

Elżbieta BAREJA

Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin-Polkowice

W opracowaniu przedstawiono wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych w cechsztyńskich utworach miedzionośnych na obszarze Lubin-Polkowice. Stwierdzono, że poszczególne odmiany litofacjalne tych utworów charakteryzują się zróżnicowaniem koncentracji uranu. Badania mineralogiczne pozwoliły na określenie minerałów uranu, smółki uranowej związanej z karburanami oraz schröckingerytu.

WSTĘP

W opracowaniu przedstawiono wyniki geochemicznych i mineralogicznych badań uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych kopalń Lubin-Polkowice. W toku dotychczasowych badań geologiczno-poszukiwawczych — prowadzonych w latach 1972—1975 w Zakładzie Złóż Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych Instytutu Geologicznego — stwierdzono szereg interesujących punktów mineralizacji uranowej w utworach miedzionośnych rejonu Lubin-Polkowice, szczególnie w łupkach smolących, w strefach tektonicznych, a także w szarych piaskowcach miedzionośnych (E. Bareja, W. Morawski, M. Sałdan, 1973). Badania geochemiczne oparto na interpretacji wyników zawartości uranu w 195 próbkach. Analizy chemiczne na zawartość uranu wykonane zostały w Pracowni Analitycznej Zakładu Złóż Pierwiastków Rzadkich i Promieniotwórczych pod kierunkiem doc. dra A. Jęczalika.

Dla poszczególnych typów litologicznych badanych skał określono metodą analizy statystycznej częstotliwość występowania uranu w poszczególnych przedziałach klasowych. Na podstawie tych obliczeń sporządzono histogramy zawartości uranu w poszczególnych zbiorach statystycznych. Dla rozpoznania mineralizacji uranowej wykonano badania mineralogiczne charakterystycznych próbek poszczególnych typów skał.

METODY BADAŃ

Uran został oznaczony metodą luminescencyjną, a dla próbek o wartości $> 200 \cdot 10^{-40}\%$ także metodą kolorymetryczną. Przyjęte do badań statystycznych granice przedziałów klasowych uranu stanowią wartości perełek luminescencyjnych lub wielokrotność tych wartości.

Dominantę, czyli wartość modalną uranu, zaznaczoną na poszczególnych histogramach, obliczono według wzoru (S. Szulc, 1967):

$$D_x = x_o + l \cdot \frac{f_o - f_{-1}}{2f_o - (f_{-1} + f_1)}$$

gdzie: x_o — dolna granica klasy najliczniejszej, tj. klasy, w której w myśl definicji powinna znajdować się dominanta; f_o — liczebność klasy najliczniejszej; f_{-1} — liczebność klasy poprzedzającej najliczniejszą; f_1 — liczebność klasy następującej po najliczniejszej; l — przedział klasy.

Badanie mineralizacji uranowej oraz związków uranu z litologią utworów miedzionośnych przeprowadzono następującymi metodami: mikroskopową w świetle odbitym i przechodzącym, rentgenostrukturalną, mikroradiograficzną oraz metodą odbitek stykowych.

WYKSZTAŁCENIE SERII MIEDZIONOŚNEJ CECHSZTYNU
W REJONIE LUBIN—POLKOWICE

Mineralizacja miedzionośna na monoklinie przedsudeckiej jest związana z trzema poziomami litologicznymi dolnego cechsztynu: białym spagowcem, łupkami miedzionośnymi i serią węglanową.

Piaskowce białego spagowca były zaliczane bądź to do cechsztynu, bądź też do czerwonego spagowca. Znaleziona ostatnio fauna pozwala zaliczyć górną część białego spagowca do cechsztynu dolnego (J. K. Błaszczuk, W. Prymka, 1973). Miąższość serii okruszcowanej miedzią sięga od kilku do kilkunastu metrów. Stanowią ją piaskowce o barwie szarej, spoiwie ilasto-węglanowym, zawierające znaczną ilość siarczków miedzi. Niżej występują piaskowce czerwonego spagowca barwy różowej i czerwonej ze zmienną zawartością tlenków żelaza w spoiwie skały (A. Rydzewski, 1969).

Łupki miedzionośne składają się z dwóch zasadniczych typów (E. Konstantynowicz, 1971). W spagu występuje tzw. łupek smolący, czarny ilasto-bitumiczny. Górna, ciemnoszara część łupku ma charakter dolomityczny, o wyraźnej podzielności płytkowej. Łupki miedzionośne charakteryzują się strukturą drobnokrystaliczną i teksturą wybitnie kierunkową, podkreśloną smugami bituminów (tabl. III, fig. 8). Minerale siarczkowe są rozproszone w łupku tworząc gniazda lub żyłki, bądź też układają się w smugi (A. Rydzewski, 1969). W obrębie łupków miedzionośnych — w profilu pionowym przy pełnym wykształceniu tych skał — obserwuje się ku górze wzrost zawartości węglanów oraz spadek zawartości substancji organicznej, substancji ilastej i pelitu kwarcowego.

Skąły węglanowe serii miedzionośnej reprezentowane są przez wapienie, wapienie dolomityczne i dolomity o barwie od jasnoszarej do szarej, rzadziej brunatnej. W spagu skały węglanowe mają często charakter marglisty.

ZWIĄZKI FUNKCYJNE MIĘDZY URANEM A LITOLOGIĄ CECHSZTYŃSKICH UTWORÓW MIĘDZIONOŚNYCH

Próbki do badań statystycznych pobrano z serii piaskowcowej — białego i czerwonego spagowca — 34, z serii łupków miedzionośnych — 54, z serii węglanowej — 85 oraz brekcji tektonicznych — 22.

