

UKD 553.495'3/9.08:549.514.87 + 549.68 coffinit:552.512/.513 + 552.52:551.761  
(438 – 35 elbląskie, Krynica Morska – 0)

Elżbieta BAREJA

## Minerały uranu w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej

W utworach triasu rejonu Krynicy Morskiej stwierdzono rentgenograficznie minerały uranu: coffinit i nasturan. Są to najbardziej rozpowszechnione minerały w złożach „piaskowcowych” uranu w USA, w stanach Colorado i Wyoming.

### WYSTĘPOWANIE MINERALIZACJI URANOWEJ

W wyniku prac geologiczno-poszukiwawczych prowadzonych przez Instytut Geologiczny w latach 1975–1982 wykazano mineralizację uranową w utworach triasu w rejonie Krynicy Morskiej. Wcześniej mineralizacja uranowa była znana w utworach triasu z otworu wiertniczego Pasłek IG 1 (J. Kanasiewicz i in., 1965). Na podstawie dotychczasowych badań stwierdzono trzy poziomy uranonośne występujące w ściśle określonych częściach profilu triasu: górny (I), środkowy (II) i dolny (III).

**Górny (I) poziom uranonośny** związany jest z utworami górnego pstrego piaskowca (retu) lub triasu środkowego. Wyróżniono tu trzy warstwy z uranem, oznaczone od stropu triasu literami A, B, C (R. Strzelecki, 1980). Najwyższe zawartości uranu występują w warstwie IB, w szarych i szarozielonych piaskowcach i mułowcach (E. Bareja i in., 1980).

**Środkowy (II) poziom uranonośny** związany jest z dolną częścią formacji elbląskiej. Mineralizacja uranowa występuje w szarych, szarozielonych i zielonych piaskowcach i zlepieńcach, a podrzędnie mułowcach i ilowcach. Towarzyszy jej często piryt. Koncentracje uranu są bogate. Oprócz uranu w skałach zmineralizowanych stwierdzono podwyższone zawartości wanadu, selenu, ołowiu, arsenu i molibdenu.

**Dolny (III) poziom uranonośny** związany jest z formacją lidzbarską środkowego pstrego piaskowca. Mineralizacja występuje w skałach ilow-

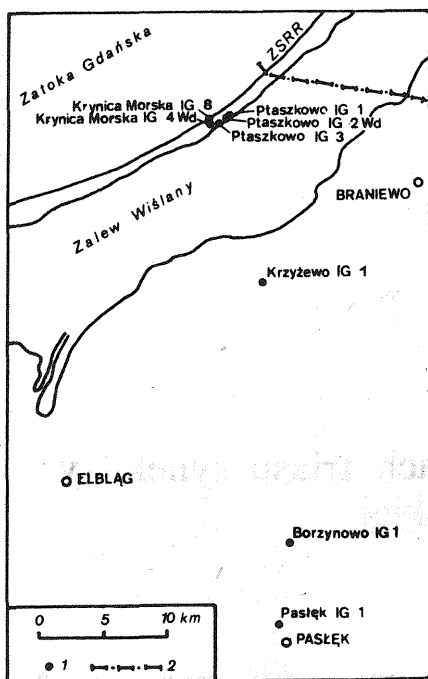


Fig. 1. Szkic sytuacyjny otworów wiertniczych w rejonie Krynicy Morskiej - Pasłęka

Location map of boreholes in the Krynica Morska - Pasłek area

1 - otwory wiertnicze; 2 - granica państwa  
1 - boreholes; 2 - state boundary

cowych barwy szarzielonej. Badań minerałów uranu nie prowadzono tu, gdyż zawartości ich są niskie (kilkadziesiąt g/t, maksymalnie 300 g/t). Poziom ten nie ma znaczenia złożowego.

## CHARAKTERYSTYKA MINERALOGICZNA ŚRODKOWEGO (II) POZIOMU URANONOŚNEGO

Badania minerałów uranu przeprowadzono na próbkach z otworów wiertniczych Ptaszkowo IG 1, Ptaszkowo IG 2/Wd, Krzyżewo IG 1, Borzynowo IG 1 i Krynica Morska IG 4/Wd (fig. 1). Mineralizacja uranowa koncentruje się tu głównie w szarych i szarzielonych piaskowcach, w mniejszym stopniu zlepieńcach i mułowcach. Odbitki stykowe i mikroradiograficzne wykazały, że w mułowcach i piaskowcach uran występuje w formie rozproszonej i jest rozmieszczony zgodnie z warstwowaniem tych skał, tworząc drobne punkty w spoiwie. Na emulsiach jądrowych obserwuje się pojedyncze tory  $\alpha$  ułożone beładnie (tabl. I, fig. 3) oraz pojedyncze centra torów  $\alpha$  (tabl. II, fig. 5). Centra te wskazują na obecność formy mineralogicznej uranu.

