomie łupku miedzionośnego dolnego cechsztynu. Omawianą grupę pierwiastków prześledzono zarówno w profilach pionowych, jak i w przestrzenieniu poziomym.

Poszczególne pierwiastki oznaczono metodami



Ryc. 1. Profil geochemiczny utworów dolnego cechsztynu z otworu wiertniczego M-1 Lipowiec.

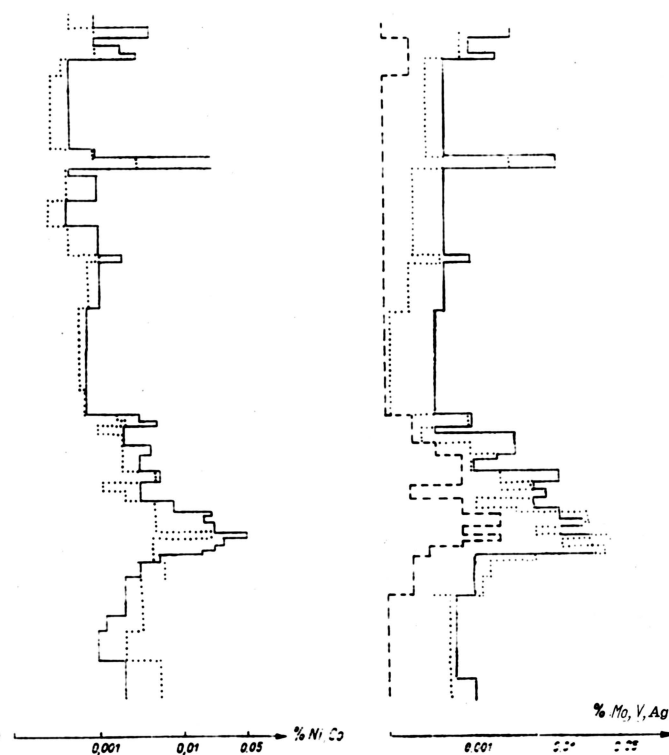


Fig. 1. Geochemical profile of Lower Zechstein deposits from the M-1 Lipowiec borehole.

spektralnej analizy emisyjnej, z wyjątkiem miedzi i srebra, które — w określonych interwałach głębokości niektórych profilów — zbadano ponadto metodami chemicznymi. Analizy poszczególnych pierwiastków wykonano w Laboratorium PG w Krakowie, w Laboratorium Głównym IG oraz w Zakładzie Petrografii, Mineralogii i Geochemii IG.

ZRÓŻNICOWANIE PIONOWE

Rozmieszczenie badanych pierwiastków w różnych seriach litologicznych osadów werry z omawianych otworów wiertniczych opisano oddzielnie dla każdego z nich.

Miedź. W rejonie strefy przedsudeckiej miedź występuje w ilościach dość dużych, przekraczających niekiedy znacznie — cytowane przez różnych autorów — wartości klarkowe. Charakterystyczna dla tego pierwiastka jest duża zmienność koncentracji zarówno w rozprzestrzenieniu pionowym, jak i regionalnym.

W uzyskanych wynikach zwraca uwagę duże różnicowanie zawartości miedzi w poszczególnych seriach litologicznych. Wyraźnie zwiększoną koncentrację tego pierwiastka wykazują warstwy łupków ilastych z poziomu łupku miedzionośnego i dolomitów ilastych. Osady te tworzyły się w strefach redukcyjnych basenu sedimentacyjnego, gdzie dominującą rolę w kumulowaniu się miedzi odegrały procesy sorpcji na materiale ilastym i substancji organicznej. Dane eksperymentalne M. F. Kaszycowej (5) wykazały, że sorpcja miedzi przez organiczne i mineralne sorbenty przebiega nawet w bardzo rozrzedzonych roztworach o różnych wartościach pH.

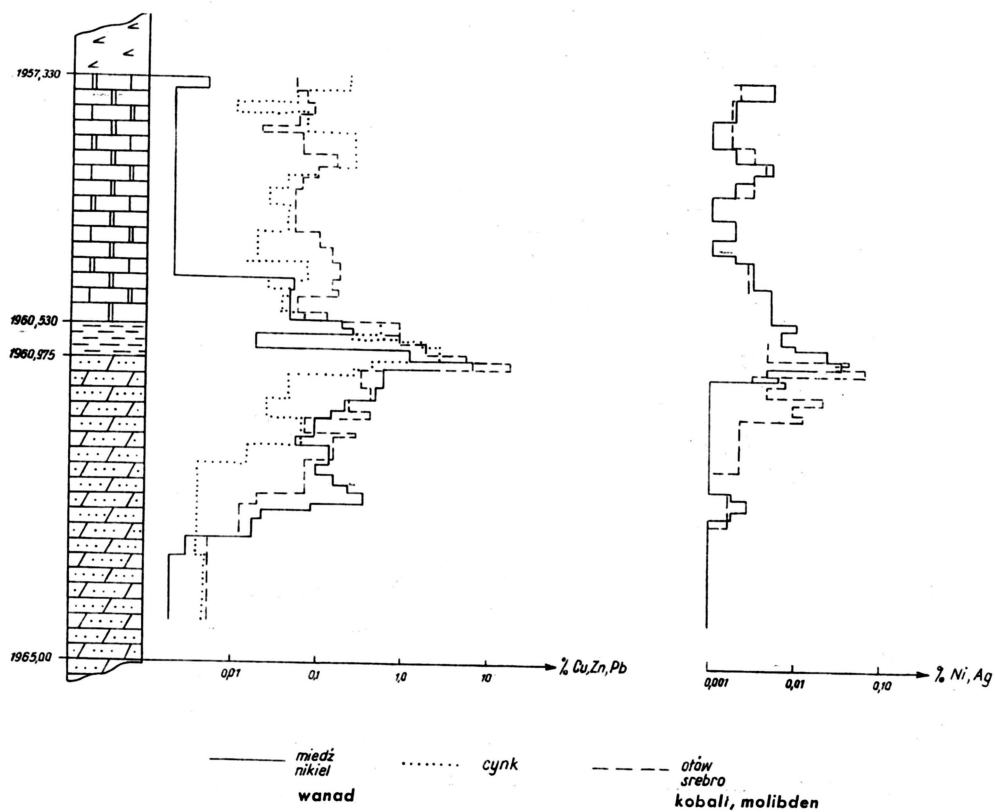
Wielkość sorpcji zależy od ilości miedzi w roztworze, od szybkości ruchu roztworu i od całkowitego zakłócenia dyfuzji. Sorbenty mineralne, jak: piaskowce, substancja ilasta, skalenie, kwarc mają współczynnik sorpcji dziesięciokrotnie mniejszy niż cząstki organiczne. W piaskowcach notuje się na ogół spadek zawartości miedzi (ryc. 1), chociaż w niektórych profilach stropowe piaskowce (niekiedy zle-