Analizowane brekcje tektoniczne stwierdzone zostały w rejonie Polkowic w strefach uskokowych na kontakcie dolomitów złożowych i szarych piaskowców czerwonego spagowca. Są to brekcje łupkowo-piaskowcowo-drobnookruchowe, poprzecinane żyłkami kalcytu i gipsu (J. Jarosz, 1974). Brekcje drobnookruchowe przechodzą w pseudobrekcje złożone z dużych, przeważnie prostokątnych lub bardziej wydłużonych okruchów piaskowca czerwono-brunatnego.

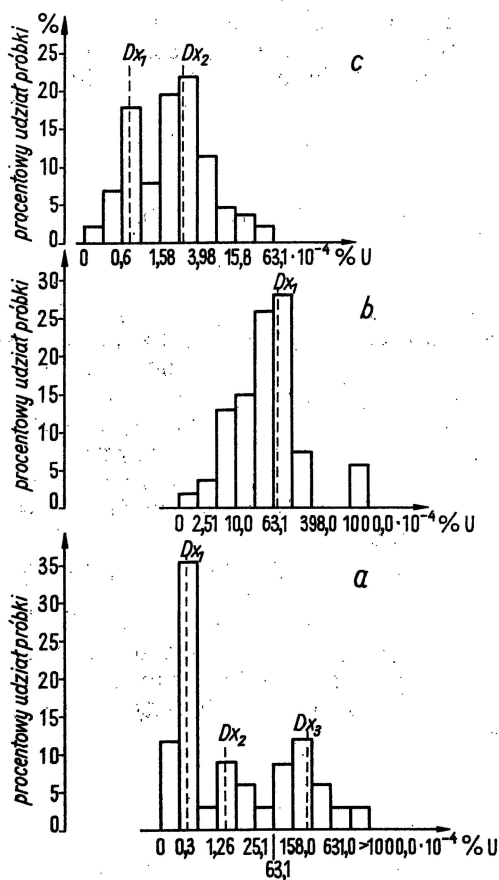
Poszczególne odmiany litologiczne cechsztyńskich utworów miedzionośnych charakteryzują się zróżnicowaniem koncentracji uranu. Maksymalne koncentracje uranu stwierdzono w brekcjach tektonicznych. Z uwagi na zbyt małą liczbę badanych próbek nie określono statystycznie częstotliwości występowania uranu w tych skałach.

WYSTĘPOWANIE URANU W PIASKOWCACH

Rozkład statystyczny uranu w piaskowcach jest wielomodalny. Wartość dominanty próbek populacji normalnej D_{x1} wynosi $0,39 \cdot 10^{-40}/_0$ U. Dominanty próbek populacji anomalnych są następujące: $D_{x2} - 2,32 \cdot 10^{-40}/_0$ U, $D_{x3} - 344,0 \cdot 10^{-40}/_0$ U. Według H. E. Hawkesa i J. S. Webba (1962) średnie tło geochemiczne dla piaskowców jest niskie i wynosi $0,45 \cdot 10^{-40}/_0$ U. Dominanta próbek populacji normalnej $D_{x1} - 0,39 \cdot 10^{-40}/_0$ U mieści się więc w granicach średniego tła geochemicznego dla piaskowców i jest tłem geochemicznym piaskowców czerwonych (czerwonego spagowca). Wartość $D_{x2} - 2,32 \cdot 10^{-40}/_0$ U jest natomiast tłem geochemicznym szarych piaskowców cechsztyńskich, w których obrębie stwierdza się wyższe zawartości uranu niż w piaskowcach czerwonych.

Dominanta anomalna $D_{x3} - 344,0 \cdot 10^{-40}/_0$ U (fig. 1) przekracza wartość średniego tła geochemicznego i występuje w piaskowcach szarych cechsztyńskich. Ogólnie dla piaskowców cechsztyńskich średnie zawartości kwarcu określił J. Kanasiewicz.

W szarych cechsztyńskich piaskowcach stropowych stwierdzono występowanie smółki uranowej tkwiącej w substancji węglistej uranonośnej w karburanach (J. Geffroy, J. A. Sarcia, 1960) oraz w żyłkach kalcytu (tabl. I, fig. 2; tabl. IV, fig. 10).



Na wykonanych mikroradiografiach widoczne są centra torów odpowiadające sferolitom smółki uranowej, tory *a*. rozproszone w karburanach (tabl. I, fig. 3) oraz w żyłce kalcytowej (tabl. II, fig. 6; tabl. III, fig. 7). Badania mineralogiczne w świetle odbitym wykazały, że w żyłce kalcytu występują: rozproszony hematyt, getyt oraz siarczki miedzi reprezentowane przez chalkozyn, chalkopiryt, bornit i kowelin. W siarczku miedzi nie stwierdzono torów *a*. Występowanie uranu w żyłkach kalcytowych w szarych piaskowcach stropowych wskazuje na wtórny charakter tej mineralizacji.

Fig. 1. Histogramy zawartości uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych

Histograms of content of uranium in Zechstein copper-bearing strata

a — piaskowce; b — łupki miedzionośne; c — wapień i dolomity

a — sandstones; b — copper-bearing shales; c — limestones and dolomites

WYSTĘPOWANIE URANU W ŁUPKACH MIEDZIONOŚNYCH

W próbkach łupków miedzionośnych statystyczny rozkład uranu jest jednomodalny. Tło geochemiczne łupków miedzionośnych jest wysokie i wynosi $D_{x1} = 68,10 \cdot 10^{-40} \% U$. Należy zaznaczyć, że wysokie tło geochemiczne łupków wynika z faktu, że do badań geochemicznych zostały pobrane próbki skał głównie ze stref o podwyższonym promieniowaniu — ze spagowej warstwy łupków, silnie bitumicznych, tzw. łupków smolących. Tło geochemiczne łupków miedzionośnych smolących mieści się w granicach tła geochemicznego łupków czarnych (*black shale*), które według H. E. Hawkesa i J. S. Webba wynosi $2-300 \cdot 10^{-40} \% U$.