W wyniku badań mikroskopowych, przeprowadzonych w świetle odbitym, nie udało się zidentyfikować minerałów uranowych z uwagi na złą jakość preparatów (kruche, słabo związane piaskowce). Badania mikroskopowe w świetle przechodzącym wykazały, że w piaskowcach występują grudki i skupienia substancji ciemnej, nieprzezroczystej lub brunatnej. Prawdopodobnie część tych skupień odpowiada minerałom uranowym. Przeprowadzono więc badania nad zachowaniem się uranu we frakcjach ziarnowych piaskowców na próbkach z otworów Ptaszkowo IG 1 i Ptaszkowo IG 2/Wd o wysokich zawartościach uranu, od 0,17-1,54%.

Tabela 1

## Zawartość uranu w poszczególnych frakcjach ziarnowych piaskowców z otworów wiertniczych Ptaszkowo IG 1 oraz Ptaszkowo IG 2/Wd

Numer próbki	Otwór wiertniczy	Rodzaj skały	Zawartość uranu w %		
			próbka wyjściowa	frakcja <0,06 mm	frakcja >0,06 mm
274 Ps	Ptaszkowo IG 1	piaskowiec drobnoziarnisty z substancją węglową	1,295	3,60	0,085
276 Ps	Ptaszkowo IG 1	piaskowiec drobnoziarnisty szary	1,18	n. ozn.	0,250
286 Ps	Ptaszkowo IG 1	piaskowiec drobnoziarnisty szary	0,17	0,30	0,011
289 Ps	Ptaszkowo IG 1	piaskowiec drobnoziarnisty szary	1,54	2,40	0,060
917 Ps	Ptaszkowo IG 2/Wd	piaskowiec drobnoziarnisty szary	0,40	0,85	0,160
918 Ps	Ptaszkowo IG 2/Wd	piaskowiec drobnoziarnisty szary	0,65	3,40	0,620
919 Ps	Ptaszkowo IG 2/Wd	piaskowiec drobnoziarnisty szary	0,50	1,00	0,260

Uran został oznaczony w próbkach wyjściowych we frakcji <0,06 mm oraz > 0,06 mm.

Najwyższe zawartości uranu stwierdzono we frakcji <0,06 mm. Ilość jego wzrasta tu od dwukrotnej do pięciokrotnej w stosunku do ilości w próbkach wyjściowych (tab. 1).

W próbkach piaskowców z otworu Ptaszkowo IG 1 wydzielona została też frakcja ciężka według metodyki ogólnie stosowanej dla skał psamitowych, zawierających w spoiwie węglany (metodą trawienia materiału skalnego w 10% roztworze HCl w ciągu 24 godzin). Uran we frakcji ciężkiej (od 0,06 do 0,2 mm) występuje w ilościach niższych niż w próbkach wyjściowych, a zawartości tego pierwiastka we frakcji ciężkiej nie różnią się prawie wcale od jego zawartości we frakcji lekkiej (0,06–0,2 mm). Minerały uranu nie koncentrują się więc we frakcji ciężkiej badanych piaskowców.

Dla pięciu próbek (274 Ps, 289 Ps, 917 Ps, 918 Ps, 919 Ps z Ptaszkowa IG 1 i Ptaszkowa IG 2/Wd) piaskowców oraz wydzielonej frakcji <0,06 mm z wysokimi zawartościami uranu od 0,85 do 3,6% wykonano badania rentgenostrukturalne w Zakładzie Geochemii i Chemii Analitycznej Instytutu Geologicznego. W tab. 2 zestawione są wartości odstępów płaszczyzn sieciowych *d* i intensywności refleksów *I* próbek frakcji <0,06 mm oraz wzorców liczbowych dla kwarcu, coffinitu i illitu. W porównaniu z rentgenogramami próbek piaskowców charakteryzują się one wyższą intensywnością refleksów illitu i coffinitu. Coffinit – krzemian uranu – jest głównym minerałem uranu stwierdzonym w badanych piaskowcach. W próbce 274 Ps obserwuje się również charakterystyczne linie dla nasturanu (tab. 2). Linie takie notowane są także w próbkach badanych pirytów z wysokimi zawartościami uranu (tab. 3). Ponieważ linie refleksów nasturanu koincydują z liniami refleksów pirytu, identyfikacja nasturanu nie jest jednoznaczna i wymaga potwierdzenia za pomocą badań mikroskopowych w świetle odbitym lub w mikroanalizatorze rentgenowskim. Nasturan został wcześniej zidentyfikowany w utworach triasu – w poziomie środkowym w otworze Pasłek IG 1 przez T. Depciucha i H. Sylwestrzaka (praca niepublikowana). Badania rentgenostrukturalne wykazały także w próbce piaskowca 291 Psb z otworu Ptaszkowo IG 1 – z wysoką zawartością selenu 0,6% i ołowiu powyżej 1% – obecność selenku ołowiu –