pieńce) są wyraźnie zmineralizowane miedzią (ryc. 2). Najniższe zawartości miedzi, zbliżone do wartości z terenu Polski Północnej, zanotowano w profilach ze strefy utlenionej monokliny przedsudeckiej i w profilach, w których nie występuje łupek miedzionośny (ryc. 3). Należy to tłumaczyć brakiem odpowiednich warunków dla kumulowania się tego pierwiastka w osadach będących ekwiwalentem poziomu łupku miedzionośnego.

Cynk, ołów. W omawianych utworach dolnego cechsztynu pierwiastki te koncentrują się wyraźnie w skałach węglanowych i dolomitach ilastych, będących ekwiwalentem poziomu łupku miedzionośnego. W koncentrowaniu się obu pierwiastków zaznacza się wyraźna strefowość, niezgodna ze strefami koncentracji miedzi. Różnicowanie w pionowym rozmieszczeniu cynku, ołowiu i miedzi w omawianym obszarze (podobne do obserwowanego w złożu miedzi) jest wynikiem różnic w rozpuszczalności ich siarczków. Jako jedne z pierwszych wytrącają się siarczki miedzi, a jako jedne z ostatnich — siarczki ołowiu oraz cynku i to jest powodem gromadzenia się obu tych metali w wyższych częściach osadów.

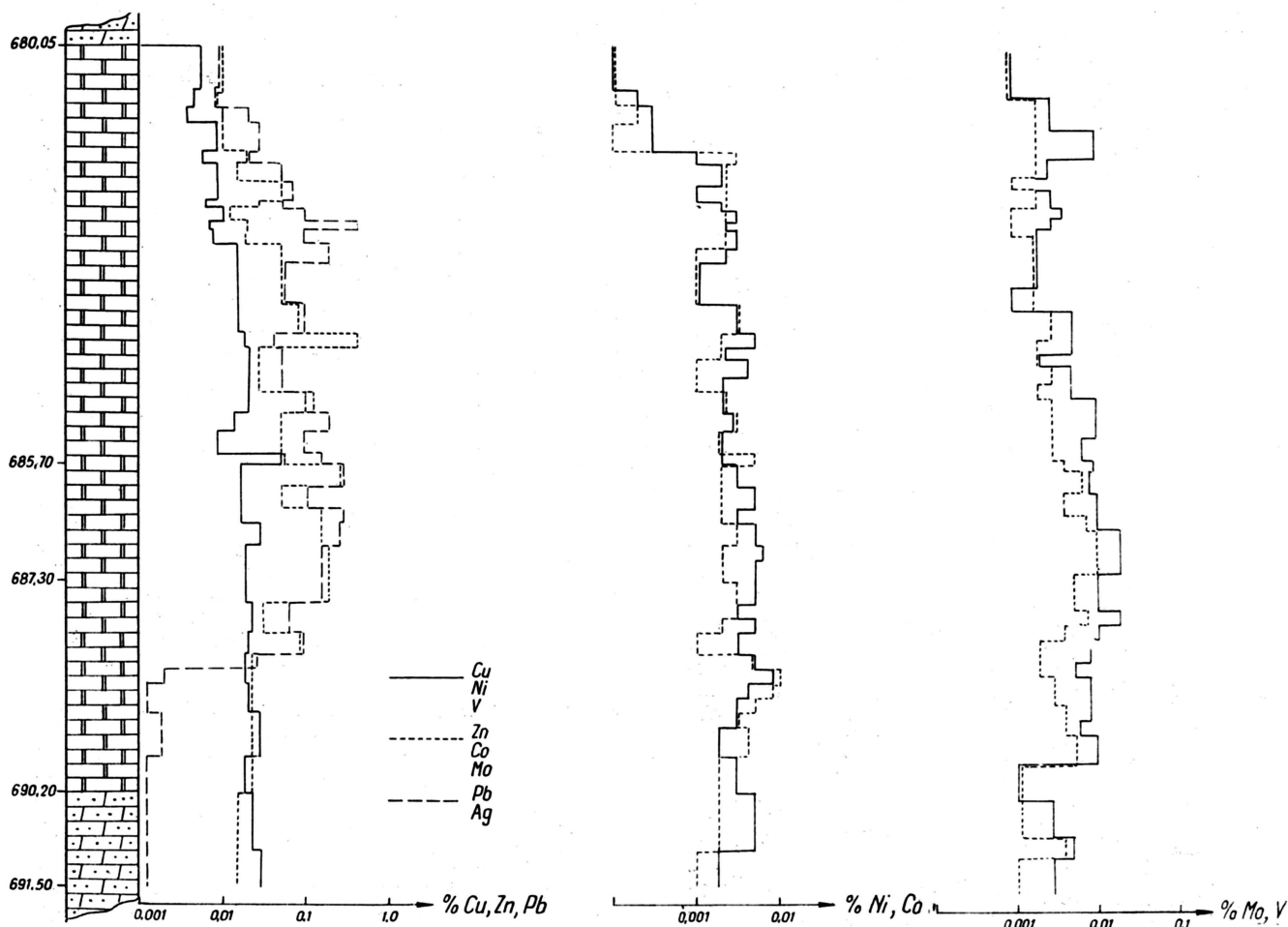
W profilach pionowych (ryc. 1, 2, 3) obserwuje się wyraźny wzrost koncentracji cynku i ołowiu od spągu do stropu profilu, przy czym strefa podwyższonej koncentracji ołowiu zaczyna się na ogół od stropu osadów ilastych, łupkowych (jeśli takie występują), natomiast dla cynku — ponad strefą optymalnych warunków dla precypitacji ołowiu. Średnie koncentracje cynku i ołowiu w omawianym rejonie znacznie przekraczają cytowane w literaturze zawartości klarkowe i wahają się w dość szerokim zakresie stężeń.