Stwierdzone przez J. Kanasiewicza zawartości uranu w łupkach miedzionośnych cechsztynu monokliny przedsudeckiej są niższe od obliczonego tła geochemicznego w tych skałach. Wśród badanych przez niego próbek łupków z rdzeni wiertniczych nie były jednak reprezentowane łupki smolące.

W celu zbadania sposobu rozmieszczenia uranu w łupkach stosowano metodę odbitek stykowych oraz badania mikroradiograficzne. Na wykonanych odbitkach stykowych z łupków o podwyższonej radioaktywności ($> 100 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$) nie ma brunatnych punktów, charakterystycznych dla uranu, co świadczy o jego dużym rozproszeniu. W wyniku badań mikroradiograficznych stwierdzono w łupkach koncentrację uranu rozszalaną beładnie (ilość torów α jest proporcjonalna do ilości uranu — (tabl. IV, fig. 9, 10). Na tle rozproszonych torów α zauważono nieliczne centra torów α o małej intensywności zacierzenia. Rozproszony charakter rozmieszczenia uranu jest charakterystyczny dla łupków (W. J. Danczew, 1963) i świadczy o syngenetycznej koncentracji uranu. Nie stwierdzono występowania uranu w postaci własnych minerałów.

WYSTĘPOWANIE URANU W SERII WĘGLANOWEJ

Próbki serii węglanowej (wapienie i dolomity) charakteryzują się dwumodalnością rozkładu uranu. Wartość dominanty próbek populacji normalnej D_{x1} wynosi $0,78 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ (fig. 1c), zaś dominanty próbek populacji anomalnej $D_{x2} - 2,73 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$. Należy podkreślić, że skały węglanowe serii miedzionośnej cechsztynu charakteryzują się niskim tłem geochemicznym uranu. Według H. E. Hawkesa i J. S. Webba średnie tło geochemiczne uranu dla skał węglanowych wynosi $2,5 \cdot 10^{-40}/\text{o}$. Wartość dominanty próbek populacji normalnej $D_{x1} - 0,78 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ mieści się więc w granicach średniego tła geochemicznego dla skał węglanowych, a wartość $D_{x2} - 2,73 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ tylko nieznacznie go przekracza.

Dwumodalność rozkładu uranu w skałach węglanowych związana jest z różnym tłem geochemicznym uranu dla wapieni i dla dolomitów. Wapienie charakteryzują się niższym tłem geochemicznym $D_{x1} - 0,78 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$. Wartość $D_{x2} - 2,73 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ jest tłem geochemicznym dla dolomitów, w których stwierdza się wyraźnie wyższe zawartości uranu niż w wapieniach, szczególnie w ich bitumicznych odmianach, na kontakcie z łupkami miedzionośnymi.

Średnia zawartość uranu w skałach węglanowych serii miedzionośnej według J. Kanasiewicza wynosi $3,7 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$. W wyniku przeprowadzonych badań mikroradiograficznych oraz wykonanych odbitek stykowych stwierdzono w wapieniach i dolomitach ubogą koncentrację uranu, rozproszoną beładnie. Minerałów uranowych metodami mikroskopowymi nie stwierdzono.

WYSTĘPOWANIE URANU W BREKCIACH TEKTONICZNYCH

Interesującą mineralizację uranu stwierdzono w brekcjach tektonicznych. Dzięki obserwacjom mikroskopowym w świetle odbitym ustalono występowanie smółki uranowej bezpośrednio w spoiwie kalcytowym brekcji lub w węglistej substancji uranonośnej. Substancję uranową węglistą określono jako karburany (J. Geffroy, J. A. Sarcia, 1960). Substancja uranonośna ma barwę czarną, jest krucha. Badania w świetle odbitym

ujawniają jej niejednorodną budowę. Izotropowa i ciemnoszara w bezpośrednim sąsiedztwie smółki uranowej staje się jasnoszara i jest jednocześnie anizotropowa. Nie stwierdzono w niej występowania toru, charakterystycznego dla thuholitu (M. Banaś, J. Jarosz, 1972). W karburanach występuje smółka uranowa, która tworzy sferolity o wymiarach do 0,4 mm maksymalnie. Niektóre z nich wykazują ślady zbrekcjowania. Cechy optyczne są typowe dla smółki uranowej. Badania mikroradiograficzne wykazały, po krótkiej ekspozycji (2 doby), centra torów α o intensywnym zaczernieniu. Punktowa mineralizacja uranowa występuje w spoiwie brekcji (tabl. II, fig. 6), zaś w okruchach łupków miedzionośnych w brekcji stwierdzono rozproszoną, bezładną i ubogą mineralizację uranową.

Badania rentgenostrukturalne 2 próbek brekcji najintensywniej zmineralizowanych uranem — wykonane w Zakładzie Petrografii, Mineralogii i Geochemii Instytutu Geologicznego przez M. Stępniewskiego — zestawiono w tabeli 1. Smółka uranowa występuje w tych próbkach

Tabela 1

Zestawienie wartości odstępów płaszczyzn sieciowych d i intensywności refleksów I próbek brekcji tektonicznych (78L_p i 85L_p) oraz wzorców liczbowych

78 L _p		85 L _p		Smółka uranowa (nasturan) ¹		Kalcyt ²	Piryt ³	Ślady	
d	I	d	I						
4,25	3	4,25	2					kwarc	
3,85	3	3,85	5			3,86	12		
3,69	2								
		3,47	4					kwarc skałki	
3,35	5	3,35	6						
3,22	10								
3,13	35	3,13	38	3,13	8		3,13		35
3,03	100	3,03	100	3,03	1	3,04	100		
2,71	11	2,72	19	2,69	3		2,71		85
		2,62	4	2,63	2				
2,49	8	2,49	5			2,50	14		
		2,43	4				2,42		65
2,28	7	2,28	10			2,29	18		
		2,22	3				2,21	50	
2,09	7	2,09	10			2,10	18		
1,91	24	1,91	28	1,91	7	1,91	17	1,92	40
1,87	15	1,87	18			1,88	17		
1,86	14	1,85	11	1,86	2				
1,63	11	1,63	15	1,63	6	1,63	4	1,63	100
1,60	7	1,60	9	1,61	1	1,60	8		

Źródło testów: 1 — R. W. Giecwca, K. T. Savieliewa (1956); 2 — ASTM, SET 5—0586, 1965; 3 — ASTM, SET 607—10, 1965.

w asocjacji z kalcytem i pirytem. Zamieszczone rentgenogramy nie mogą być wystarczającym dowodem na obecność smółki uranowej ze względu na koincydencję jej z tymi minerałami. Jednakże łącznie z wynikami podanymi poprzednio (badania mikroskopowe, mikroradiografie) potwierdzają jej występowanie.