Zestawienie odstępów płaszczyzn sieciowych  $d$  i intensywności refleksów  $I$  próbek

Próbki									
274 Ps		289 Ps		917 Ps		918 Ps		919 Ps	
frakcja <0,06 mm									
Ptaszkowo IG 1				Ptaszkowo IG 2/Wd					
$d$	$I$	$d$	$I$	$d$	$I$	$d$	$I$	$d$	$I$
14,0	2	14,0	5	14,0	2	—	—	14,0	2
10,0	6	10,0	8	10,0	5	10,0	5	10,0	5
7,1	4	7,1	5	7,1	7	7,1	4	7,1	5
4,67	3	4,67	7	4,67	3	4,65	7	4,67	3
4,46	3	4,46	4	4,46	4	—	—	—	—
4,25	15	4,25	14	4,25	14	4,25	9	4,25	12
4,04	4	—	—	4,02	3	—	—	—	—
—	—	—	—	3,85	2	3,85	2	3,85	3
3,79	6	—	—	—	—	3,79	2	—	—
—	—	—	—	3,71	3	—	—	—	—
—	—	—	—	3,53	5	3,53	4	3,53	4
3,47	7	3,49	12	3,49	5	3,48	8	3,47	6
3,35	52	3,35	76	3,35	60	3,35	36	3,35	48
3,24	4	3,24	7	3,24	13	3,24	5	3,24	10
3,20	9	3,20	4	—	—	—	—	3,18	6
3,13	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	3,03	14	3,03	13	3,03	22
2,97	5	2,97	3	—	—	—	—	—	—
2,79	2	2,78	2	—	—	2,79	3	—	—
2,70	3	—	—	—	—	—	—	—	—
2,63	3	2,64	6	2,64	2	2,64	5	2,64	2
—	—	—	—	2,56	2	—	—	—	—
—	—	—	—	2,49	2	2,49	2	2,49	3
2,45	8	2,45	8	2,45	8	2,45	3	2,45	4
2,43	2	—	—	—	—	—	—	—	—
2,28	5	2,28	4	2,28	8	2,28	5	2,28	6
2,23	3	2,23	5	2,24	3	—	—	—	—
2,21	2	—	—	—	—	—	—	—	—
2,17	2	2,18	3	2,18	2	2,18	2	2,18	2
2,13	5	2,13	7	2,13	4	2,13	4	2,13	4
—	—	—	—	2,09	3	2,09	3	2,09	4
—	—	—	—	—	—	—	—	2,01	3
1,98	3	1,98	4	1,98	3	—	—	1,98	2
1,91	2	—	—	1,91	5	—	—	1,91	3
—	—	—	—	1,87	3	—	—	1,87	3
1,84	2	1,84	1	—	—	—	—	—	—
1,82	7	1,82	8	1,82	8	1,82	6	1,82	5
1,80	3	1,80	4	—	—	1,80	3	1,80	3
—	—	1,74	2	—	—	—	—	—	—
1,67	3	1,67	5	1,67	3	—	—	—	—
1,63	3	—	—	—	—	—	—	—	—
1,54	7	1,54	7	1,54	6	—	—	1,54	5

Zawartość uranu w próbce: 274 Ps – 3,6%; 289 Ps – 2,4%; 917 Ps – 0,85%; 918 Ps – 3,4%