Najwyższe koncentracje stwierdzono w otworach usytuowanych po upadzie złoża Lubin — Sieroszowice (są to otwory: Gawrony IG-1: Zn — 0,214—0,474‰, Pb — 0,618—2,352‰; Ślawa IG-1: Zn — 0,08—1,39‰, Pb — 0,112—1,83‰; Lipowiec IG-1: Zn — 0,13—2,13‰, Pb — 0,05—1,06‰) i w rejonie Wrocławia (W-17: Zn — 0,240—0,381‰, Pb — 0,105—0,538‰; W-13: Zn —



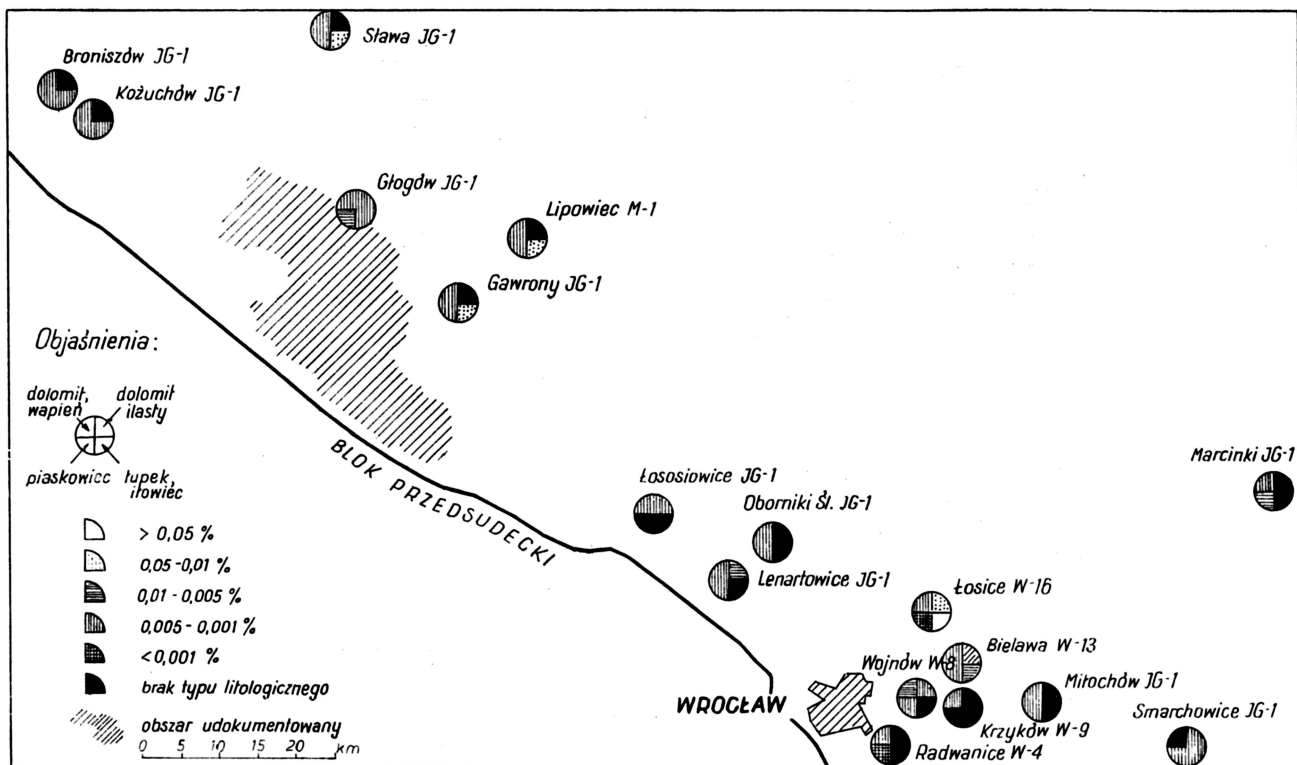
Ryc. 2. Profil geochemiczny utworów dolnego cech-sztynu z otworu wiertniczego Sława IG-1.

Fig. 2. Geochemical profile of Lower Zechstein de-posits from the Sława IG-1 borehole.



Ryc. 3. Profil geochemiczny utworów dolnego cech-sztynu z otworu wiertniczego Lenartowice IG-1.

Fig. 3. Geochemical profile of Lower Zechstein de-posits from the Lenartowice IG-1 borehole.



Ryc. 4. Szkic sytuacyjny otworów i koncentracje niklu (Ni).

Fig. 4. Location of boreholes and concentrations of nickel (Ni).

0,229–0,254‰, Pb — 0,5‰; W-8: Zn — 0,050–0,253‰, Pb — 0,047–0,238‰).

W profilach ze strefy utlenionej i brzeżnej zawartości Zn i Pb są znacznie niższe, chociaż przekraczają wartości klarkowe podane w literaturze dla skał osadowych. W piaskowcach spągowych serii werra obserwuje się dość nagły spadek koncentracji cynku i ołowiu. Występowanie śladów cynku i ołowiu w piaskowcach w pewnym stopniu może być związane z ewentualną obecnością w materiale klastycznym inkluzji siarczków: sfalerytu i galeny, a częściowo także z sorpcją jonów obu metali przez koloidalne produkty wietrzenia i hydrolizy. Pewne podwyższenie koncentracji, obserwowane w niektórych partiach tych osadów, zwłaszcza w rejonie występowania osadów facji łupku miedzionośnego, wiąże się przypuszczalnie z wtórnym nagromadzeniem siarczków tych metali.