Smółka uranowa występuje najczęściej w asocjacji z kalcytem, gipsem, pirytem, hematytem i getytem. W brekcjach tektonicznych oprócz smółki uranowej i karburanów stwierdzono wtórne minerały uranu, które zostały określone jako schröckingeryt $\text{Na}_2\text{Ca}_3(\text{UO}_2)(\text{CO}_3)_3\text{SO}_4(\text{OH})_2\cdot 9\text{H}_2\text{O}$. Schröckingeryt dzięki własności łatwego rozpuszczania w wodzie jest minerałem wyjątkowo ruchliwym w warunkach środowiska naturalnego. Szczególnie jest szeroko rozpowszechniony w skałach osadowych i występuje najczęściej w asocjacji z kalcytem, gipsem, markasytem, tlenkami żelaza i manganu.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania geochemiczne i mineralogiczne wykazały zróżnicowanie zawartości uranu w utworach miedzionośnych cechsztynu, a także częściowo czerwonego spagowca.

2. W serii miedzionośnej cechsztynu najwyższe tło geochemiczne wykazują łupki miedzionośne tzw. smolące — $D_{x1} = 68,10 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$. Rozkład statystyczny uranu w łupkach jest jednomodalny. Badania mikroradiograficzne ujawniły rozproszony charakter rozmieszczenia uranu, co sugeruje koncentrację uranu na etapie procesów syngenetycznych.

3. W próbkach spagowych piaskowców miedzionośnych rozkład statystyczny uranu jest wielomodalny. Tło geochemiczne uranu jest niskie i wynosi $D_{x1} = 0,39 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ (piaskowce czerwone czerwonego spagowca). Dominanta próbek populacji anomalnej $D_{x2} = 2,32 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ jest związana ze zróżnicowaniem litofacjalnym w obrębie piaskowców i charakteryzuje tło geochemiczne piaskowców szarych. Dominanta próbek populacji anomalnej $D_{x3} = 344,0 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$ jest wysoka i świadczy o wpływie procesów wtórnych na koncentrację uranu. Przeprowadzone badania mineralogiczne potwierdziły występowanie smółki uranowej i karburanów w stropowych partiach szarych piaskowców cechsztyńskich. Mineralizacji uranowej towarzyszy kalcyt, hematyt, getyt oraz wtórne siarczki miedzi: chalkozyn, chalkopiryt, bornit i kowelin. Występowanie uranu w żyłkach kalcytowych w piaskowcach wskazuje na wtórny charakter tej mineralizacji.

W serii węglanowej cechsztynu statystyczny rozkład uranu jest dwumodalny. Niskie tło geochemiczne uranu wykazują wapienie $D_{x1} = 0,78 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$, wyższym tłem geochemicznym charakteryzują się dolomity $D_{x2} = 2,73 \cdot 10^{-40}/\text{o U}$.

4. Maksymalne zawartości uranu stwierdzono w brekcjach tektonicznych. Parageneza mineralna badanych próbek brekcji tektonicznych charakteryzuje się prostym składem mineralogicznym: smółka uranowa, kalcyt, gips, piryt, hematyt, getyt, schröckingeryt. Źródłem uranu w roztworach mineralizujących mogły być otaczające skały (łupki miedzionośne),

jak również roztwory hydrotermalne niskich temperatur. Minerale wtórne, jak schröckingeryt, getyt świadczą o intensywnych procesach wietrzeniowych przebiegających w obrębie złoża.

Zakład Ziół Pierwiastków
Rzadkich i Promieniotwórczych
Instytutu Geologicznego
Warszawa, ul. Rakowiecka 4
Nadesłano dnia 6 maja 1976 r.

PIŚMIENNICTWO

- BANAŚ M., JAROSZ J. (1972) — Thuholit z cechsztyńskich skał miedzionośnych Lubin—Polkowice. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie. Kraków.
- BAREJA E., MORAWSKI W., SAŁDAN M. (1973) — Mineralizacja uranowa w utworach cechsztyńskich na monoklinie przedsudeckiej. Kwart. geol., 17, p. 910—911, nr 4. Warszawa.
- BLASZCZYK J. K., PRYMKA W. (1973) — Pierwsze stanowiska fauny w białym spągowcu na monoklinie przedsudeckiej. Kwart. geol., 17, p. 276—283, nr 2. Warszawa.
- GEFFROY J., SARCIA J. A. (1960) — Les minerais noirs. Les minerais uranifères français, 1. Presses universitaires de France. Paris.
- HAWKES H. E., WEBB J. S. (1962) — Geochemistry in Mineral Exploration Harper and Row. N. York. Evanston.
- JAROSZ J. (1974) — Charakterystyka mineralogiczna strefy uskokowej z rejonu szybów zachodnich kopalni „Polkowice”. Arch. KGHM. Lubin.
- KONSTANTYNOWICZ E. (1971) — Geneza cechsztyńskich złóż miedzi w Polsce. Pr. nauk. Inst. Gór. P. Wrocł. Stud. i Mat., p. 3—30, nr 4. Wrocław
- RYDZEWSKI A. (1969) — Petrografia łupków miedzionośnych cechsztynu na monoklinie przedsudeckiej. Biul. Inst. Geol., 217, p. 113—159. Warszawa.
- SZULC S. (1967) — Metody statystyczne. PWE. Warszawa.
- ДАНЧЕВ В. И. (1963) — О стадийности формирования осадочных месторождения урана. Геол. Петрогр. и Мин. Осад. Образ. АН СССР. Москва.
- ГЕЦЕВА Р. В., САВЕЛЬЕВА К. Т. (1956) — Руководство по определению урановых минералов. Госгеоптехиздат. Москва.