## piaskowców z coffinitem (frakcja &lt;0,06 mm) oraz wzorców liczbowych

Kwarc test W.I. Michiejew (1957)		Coffinit test ASTM 8-304		Illit test W.I. Michiejew (1957)		Ślady
<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	<i>d</i>	<i>I</i>	
—	—	—	—	9,98	8	chloryt
—	—	—	—	—	—	chloryt
—	—	4,66	10	—	—	—
4,24	5	—	—	4,47	8	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	skaleń
—	—	—	—	—	—	skaleń
β(3,34)	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
3,34	10	3,47	10	—	—	—
—	—	—	—	3,31	6	—
—	—	—	—	—	—	skaleń
—	—	—	—	—	—	skaleń
—	—	—	—	—	—	nasturan, piryt
—	—	—	—	—	—	kalcyt
—	—	—	—	2,98	4	galena
—	—	2,78	4	—	—	—
—	—	—	—	—	—	piryt
—	—	2,64	7	—	—	nasturan
—	—	—	—	2,56	8	—
—	—	—	—	—	—	kalcyt
2,45	5	2,46	1	2,44	4	—
—	—	—	—	—	—	—
2,28	5	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	2,18	4	—	—	piryt
2,12	5	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	kalcyt, galena
—	—	2,01	1	—	—	—
1,98	4	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	nasturan, piryt
—	—	—	—	—	—	nasturan
—	—	1,84	4	—	—	—
1,81	9	—	—	—	—	—
—	—	1,80	7	—	—	galena
—	—	1,73	4	—	—	—
1,67	5	—	—	—	—	—
—	—	1,63	1	—	—	piryt, kalcyt, nasturan
1,54	9	1,55	1	—	—	—

Tabela 3

Zestawienie wartości odstępów płaszczyzn sieciowych  $d$  i intensywności refleksów  $I$  próbek pirytu oraz wzorców liczbowych

Próbki				Piryt test ASTM 607-10		Kwarc test W.I. Michiejew (1957)		Ślady
291 Ps a		918 Ps a		$d$	$I$	$d$	$I$	
$d$	$I$	$d$	$I$					
—	—	4,25	6	—	—	4,24	5	—
3,34	10	3,35	25	—	—	3,34	10	—
3,25	5	—	—	—	—	—	—	skaleń
3,13	8	3,13	4	3,13	35	—	—	nasturan
—	—	3,03	6	—	—	—	—	kalcyt
2,70	20	2,70	10	2,71	100	—	—	nasturan
—	—	—	—	—	—	2,45	5	—
2,43	17	2,42	7	2,42	65	—	—	—
—	—	2,28	3	—	—	2,28	5	—
2,21	24	2,21	5	2,21	50	—	—	—
2,16	5	2,13	2	—	—	2,12	5	—
1,91	9	1,91	3	1,92	40	—	—	nasturan
—	—	1,82	3	—	—	1,81	9	nasturan
—	—	—	—	—	—	1,67	5	—
1,63	29	1,63	8	1,63	100	—	—	nasturan
1,56	4	—	—	1,56	14	1,54	9	—

Zawartość uranu: w próbce 291 Ps a – 1,29%; próbce 918 Ps a – 0,65%

clausthalitu (PbSe). W tab. 4 zestawiono wartości odstępów płaszczyzn sieciowych  $d$  i intensywności refleksów  $I$  próbki piaskowca 291 Ps b z clausthalitem oraz wzorce liczbowe tego minerału. Z uwagi na fakt, że jest to minerał rzadko spotykany, identyfikacja jedną metodą nie wystarcza i wymaga potwierdzenia innym sposobem.

Piryt towarzyszący mineralizacji uranowej tworzy drobne pojedyncze ziarna wykształcone idiomorficznie oraz kongregacje (tabl. II, fig. 4). Dwa rentgenogramy pirytów zestawiono w tab. 3. W badanych próbkach piaskowców z otworu Krynica Morska IG 4/Wd oraz w nielicznych próbkach z Ptaszkowa IG 1 i Ptaszkowa IG 2/Wd obserwuje się poza tym obecność dolomitu, a w pojedynczych próbkach kalcytu oraz galeny.

Wysokie zawartości uranu (do 3,2%) zarejestrowano w substancji węglowej tworzącej przewarstwienia do 1 cm grubości, przemazy i wtrącenia w piaskowcach i mułowcach środkowego poziomu uranonośnego.

#### CHARAKTERYSTYKA MINERALOGICZNA GÓRNEGO (I) POZIOMU URANONOŚNEGO

Badania mineralogiczne uranu były wykonane dla próbek piaskowców z otworu Ptaszkowo IG 3 oraz Krynicy Morskiej IG 8 (fig. 1). W próbce 651 Ps piaskowca drobnoziarnistego z Ptaszkowa IG 3 z warstwy uranonośnej IB z zawartością uranu 0,58% badaniami rentgenostrukturalnymi stwierdzony został nasturan. W piaskowcach drobnoziarnistych szarych z wkładkami węgla z tego samego

Tabela 4

Zestawienie wartości odstępów płaszczyzn sieciowych  $d$  i intensywności refleksów  $I$  próbki 291 Psb z claushtalitem oraz wzorców liczbowych