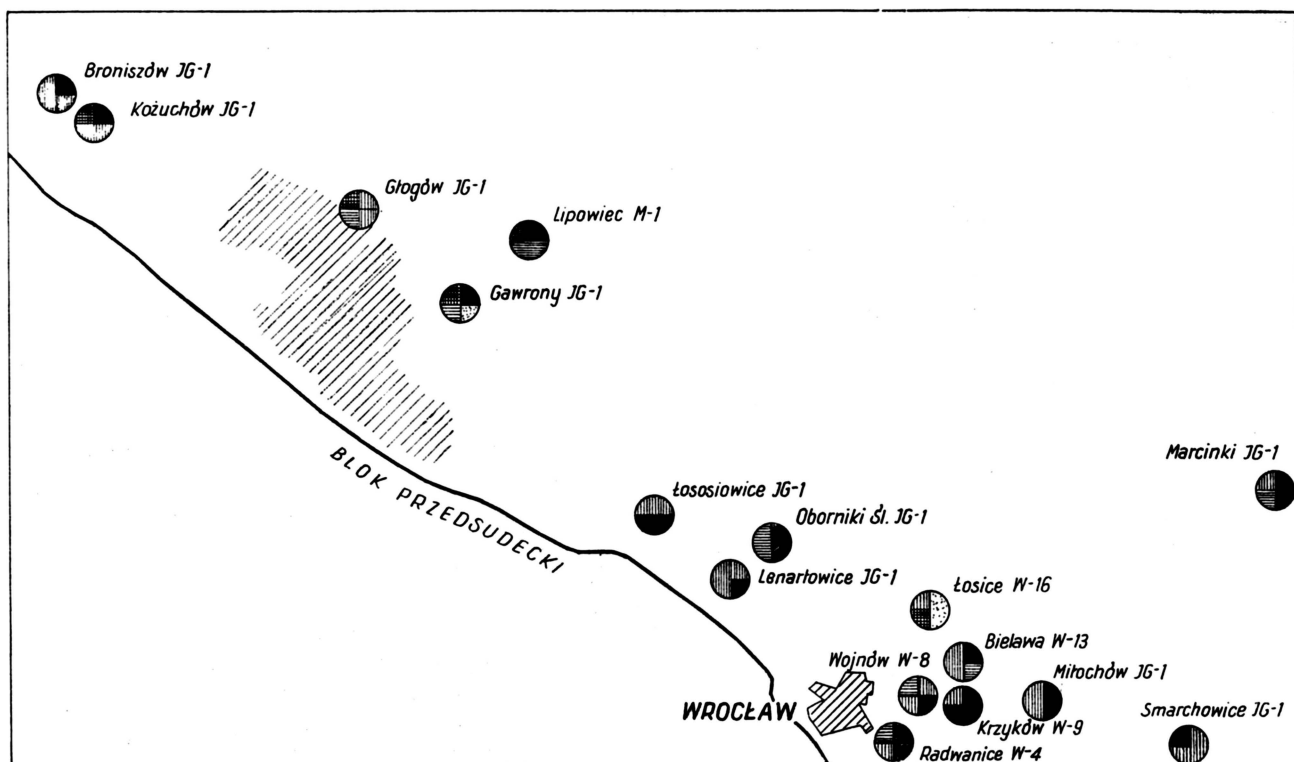
Nikiel. Pierwiastek ten jest stałym składnikiem osadów dolnocechsztyńskich, w których — z wyjątkiem piaskowców — osiąga wartości wyższe od klarkowych, zwłaszcza w profilach z wykształconym w facji redukcyjnej poziomem łupku miedzionośnego. Dotyczy to zwłaszcza otworów usytuowanych w północnej części przedpola złoża miedzi (ryc. 1, 2) oraz niektórych profili z rejonu Wrocławia, w których występują także wysokie koncentracje miedzi.

W warunkach redukcyjnych, przy znacznym stężeniu niklu w roztworach, może dojść do wytrącania się własnych faz mineralnych. Zjawisko takie obserwuje się w łupkach bitumicznych z rejonu złoża miedzi. Można przypuszczać, że występująca w wielu punktach profilu korelacja między miedzią i nikiem związana jest z tworzeniem się izomorficznych domieszek minerałów siarczkowych niklu w siarczkach miedzi (10). Zależność w rozmieszczeniu tego pierwiastka od typu litologicznego osadów najwyraźniej uwidacznia się w profilach z rejonu Wrocławia, gdzie zmiana koncentracji niklu odzwierciedla stopień zależenia osadu. Tę ścisłą zależność koncentracji niklu — podobnie jak i pozostałych badanych pierwiastków — od substancji ilastych tłumaczy się sorpcją metali przez minerały ilaste. Znaczną rolę w akumulacji tego pierwiastka odgrywa również biofaza.

Dużą zmienność w koncentracji niklu obserwuje się w profilach usytuowanych po upadzie złoża miedzi (ryc. 1, 2), gdzie występuje jego korelacja z miedzią. Może to świadczyć o nieco odmiennym wykształceniu geochemiczno-facjalnym tych osadów w stosunku do osadów z rejonu Wrocławia. Odmienność ta jest funkcją zmian parametrów fizyczno-chemicznych środowiska sedimentacji, morfologii dna, głębokości i odległości od brzegu basenu sedimentacji, zasolenia oraz indywidualnego charakteru osadów i pierwiastków uczestniczących w precypitacji.