Эльжбета БАРЕЯ

**РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОХИМИЧЕСКОГО И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ УРАНА
В ЦЕХШТЕЙНОВЫХ МЕДЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЛЮБИН—ПОЛЬКОВИЦЕ****Резюме**

В работе представлены результаты геохимического и минералогического изучения урана в цехштейновых меденосных отложениях Любин — Польковице. Установлено, что отдельные литофациальные разновидности цехштейновых меденосных пород характеризуются дифференцированной концентрацией урана. Минералогические исследования позволили определить характер урановой минерализации, а также связи урана с литологией меденосных отложений.

1. Обращает на себя внимание урановая минерализация, установленная в тектонических брекчиях. Они содержат урановую смолку и шрекингерит, а также кальцит, гипс, пирит, гематит, гетит. Вторичные минералы, такие как шрекингерит и гетит, свидетельствуют о интенсивных процессах выветривания, протекающих в месторождениях меди.

2. Самым высоким геохимическим фоном урана в меденосной цехштейновой серии обладают подошвенные меденосные сланцы, так называемые смолящие — $68,10 \cdot 10^{-4}\%$ U. Статистическое распределение этого элемента одномодальное.

3. В подошвенных песчаниках меденосной серии распределение урана многомодальное. Геохимический фон песчаников красного цвета (красный лежень) низкий и составляет $0,39 \cdot 10^{-4}\%$ U, песчаников серого цвета (цехштейн) — $2,32 \cdot 10^{-4}\%$ U. Наблюдаемая на территории Любин — Польковице аномальная популяция — $344,0 \cdot 10^{-4}\%$ U в серых песчаниках свидетельствует о влиянии вторичных процессов на концентрацию урана. В песчаниках обнаружена урановая смолка, карбураны, а также кальцит, гематит и гетит.

4. В карбонатной серии цехштейна установлено двумодальное распределение урана. Слабым геохимическим фоном обладают известняки D_{x1} — $0,78 \cdot 10^{-4}\%$ U, высшим геохимическим фоном отличаются доломиты D_{x2} — $2,73 \cdot 10^{-4}\%$ U.

Elżbieta BAREJA

**RESULTS OF GEOCHEMICAL AND MINERALOGICAL STUDIES ON URANIUM
IN ZECHSTEIN COPPER-BEARING STRATA FROM LUBLIN — POLKOWICE
AREA****Summary**

The paper presents the results of geochemical and mineralogical studies on uranium in Zechstein copper-bearing strata from the Lubin—Polkowice area. It was found that particular lithofacial varieties of Zechstein copper-bearing strata are characterized by different concentration of uranium. The mineralogical studies made

possible determination of the nature of uranium mineralization and the interdependence between uranium and lithology of copper-bearing strata.

1. An interesting uranium mineralization was found in tectonic breccias which yield black blende and schröckingerite as well as calcite, gypsum, pyrite, hematite and goethite. Secondary minerals such as schröckingerite and goethite evidence intense weathering processes acting in the copper deposit.

2. The highest value of geochemical background of uranium in the copper-bearing series is displayed by basal copper-bearing shales (so called pitch-black shales) — $68.10 \cdot 10^{-40}/\%$ U. Statistical distribution of that element is unimodal.

3. Distribution of uranium is polymodal in basal sandstones of the copper-bearing series. The geochemical background of red-coloured sandstones (Rotliegendes) is low, equalling $0.39 \cdot 10^{-40}/\%$ U, whilst that of gray-coloured sandstones (Zechstein) — $2.32 \cdot 10^{-40}/\%$ U. A anomalous population ($344.0 \cdot 10^{-40}/\%$ U) found in the case of gray sandstones of the Lubin—Polkowice area evidences the effects of secondary processes on concentration of uranium. In sandstones occur black blende, carbuanes as well as calcite, hematite and goethite.

4. A bimodal distribution of uranium was found in carbonate series. Limestones are characterized by low values of geochemical background ($D_{x1} = 0.78 \cdot 10^{-40}/\%$ U) whilst dolomites by markedly higher values of the background ($D_{x2} = 2.73 \cdot 10^{-40}/\%$ U).

TABLICA I

Fig. 2. Brekcja tektoniczna. Okruch piaskowca (p) oraz łupki miedzionośne (l) scementowane kalcytem i gipsem (jasne). Okonturowane skupienia smółki uranowej w kalcytcie. Powierzchnia polerowana; pow. 1,5 ×

Tectonic breccia. Sandstone fragment (p) and copper-bearing shales (l) cemented with calcite and gypsum (light coloured). Accumulations of black blende in calcite contoured. Polished surface; × 1,5

Fig. 3. Centra torów α , wywodzące się ze smółki uranowej (fragment okonturowany z fig. 2). Mikroradiografia szlif u polerowanego wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 2 doby; pow. około 250 ×

Centers of paths of α , derived from black blende (contoured fragment in Fig. 2). Microradiograph of polished section made using contact print glass covered with nuclear emulsion. Exposure time — 2 days; × c. 250

TABLICA II

Fig. 4. Brekcja tektoniczna. Łupki miedzionośne (czarne) scementowane kalcytem i gipsem (jasne). Powierzchnia polerowana; pow. 1,5 ×

Tectonic breccia. Copper-bearing shales (black) cemented with calcite and gypsum (light coloured). Polished surface; × 1,5