Próbka 291 Ps b		Claushtalit test ASTM I/80		Kwarc test W.I. Michiejew (1957)		Ślady
$d$	$I$	$d$	$I$	$d$	$I$	
4,25	12	—	—	4,24	5	—
4,02	6	—	—	—	—	skaleń
3,70	4	—	—	—	—	kwarc
3,49	7	3,54	30	—	—	—
3,35	80	—	—	3,34	10	—
3,24	11	—	—	—	—	skaleń
3,07	9	3,06	100	—	—	—
2,58	5	—	—	—	—	kaolinit?
2,45	8	—	—	2,45	5	kwarc
2,35	7	—	—	—	—	kaolinit?
2,28	7	—	—	2,28	5	—
2,23	10	—	—	—	—	kaolinit?
2,16	7	2,16	70	—	—	—
2,13	4	—	—	2,12	5	—
1,98	6	—	—	1,98	4	—
1,84	18	—	—	—	—	—
1,82	15	—	—	1,81	9	—
1,76	20	—	—	—	—	—
1,70	3	—	—	—	—	—
1,67	4	—	—	1,67	5	—
1,54	12	1,53	14	1,54	9	—
1,37	8	1,36	25	—	—	—

Zawartość: ołowiu > 1%, selenu 0,66%

poziomu uranonośnego z otworu Krynica Morska IG 8 zidentyfikowano coffinit. Jako minerały towarzyszące występują tu pirit i dolomit.

#### UWAGI O MINERALIZACJI URANOWEJ

Mineralizacja uranowa w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej charakteryzuje się asocjacją geochemiczną U–V–Mo–As–Se (E. Bareja, 1980; R. Strzelecki, 1980). Przeprowadzone badania rentgenograficzne pozwoliły na identyfikację coffinitu i nasturanu. Siarczki, nielicznie występujące w utworach triasu, reprezentowane są przez piryty i galenę. Udało się zidentyfikować selenek ołowiu – claushtalit. Dla potwierdzenia oznaczeń coffinitu, nasturanu i claushtalitu będą kontynuowane dalsze badania. Asocjacja geochemiczna U–V–Mo–As–Se jest typowa dla „piaskowcowych” złóż uranu w USA w stanach Colorado, Wyoming, Utah i New Mexico (J.W. King, S.R. Austin, 1966) oraz w Afryce (złóżko uranu Agades w Nigrze). Złóżka powyższe charakteryzują się występowaniem w strefie pierwotnej tlenków i krzemianów uranu – nasturanu i coffinitu oraz tlenku

wanadu – montroseitu (R.P. Fischer, 1974). Część wanadu skoncentrowana jest w roscoelicie. Molibden reprezentowany jest przez siarczki: molibdenit i jordisyt, natomiast selen przez ferroselit i clausthalit. Arsen nie tworzy minerałów własnych, występuje głównie w pirytych i markasytach.

W strefie utlenionej piaskowcowych złóż uranu asocjacji geochemicznej U – V – Mo – As – Se występują zwykle wtórne minerały uranu: uranofan i autunit, wanadyny uranylowe – karnotyt i tujamunit oraz wanadyny – häggit i corwusyt, o charakterystycznych żółtopomarańczowych barwach. Wanad i molibden w poziomach uranonośnych triasu syneklizy perybałtyckiej tworzą znacznie niższe koncentracje niż cytowane w literaturze amerykańskiej, dotyczącej piaskowcowych złóż uranu (J.W. King, S.R. Austin, 1966). Jak dotychczas, nie stwierdzono mineralogicznej formy występowania V i Mo. Podwyższone ich koncentracje skupione są we frakcji <0,06 mm piaskowców, co sugeruje, że występują one najprawdopodobniej w minerałach ilastych. Arsen obecny jest w pirytych w ilości do 0,1%.

Coffinit zidentyfikowany w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej należy do najbardziej rozpowszechnionych minerałów uranu z grupy krzemianów. Według C. Frondela (1958) jest to krzemian uranowy, w którym  $UO_2$  może zastępować  $SiO_2$  w różnych proporcjach. Zdaniem E.Z. Burjanowej (1972) wzór chemiczny coffinitu ma postać  $USiO_4$ . Zawartość uranu w coffinicie wynosi według C. Frondela (1958) około 40%, a według R. Stieffa i in. (1956) około 70%. Coffinit jest głównym minerałem uranowym występującym w formacji uranonośnej pstry w paleozoiku (A.B. Chalezow, A.S. Awdonin, 1974). Asocjuje zwykle z substancją organiczną, zastępując razem z pirytem tkanki roślinne. Tworzy paragenezy z nasturanem, chlorytem, hydromikami, kwarcem i pirytem. Wielu autorów wskazuje na podobieństwo izotropowego coffinitu z nasturanem i możliwość jego przeobrażenia z nasturanu (B.W. Brodin, B.S. Osipow, 1973).