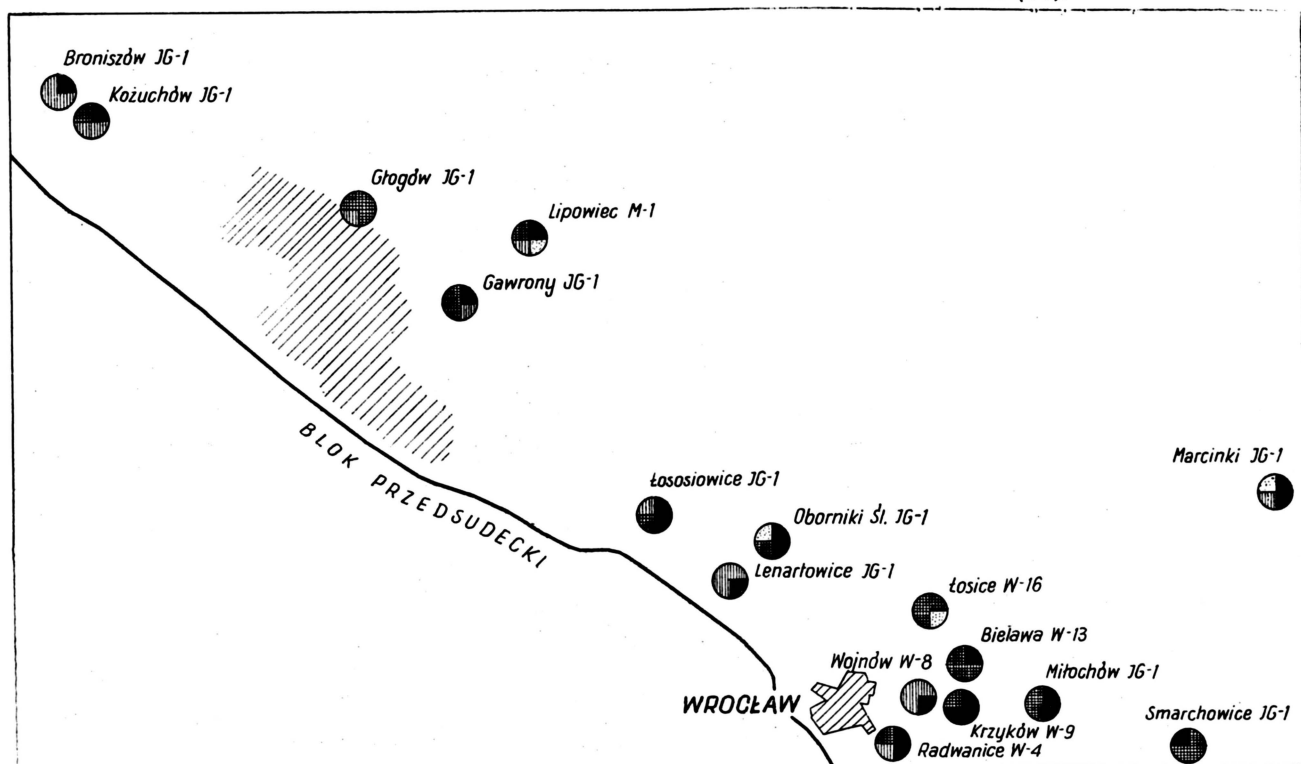
Kobalt. W badanych utworach obserwuje się znacznie wyższe średnie zawartości kobaltu (podobnie jak niklu) od klarkowych, zwłaszcza w profilach, w których występuje poziom łupku miedzionośnego. Na ogół obserwuje się ścisłą zależność kobaltu od niklu, zwłaszcza w osadach wykształconych w warunkach redukcyjnych, gdzie dochodzi niekiedy do znacznych koncentracji kobaltu (powyżej 0,01‰ Co). Mechanizm tych kumulacji jest taki sam jak dla niklu, tj. zachodzą procesy sorpcji przy udziale substancji ilastych i bitumicznych.

Analizując pionowy rozkład kobaltu w poszczególnych profilach stwierdza się na ogół zgodność z nikiem, uwarunkowaną pokrewieństwem geochemicznym tych pierwiastków. W pewnych interwałach głębokości największą koncentrację wykazuje kobalt, zwykle jest tak w osadach węglanowych o wyższej zawartości manganu. Częściej obserwuje się to w strefach, gdzie nie występuje łupek wykształcony w facji redukcyjnej (11). W omawianym rejonie dotyczy to osadów wykształconych w facji utlenionej, tj. stwierdzonych w otworach: Broniszów IG-1, Kozuchów IG-1, Lenartowice IG-1 (ryc. 3). Potwierdza to hipotezę o osadzeniu się tych utworów w facji odmienniej od tej, w której wykształciły się osady rejonu Wrocławia i północnego przedpola złoża miedzi (7). W piaskowcach stwierdza się niekiedy wyższe zawartości kobaltu niż w osadach węglanowych. Dotyczy to zwłaszcza profili występujących na obrzeżeniu stref o podwyższonej mineralizacji Cu — Pb — Zn. Obecność kobaltu w piaskowcach, podobnie jak niklu, związana jest z występowaniem minerałów ciężkich.



Ryc. 5. Szkic sytuacyjny otworów i koncentracja kobaltu (Co).

Fig. 5. Location of boreholes and concentrations of cobalt (Co).

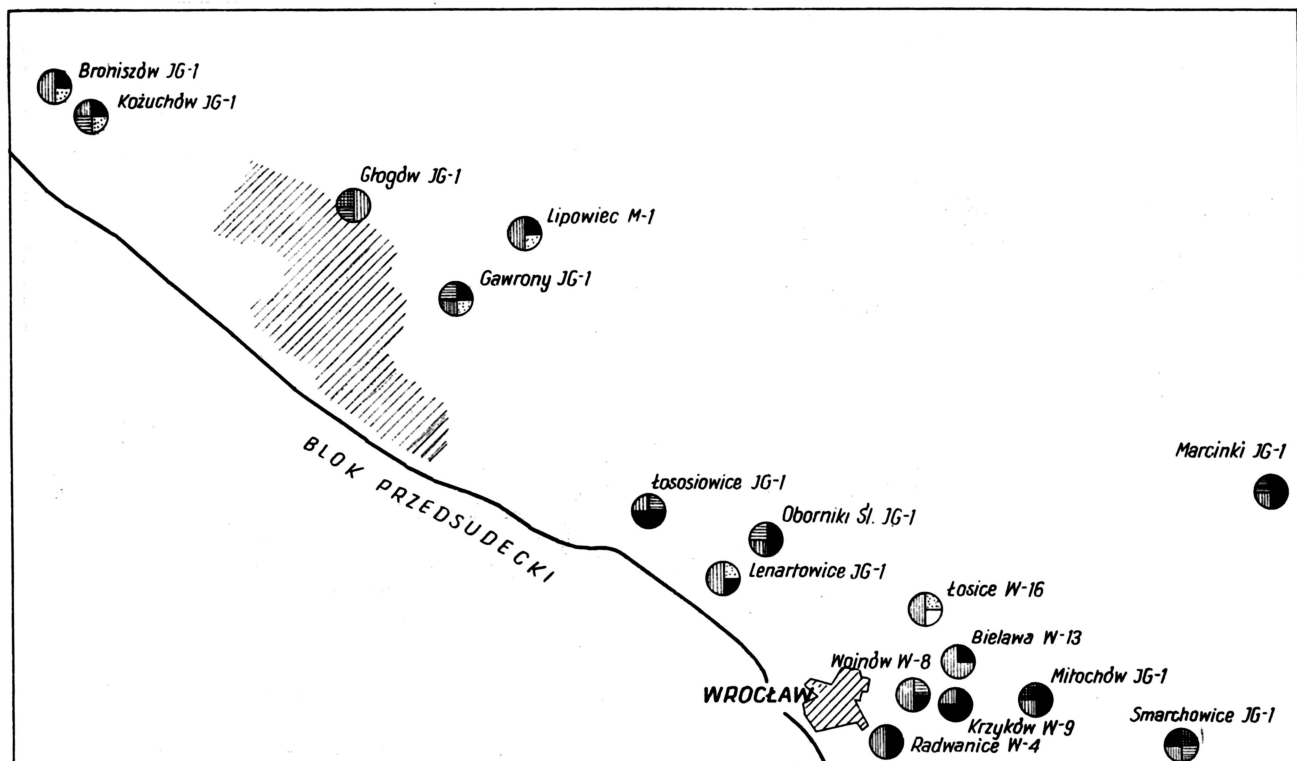


Ryc. 6. Szkic sytuacyjny otworów i koncentracja molibdenu (Mo).