Fig. 5. Piaskowiec (p) z żyłką kalcytu (biały) i warstewką karburanów (k) ze smółką uranową. Okonturowany fragment karburanów ze smółką uranową. Powierzchnia polerowana; wielkość naturalna

Sandstone (p) with calcite veinlet (white) and carburan layer (k) with black blende. A fragment of carburanes with black blende contoured. Polished surface; natural size

Fig. 6. Centra torów α wywodzące się ze smółki uranowej oraz tory α w karburanach (fragment okonturowany z fig. 5). Mikroradiografia szlif u polerowanego wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 2 doby; pow. około × 90

Centers of paths of α , derived from black blende, and paths of α in carburanes (the fragment contoured in Fig. 5). Microradiograph of polished section made using contact print glass covered with nuclear emulsion. Exposure time — 2 days; × c. 90

TABLICA III

Fig. 7. Piaskowiec szary z żyłką kalcytu (biały) oraz kalcyt z chalkozynem (ciemny). Barwa piaskowca w otoczeniu żyłki kalcytowo-chalkozynowej czerwona. Powierzchnia polerowana, pow. 1,5 ×

Gray sandstone with calcite veinlet (white) and calcite with chalcocine (dark). Sandstone surrounding calcite-chalcocine veinlet is red-coloured. Polished section, × 1,5

Fig. 8. Mineralizacja uranowa w żyłce kalcytowo-chalkozynowej (fragment okonturowany z fig. 7). Widoczne pojedyncze centrum torów α oraz tory rozproszone w kalcytcie, zawierającym drobnodyspergowany hematyt. Mikroradiografia szlif u polerowanego wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 16 dni; pow. około 90 ×

Uranium mineralization of calcite-chalcocine veinlet (fragment contoured in Fig. 7). Note single center of paths α and single paths α dispersed throughout the calcite yielding finely-dispersed hematite. Microradiograph of polished section made using contact print glass covered with nuclear emulsion. Exposure time — 16 days;

× c. 90

TABLICA IV

Fig. 9. Łupek miedzionośny. Struktura drobnokrystaliczno-pelitowa, tekstura kierunkowa. Ciemne smugi bitumiczne z siarczkami (czarne) występują na przemian ze smugami węglanowymi. Płytką cienką, nikole równoległe; pow. 60 ×

Copper-bearing shale. Finely-crystalline-pelitic structure, oriented texture. Dark bituminous streaks with sulphides (dark) alternating with streaks of carbonates. Thin section, parallel nicols; × 60

Fig. 10. Równomierne rozmieszczenie pojedynczych torów α w łupku miedzionośnym. Mikroradiografia płytki cienkiej, wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 16 dni; pow. 90 ×

Uniform distribution of single paths α in copper-bearing shale. Microradiograph of thin section, made using contact print glass covered with nuclar emulsion. Exposure time — 16 days; × 90

TABLICA V

Fig. 11. Hematyt (h — biały) oraz sferolity getytu (g) w kalcytcie (kl — szary). Światło odbite, nikole równoległe; pow. 25 ×

Hematite (h — white) and spherulites of goethite (g) in calcite (kl — gray). Reflected light, parallel nicols; × 25

Fig. 12. Fragmenty sferolitów smółki uranowej (s — biała) w karburanach (k). U góry kalcyt (kl — ciemnoszary). U dołu chalcyzyn (ch — biały). Światło odbite, nikole równoległe; pow. 45 ×

Fragments of black blende spherulites (s — white) in carburanes (k). Above — calcite (kl — dark-gray) and below — chalcocine (ch — white). Reflected light, parallel nicols; × 45

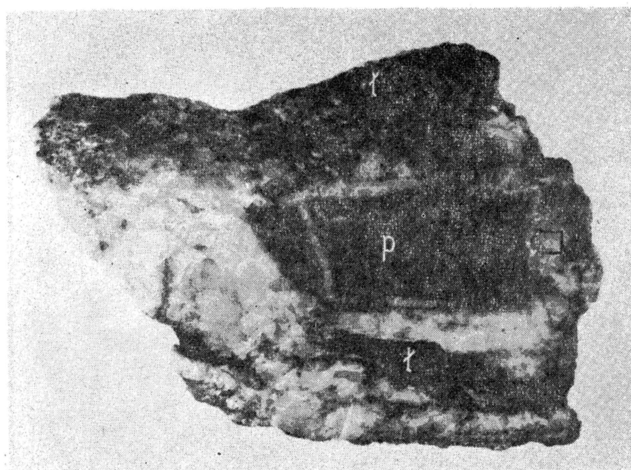


Fig. 2

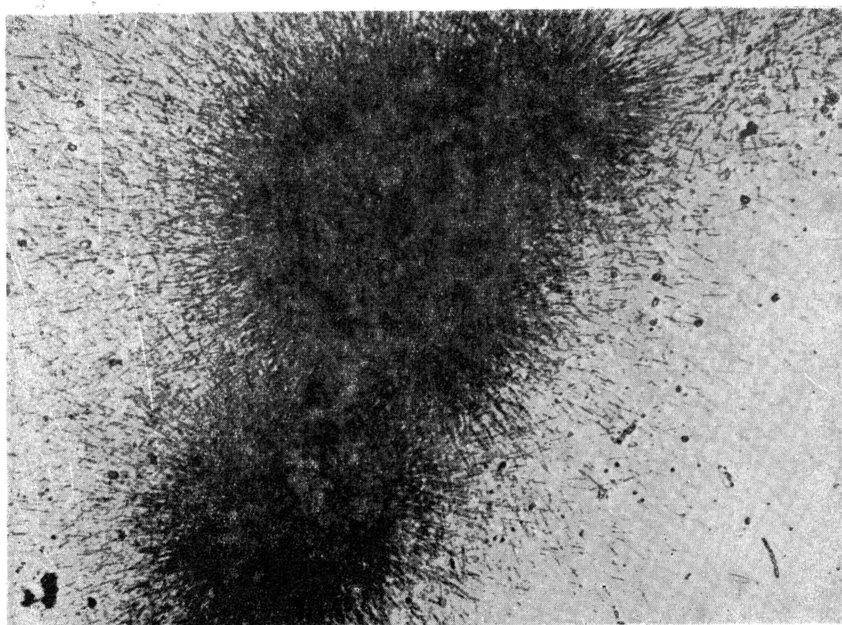


Fig. 3

Elżbieta BAREJA — Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin—Polkowice