Paragenezy mineralne w znanych złożach piaskowcowych uranu świadczą o podwyższonej redukcji i alkaliczności środowiska w momencie tworzenia nasturanu i coffinitu (J.M. Bajuskin, J.R. Dikow, 1974; H.A. Quidwai, M.L. Jensen, 1979). Według D. Langmuira (1978) w obecności dostatecznej ilości krzemionki w roztworze (>60 g/t Si) następuje wytrącanie się raczej coffinitu niż nasturanu. A.B. Chalezow, A.S. Awdonin (1974) tłumaczą obecność Si w roztworach rozpuszczaniem albitu terygenicznego ze skał otaczających przez pokładowe wody utleniająco-alkaliczne. Wytrącanie coffinitu następowało w miejscach skupień substancji organicznej, w warunkach redukcji uranu i częściowej neutralizacji roztworów alkalicznych.

Powstanie mineralizacji uranowej w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej w poziomie środkowym (II) i górnym (I) związane jest z procesami epigenetycznymi. Utwory piaskowcowo-zlepieńcowe, szare i szarozielone, nieutlenione i słabo zlitfikowane, zawierające substancję organiczną i siarkowodór, były strefami redukcji uranu z roztworów krążących w osadach triasu.

W skałach ilowcowo-mułowcowych poziomu dolnego (III) koncentracje uranu należy wiązać z syngenetycznymi procesami redukcji uranu przez substancję organiczną i adsorbcję przez minerały ilaste. Procesy te są wystarczające dla powstania niewielkich koncentracji uranu w tym poziomie.



## PIŚMIENNICTWO

- BAREJA E. (1980) — Wyniki badań mineralogicznych uranu w utworach triasu syneklizy perybałtyckiej na tle znanych „piaskowcowych” złóż uranu. *Kwart. Geol.*, **24**, p. 935, nr 4.
- BAREJA E., SALDAN M., STRZELECKI R. (1980) — Wstępne wyniki badań mineralizacji uranowej w utworach triasu w rejonie Krynicy Morskiej — Pasłęka. *Kwart. Geol.*, **24**, p. 934, nr 4.
- FISCHER R.P. (1974) — Exploration guides to new uranium districts and belts. *Econ. Geol.*, **69**, nr 3.
- FRONDEL C. (1958) — Systematic mineralogy of uranium and thorium. Washington.
- KANASIEWICZ J., SALDAN M., UBERNA J. (1965) — Uranonośność pstrego piaskowca okolic Pasłęka. *Biul. Inst. Geol.*, **193**, p. 171–205.
- KING J.W., AUSTIN S.R. (1966) — Some characteristics of roll-type uranium deposits at Gas Hills, Wyoming. *Min. Engin.* p. 73–80.
- LANGMUIR D. (1978) — Uranium solution — mineral equilibria at low temperatures with applications to sedimentary ore deposits. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **42**, nr 6.
- QUIDWAI H.A., JENSEN M.L. (1979) — Methodology and exploration for sandstone-type uranium deposits. *Min. Dep.*, **14**, p. 137–152.
- STIEFF R., STERN T.W., SHERWOOD A.W. (1956) — Coffinite and uranous silicate with hydroxyl substitution a new mineral. *Am. Miner.*, **41**, p. 675–688.
- STRZELECKI R. (1980) — Wyniki badań mineralizacji uranowej w triasie syneklizy perybałtyckiej. *Kwart. Geol.*, **24**, p. 933–934, nr 4.
- БАЮСКИН И.М., ДИКОВ Ю.Р. (1974) — О силикатах урана в процессе гидротермального уранового рудообразования. *Геохимия*, № 2.
- БРОДИН Б.В., ОСИПОВ Б.С. (1973) — Коффинит из месторождений хлорито-гидросланцевой урановородной формации. *Зап. Всес. Минер. Общ. Сер.*, **2**, стр. 102, вып. 4.
- БУРЬЯНОВА Е.З. (1972) — Определитель минералов урана и тория. Изд. Недра. Москва.
- ХАЛЕЗОВ А.Б., АВДОНИН А.С. (1974) — Коффинит из красноцветной толщи. *Сов. Геол.*, № 3.
- МИХЕЕВ В.И. (1957) — Рентгенометрический определитель минералов. Госгеолтехиздат. Москва.