Fig. 6. Location of boreholes and concentrations of molybdenum (Mo).

Wanad. Występuje w przyrodzie na kilku stopniach utlenienia. Dzięki swym redokсовym właściwościom jest pierwiastkiem wybitnie biofilnym i uczestniczy aktywnie w procesach hipergenicznym. Powyższe czynniki sprawiają, że w skałach osadowych — wykształconych w strefach redukcyjnych — występują z reguły podwyższone w stosunku do klarku (108 ppm) stężenia wanadu.

W przebadanych materiałach średnia zawartość wanadu waha się od śladów do 500 ppm (0,05% V). Pierwiastek ten cechuje największe zróżnicowanie koncentracji, zależnie od charakteru litologicznego skały, od jej składu mineralnego i od ilości zawartych w niej substancji organicznych. Maksymalna koncentracja wanadu występuje w osadach ilastych, mniejsza — w osadach piaszczowych i węglano-



Ryc. 7. Szkic sytuacyjny otworów i koncentracja wanadu (V).

Fig. 7. Location of boreholes and concentrations of vanadium (V).

wych (ryc. 1). W osadach wykształconych w facji redukcyjnej, zawierających bituminy i substancje organiczne, koncentracje wanadu są najwyższe (0,05%). W profilach ze strefy utlenionej, w zachodniej części monokliny przedsudeckiej, obserwuje się w niektórych otworach wiertniczych (Broniszów IG-1, Koźuchów IG-1) wysokie zawartości wanadu (0,03%), chociaż warunki sedimentacji tych osadów różniły się znacznie od warunków powstawania osadów wykształconych w facji łupku miedzionośnego. Fakt ten można wytłumaczyć jedynie obecnością substancji ilastej oraz znaczną ilością tlenków żelaza w tych osadach. W rozmieszczeniu pionowym wanadu zwraca uwagę dość duża zmienność i korelacyjna zależność wanadu od niklu, molibdenu i miedzi, zwłaszcza w profilach z północnego skłonu złoża miedzi (ryc. 1).

Molibden. Przeciętne zawartości kłarkowe, podane w literaturze, dla molibdenu są bardzo niskie. A. P. Winogradow (12) podaje dla skał osadowych zawartość 0,0004% Mo. Wartości uzyskane dla badanych osadów wszystkich typów litologicznych są wyższe od cytowanych w literaturze średnich. Wahają się one od 0,0000—0,0140% Mo. Najwyższą wartość zanotowano w otworze wiertniczym Lipowiec (ryc. 1), w osadach łupku ilasto-dolomityczno-wapnistego, z wyjątkowo wysoką zawartością Zn (2,12%) i Pb (1,065%) oraz znaczną zawartością Ni (0,022%), V (0,015%) i Co (0,008%). Podobny fakt zarejestrowano w profilu Marcinki IG-1 i Oborniki Śląskie IG-1, gdzie w dolomitach wzbogaconych w Zn i Pb stwierdzono nawet wyższe, bo wynoszące 0,024% i 0,020%, zawartości Mo i znaczną koncentrację wanadu — 0,010%. Obydwa te fakty mają przypuszczalnie związek ze znaczną domieszką frakcji ilastej i substancji organicznej w omawianych osadach.

Wyraźny wzrost zawartości molibdenu, skorelowany z podwyższoną koncentracją wanadu i mineralizacją Zn — Pb, obserwuje się w osadach węglanowych z wierceń wyznaczających północny kontur badanego obszaru. W poziomach ilastych natomiast widoczna jest wyraźna korelacja molibdenu z miedzią. Koncentracja molibdenu w łupkach poziomu miedzionośnego omawianego rejonu ma ten sam charakter jak w rejonie złoża miedzi, gdzie znaczna część mo-

libdenu występuje we własnych fazach krystalicznych tworzących przerosty w minerałach kruszcowych.

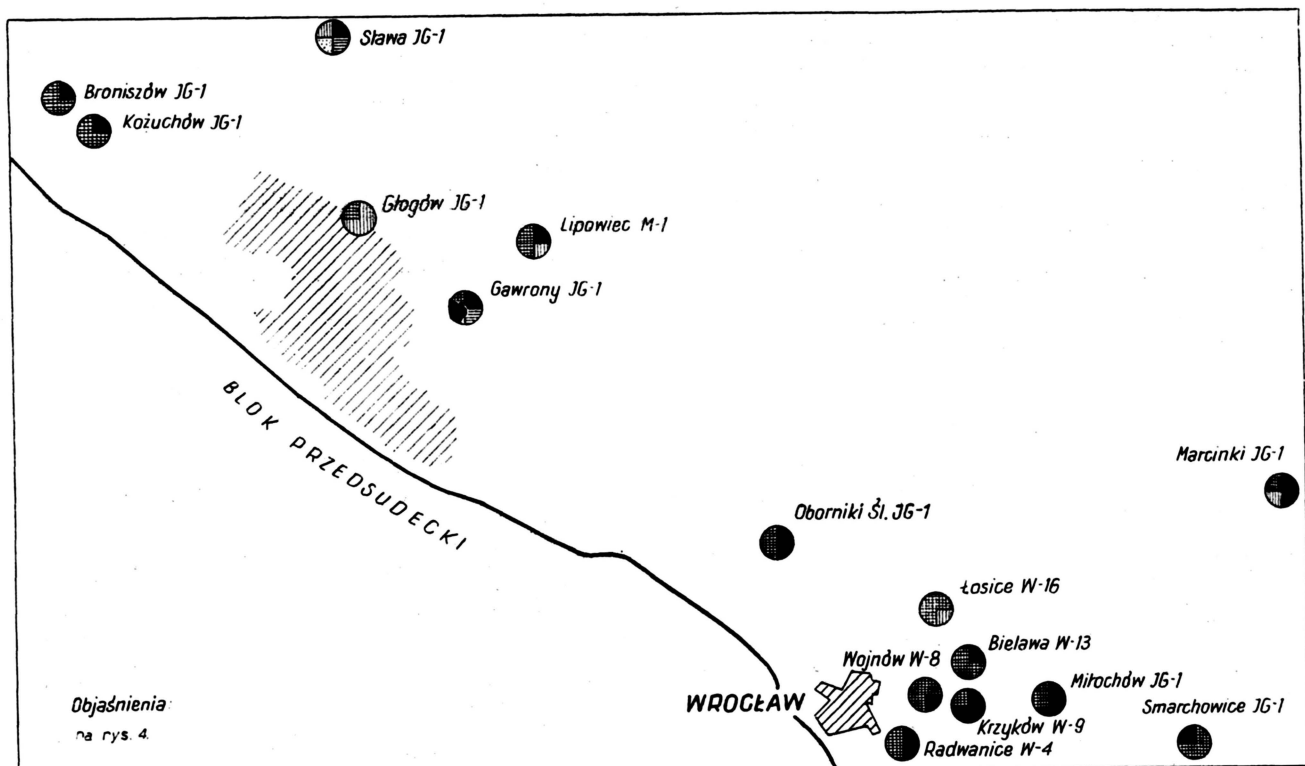
Srebro. Według H. J. Röslera i H. Lange (6), przeciętna zawartość srebra w skałach osadowych wynosi około 0,07—0,1 ppm. Ślady srebra w piaskowcach i łupkach mogą być rezultatem występowania w materiale klastycznych inkluzji zawierających srebro lub adsorpcje jonów srebra na minerałach ilastych i materiale organicznym.