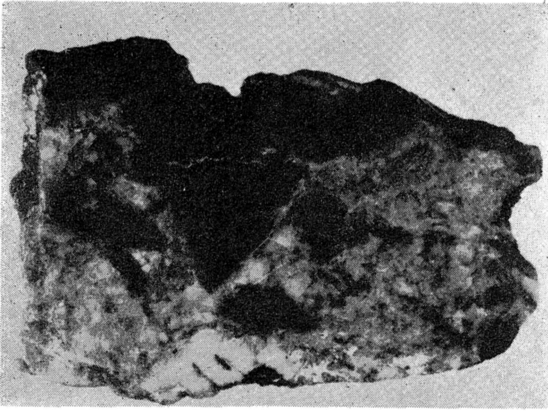


Fig. 4

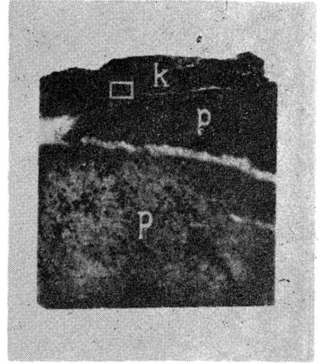


Fig. 5

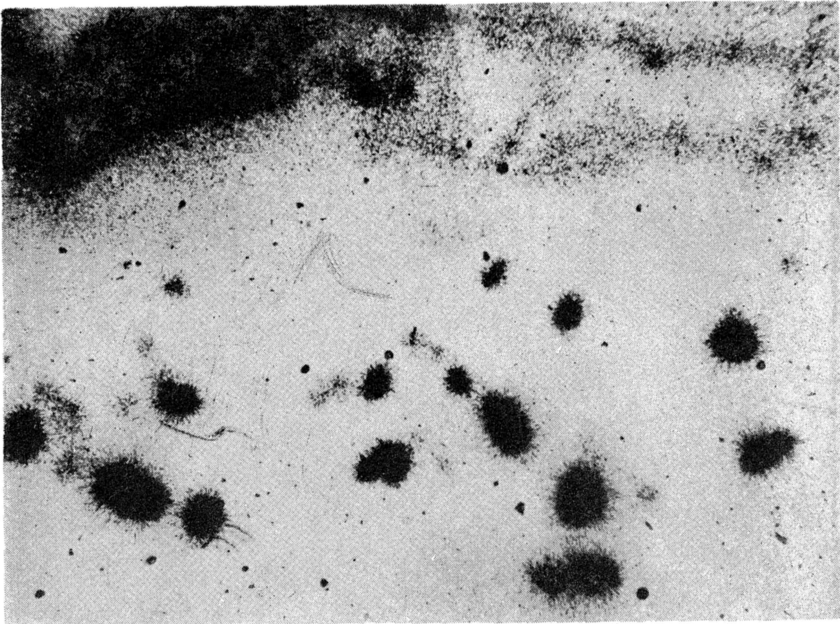


Fig. 6

Elżbieta BAREJA — Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin—Polkowice

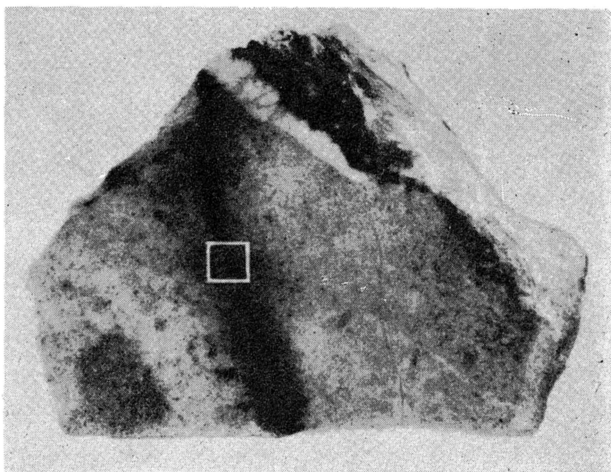


Fig. 7

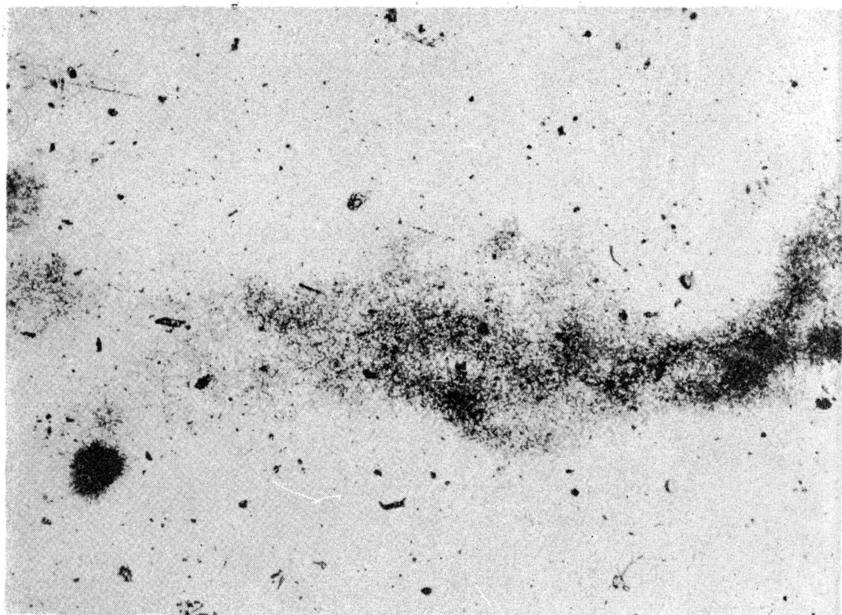


Fig. 8

Elżbieta BAREJA — Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin—Polkowice