Эльжбета БАРЕЯ

## УРАНОВЫЕ МИНЕРАЛЫ В ПОРОДАХ ТРИАСА НА ТЕРРИТОРИИ ПРИБАЛТИЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

### Резюме

В статье описаны результаты изучения урановых минералов пестрого песчаника и среднего триаса в районе Крыницы Морской в Прибалтийской синеклизе (фиг. 1). По полученным данным установлено наличие трех ураноносных горизонтов.

Нижний (III) ураноносный горизонт залегает в лидзбарской свите среднего пестрого песчаника и приурочен к серым и зеленым аргиллитам, содержащим мало урана. Минералы урана в этом горизонте не изучались.

Средний (II) ураноносный горизонт залегает в подошве эльблонгской свиты верхнего пестрого песчаника. Этот горизонт наиболее богат ураном. Он приурочен к мелко и крупнообломочным отложениям серого и серозеленого цвета. Для изучения пород пользовались следующими ме-

тодами: под микроскопом в проходящем и отраженном свете, микрорадиографическим (таб. 2—4) и рентгеноструктурного изучения выделенной фракции песчаников  $<0,06$  мм. В итоге были определены минералы урана коффинит и настуран.

Эти же минералы обнаружены в образцах серых мелкозернистых песчаников верхнего (I) ураноносного горизонта, стратиграфически принадлежащего к верхнему пестрому песчанику или среднему триасу.

В заключении дается характеристика геохимических ассоциаций и минеральных парагенезисов изучавшихся пород.

Elżbieta BAREJA

### URANIUM MINERALS IN TRIASSIC ROCKS IN THE PERI-BALTIC SYNECLISE

#### Summary

The paper presents results of studies on uranium minerals in Buntsandstein and Middle Triassic rocks from the vicinities of Krynica Morska, the Peri-Baltic Syncline (Fig. 1). The hitherto obtained data made it possible to find three uranium-bearing horizons in that area.

The lower uranium-bearing horizon (III) is situated in the section of Lidzbark Formation (Middle Buntsandstein), being related to gray and green claystones. Content of uranium in these claystones is low and this horizon was not covered by the studies on uranium minerals.

The middle uranium-bearing horizon (II) is situated at the base of Elbląg Formation (Upper Buntsandstein). The horizon, characterized by the richest uranium mineralization, is related to fine- and coarse-grained sediments, gray and gray-green in colour. The studies involving microscopic analyses in transmittent and reflected light, microradiographic analyses (Tables 1—2) and X-ray-structural ones on the separated below 0.06 mm fraction of sandstones, made it possible to identify uranium minerals: coffinite and nasturan.

The same minerals as above have been also identified in samples of gray fine-grained sandstones of the upper uranium-bearing horizon (I). That horizon is stratigraphically related to Upper Buntsandstein or Middle Triassic rocks.

Final part of the paper presents an attempt to characterize geochemical associations and mineral parageneses of the studied strata.

#### TABLICA I

Fig. 2. Piaskowiec drobnoziarnisty szary o spoiwie ilasto-węglanowym; próbka 289 Ps, otwór Ptaszkowo IG 1, głęb. 798,80—798,90 m; formacja elbląska — górny pstry piaskowiec; powierzchnia polerowana; pow.  $1,5 \times$

Gray fine-grained sandstone with clay-carbonate cement; sample 289 Ps, borehole Ptaszkowo IG 1, depth 798.80—798.90 m; Elbląg Formation — Upper Buntsandstein; polished section;  $\times 1.5$

Fig. 3. Równomierne rozmieszczenie pojedynczych torów  $\alpha$  w piaskowcu próbki 289 Ps (z fig. 2). Mikroradiografia płytki cienkiej wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 6 dni; pow. ok.  $200 \times$

Uniform distribution of single  $\alpha$  tracks in sandstone (sample 289 Ps from Fig. 2). Microradiography of thin section, made on a contact print glass covered with nuclear emulsion. Exposition time — 6 days;  $\times c. 200$