W badanych utworach srebro na ogół występuje w ilościach śladowych, z wyjątkiem profili z wykształconym poziomem łupku miedzionośnego. Pozostaje to w związku z redukcyjnym charakterem środowiska sedimentacji tych osadów, któremu należy przypisać znacznie wyższe — od kłarkowych — zawartości srebra w otworze Sława IG-1 (0,0143%, ryc. 2), Lipowiec IG-1 (0,003%, ryc. 1), Gawrony IG-1 (0,0051%), Głogów IG-1 (0,0015%, ryc. 8). W profilach tych obserwuje się ścisłą korelację zawartości srebra i miedzi, którym towarzyszą pierwiastki takie, jak: molibden, kobalt, nikiel i ołów. Zależności stwierdzone na północnym przedpolu złoża miedzi (po upadzie) były obserwowane i w rejonie złoża (10, 4, 1, 2).

Według C. Harańczyka i J. Jarosza (2) srebro występuje głównie w chalkozynie. W bornicie, chalkopirycie i galenie zawartości są mniejsze, chociaż zmieniają się w szerokich granicach. Badania wykonane przez A. Idzikowskiego i W. Schröna (3), na mikroobszarach lubińskich rud i minerałów miedzi za pomocą sondy laserowej, pozwoliły wykryć nowe interesujące zależności występowania srebra. Wykazały one, że w rudzie pierwotnej obserwuje się słabą korelację miedzi i srebra lub jej brak, natomiast w minerałach wtórnych miedzi, takich jak: chalkopiryt, chalkozyn i bornit obserwuje się zupełnie wyraźny wzrost koncentracji srebra ze wzrostem zawartości miedzi.

ZRÓŻNICOWANIE POZIOME

Charakter przestrzennego rozkładu pierwiastków śladowych ma doniosłe znaczenie przy rozważaniach dotyczących facji geochemicznych oraz trendów mi-



Ryc. 8. Szkic sytuacyjny otworów i koncentracja srebra (Ag).

Fig. 8. Location of boreholes and concentrations of silver (Ag).

gracji roztworów mineralizujących. Wyniki badań w tym aspekcie przedstawiono na ryc. 3—8.

W obrębie spągowej serii piaskowcowych osadów werra nie stwierdzono prawidłowości w występowaniu badanych pierwiastków. Wyjątek stanowi rejon Głogowa IG-1, gdzie występuje wyraźnie zmineralizowana miedzią seria osadów piaskowcowych. W innych punktach badanego obszaru notuje się śladowe ilości Ni, Co, Mo, V, Ag, związane z obecnością w materiale klastycznym spoin chalkopirytu, pirytu, markasytu, galeny i sfalerytu, podwyższających również klarkowe zawartości Cu, Zn i Pb w tych utworach. O ile charakter przestrzennego rozkładu tych pierwiastków w piaskowcach białego spągowca jest nieuporządkowany, o tyle rozmieszczenie ich w poziomie łupku miedzionośnego wykazuje wyraźne uporządkowanie przestrzenne większości analizowanych pierwiastków, zależnie od warunków facjalnych, w których zachodziła sedimentacja.

W otworach usytuowanych we wschodniej części monokliny przedsudeckiej, w skałach poziomu łupku miedzionośnego, reprezentowanego przez łupki dolomityczne, ilowce dolomityczne i dolomity ilaste, obserwuje się znaczne koncentracje metali głównych Cu, Pb i Zn, którym towarzyszą podwyższone zawartości Ni, Co, Mo, V i Ag. Ilości miedzi, cynku i ołowiu wynoszą przykładowo w otworze W-17 średnio: 0,487% Cu, 0,381% Zn, 0,538% Pb. Podobnie w otworze W-13 i W-16 charakteryzują ten poziom wysokie zawartości tych pierwiastków, z wyjątkiem Zn i Pb, które w ostatnim profilu są wyraźnie niższe.

Najwyższe koncentracje miedzi, ołowiu i cynku zanotowano w materiałach z rejonu Głogowa, gdzie w otworach Lipowiec IG-1, Gawrony IG-1, Sława IG-1 zawartości tych metali przekraczają ilości 1%. Wszystkie wymienione wyżej profile występują w strefie głębszej zbiornika sedimentacyjnego, w której panowało silnie redukcyjne środowisko, sprzyjające wytrącaniu się tych metali w formie siarczków. Pozostałe pierwiastki: Ni, Co, Mo, V, Ag wykazują również tendencje wzrostu koncentracji w kierunku pogłębiania się zbiornika sedimentacji ku północy. Nagromadzenie się tych pierwiastków w analizowanym poziomie łupku miedzionośnego odbywało się przy czynnym i biernym udziale biofazy oraz proce-

sów sorpcji na cząstkach minerałów ilastych. Wyższe koncentracje związane są prawdopodobnie z możliwością występowania ich związków w formie inkluzji i wrostków odmieszanych własnych faz mineralnych w minerałach kruszczowych: chalkozynie, bornicie, chalkopirycie i pirycie. Zwykle w poziomach, w których stwierdzono obecność wyżej wymienionych minerałów kruszczowych, notuje się wzrost koncentracji Ni, Co, Mo i Ag.