Fig. 9

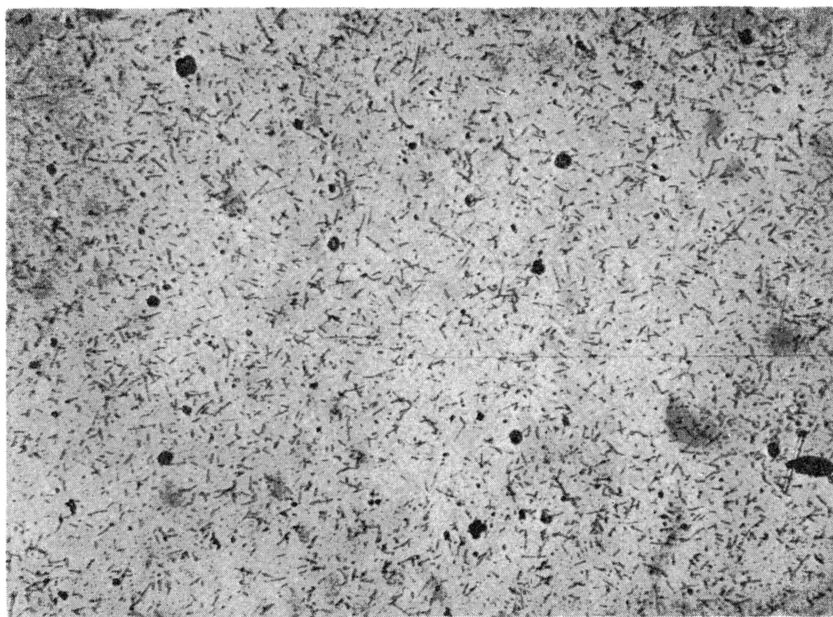


Fig. 10

Elżbieta BAREJA — Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechstyńskich utworach miedzionośnych Lubin—Polkowice

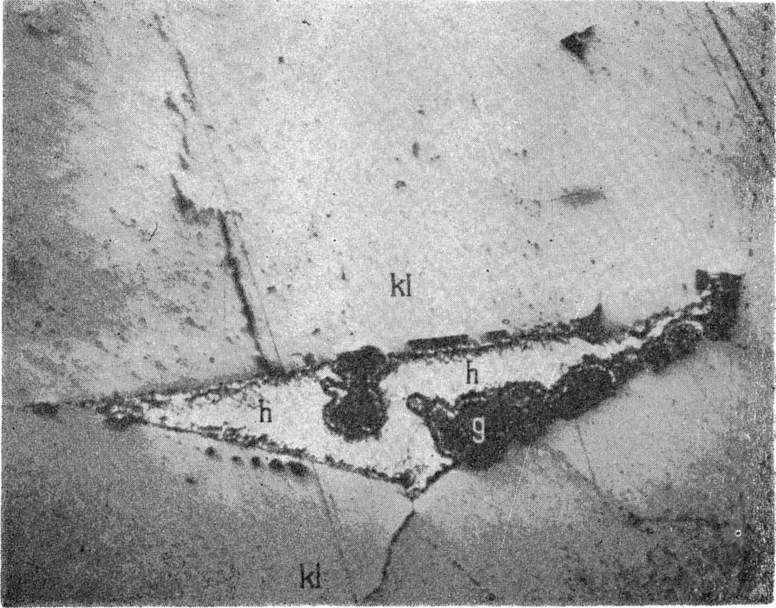


Fig. 11

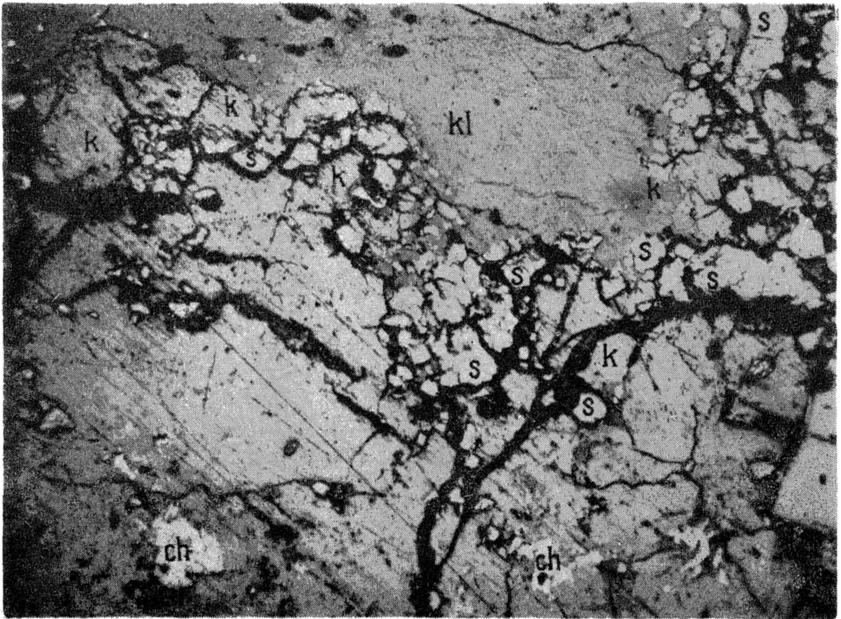


Fig. 12

Elżbieta BAREJA — Wyniki badań geochemicznych i mineralogicznych uranu w cechsztyńskich utworach miedzionośnych Lubin—Polkowice