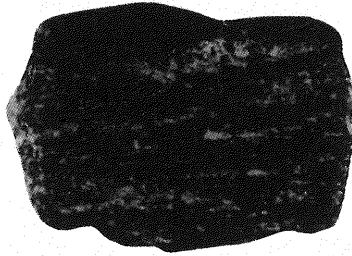


Fig. 2

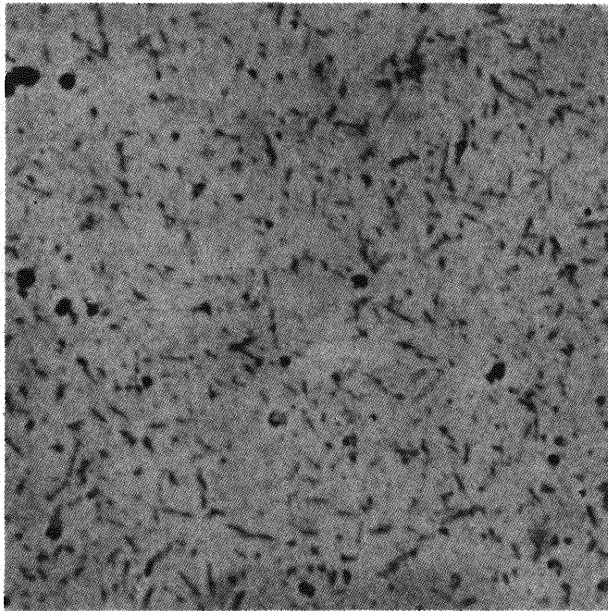
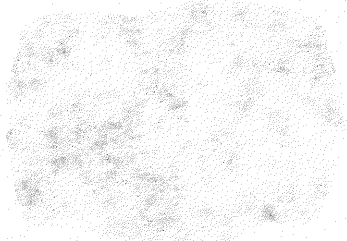


Fig. 3



#### TABLICA II

Fig. 4. Konkrekcja pirytu z drobnoziarnistego szarego piaskowca; próbka 291 Ps, otwór Ptaszkowo IG 1, głęb. 799,0–799,09 m; formacja elbląska – górny pstry piaskowiec; powierzchnia polerowana; pow. 1,5 ×

Pyrite nodule from gray fine-grained sandstone; sample 291 Ps, borehole Ptaszkowo IG 1, depth 799.0–799.09 m; Elbląg Formation – Upper Buntsandstein; polished section, × 1.5

Fig. 5. Centrum torów  $\alpha$  w piaskowcu z pirytu (próbka 291 Ps). Mikroradiografia szlifów polerowanego wykonana na szkiełku stykowym pokrytym emulsją jądrową. Czas ekspozycji 6 dni; pow. ok. 350 ×

Center of  $\alpha$  tracks in sandstone with pyrite (sample 291 Ps). Microradiograph of polished section, made on a contact print glass covered with nuclear emulsion. Exposition time – 6 days, × c. 350



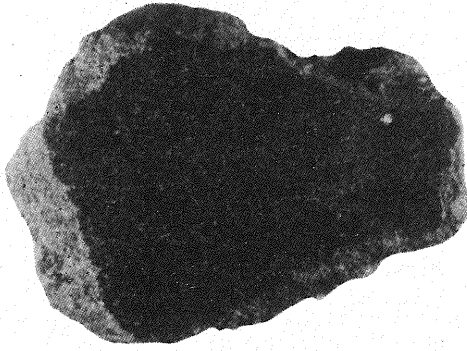


Fig. 4

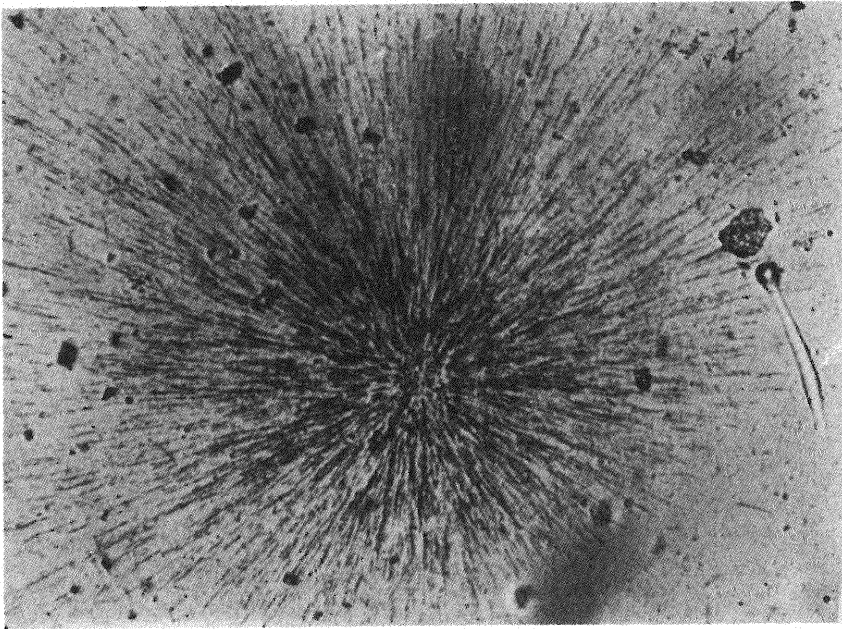


Fig. 5