Poziom węglanowy werra charakteryzuje się wzrostem zawartości analizowanych pierwiastków w osadach dolomitów marglistych, występujących w stropie łupku miedzionośnego. Utwory te cechuje wyraźny wzrost koncentracji ołowiu i cynku. W kumulowaniu się obu tych pierwiastków zaznacza się wyraźna strefowość, pozostająca na ogół w niezgodności w stosunku do miedzi. Strefa podwyższonej koncentracji ołowiu zaczyna się najczęściej od stropu osadów ilastych, natomiast dla cynku występuje ona ponad strefą optymalnych warunków dla precypitacji ołowiu.

W rejonie Wrocławia obserwuje się wyraźny trend wzrostu mineralizacji Pb—Zn w poziomie węglanowym werra w kierunku pogłębiania się zbiornika ku północy. Podobny trend w rozmieszczeniu koncentracji zaobserwowano dla molibdenu i wanaadu. Koncentracja wszystkich analizowanych pierwiastków śladowych: Ni, Co, Mo, V, Ag wykazuje w tych utworach wyraźną zależność od stopnia zailewania osadów i ilości zawartej w nich substancji organicznej.

LITERATURA

1. Harańczyk C. — Mineralizacja kruszczowa dolnoeuropejskich osadów euksynicznych monokliny przedsudeckiej. Arch. Miner., 1972, t. 30, z. 1—2.
2. Harańczyk C., Jarosz J. — Minerale kruszczowe złoża miedzi monokliny przedsudeckiej. Rudy i Met. Nieżel. 1973, t. 18, nr 10.
3. Idzikowski A., Schrön W. — Laser — Mikrospektren analytische Untersuchungen und Kupfermineralen. Z. Angew. Geol., 1974, t. 20, nr 6.

4. Idzikowski A. — Pierwiastki chemiczne towarzyszące cechsztyńskim osadom miedzionym Dolnego Śląska. Arch. Pol. Wrocl., 1976.
5. Kaszycerwa M. F. — Eksperymentalnyje dannyye po sorbcji miedzi razlicznymi minieralnymi i organiczeskimi sorbientami. Sow. Gieol., 1959, no. 5.
6. Rösler H. J., Lange H. — Geochemische Tabellen. VEB Verlag, Leipzig, 1965.
7. Rydzewski A. — Petrografia łupków miedzionośnych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej. Biul. Inst. Geol., 1969, nr 217.
8. Schneiderhöhn H. — Chalkographische Untersuchung des Mansfelder Kupferschiefers. Neues Jahrb. Min., 1923, H. 47.
9. Turekian K. K., Wedepohl K. M. — Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. Bull. Geol. Soc. Amer., 1961, no. 72.
10. Ważny H. — Pierwiastki śladowe w cechsztynie Polski zachodniej. Biul. Inst. Geol., 1967, t. 3, nr 213.
11. Ważny H. — Charakterystyka geochemiczna utworów cechsztynu północno-zachodniej Polski. Ibidem, 1970, t. 6, nr 238.
12. Winogradow A. P. — Sriednyje sodierzaniya chemiczeskich elementow w glawnymy tipach izwierzennyh gornych porod ziemnoj kory. Gieochimija, 1962, no. 7.

SUMMARY

The contents of Cu, Pb, Zn, Co, Mo, V, and Ag in Lower Zechstein deposits of the Fore-Sudetic Monocline were analysed. The geochemical studies showed that the distribution of the above mentioned elements is nonuniform and depends on lithology of deposits forming borehole profiles of the top parts of the Weissliegende horizon, lower horizon of Werra limestones, horizon of copper-bearing shales, and basal parts of upper horizon of Werra limestones and dolomites. The changes recorded seems related to mineral composition of deposits and physico-chemical characteristics of their sedimentary environment. In the Weissliegende sandstones forming basal part of the Werra series, the studied elements occur in trace amounts and their distribution is irregular. A marked trend to spatial ordering of the majority of these elements, depending on sedimentary facies, is found in deposits of the copper-bearing shale horizon. Rocks of this horizon are characterized by increased concentrations of Cu, Zn, Pb, Ni, Co, Mo, V, and Ag in the whole studied zone, with trend to increase towards the north along with increase in depths of the sedimentary basin. Accumulation of these elements in the copper-bearing shale horizon took place with active and passive contribution of biophase and processes of sorption on clay mineral particles.

The Werra carbonate horizon is characterized by increase in content of the studied elements in marly dolomite deposits directly overlying copper-bearing shale horizon. The deposits display a large concentration of Pb and Zn, with clearly marked vertical and horizontal zonation.

РЕЗЮМЕ

В отложениях нижнего цехштейна района предсудетской моноклинали был проведен анализ содержания Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mo, V, Ag. Геохимические исследования охватывали: кровлю песчаного горизонта белого лежа, нижний горизонт известняка верры, горизонт меднорудного сланца и подошву верхнего горизонта известняка и доломита верры. Исследованиями выказано, что определяемые элементы распространены неоднородно, в зависимости от литологического характера отложений обнаруженных в буровых скважинах. Наблюдаемые изменения связаны вероятно с минеральным составом осадков и физико-химическими условиями седиментационной среды. В нижней части осадков верры — песчаниках белого лежа эти элементы находятся в очень малом количестве и в неупорядоченной форме.

В осадках горизонта меднорудного сланца наблюдаются тенденции пространственного упорядочения большинства из них в зависимости от фациальных условий седиментации. Эти осадки характеризуются увеличением концентрации меди, цинка, свинца, никеля, кобальта молибдена, ванада и серебра во всей исследованной зоне, с повышением концентрации вместе с углублением седиментационного бассейна — к северу. Гумуляция этих элементов в горизонте меднорудного сланца происходит при активном и пассивном участии биофазы, а также процессов сорбции на частицах глинистых минералов.

Карбонатный горизонт верры характеризуется увеличенным содержанием анализированных элементов в осадках мергелистых доломитов лежащих в кровле горизонта меднорудных сланцев. В этих отложениях наблюдается значительная концентрация свинца и цинка с четко отмеченной вертикальной и горизонтальной зональностью.