

Wydobycie uranu i rafinowanie radu w St. Joachimsthal (Jáchymovie)

Jamesie L. Marshall

Rzadko pamięta się o produkcji soli radu w fabryce Urangelbfabrik w St. Joachimsthal. Fakt uszlachetniania i oczyszczania rudy uranu przez przedsiębiorstwa Armet de Lisle we Francji, Standard Chemical Company w USA i Union Minière du Haut Katanga w Belgii jest zdecydowanie bardziej znany. Autorzy tej publikacji chcą wypełnić tę lukę i przywrócić należne miejsce St. Joachimsthal w historii fizyki i medycyny. Dołączono też nigdy wcześniej nie publikowane fotografie St. Joachimsthal.

Uranium mining & radium refining in St. Joachimsthal/Jáchymov

The production of radium salts in the St. Joachimsthal factory, the Urangelbfabrik, is far less well known than the uranium ore & radium refining operations undertaken by Armet de Lisle's company in France, the Standard Chemical Company in the USA and the Union Minière du Haut Katanga in Belgium. Some previously unpublished photographs of St. Joachimsthal are included.

Słowa kluczowe: rad, blenda uranowa, uraninit, St. Joachimsthal, Jáchymov, szkło barwione uranem

Key words: radium, pitchblende, St. Joachimsthal, Jáchymov, uranium glass

Wstęp

Sięgając do źródeł w piśmiennictwie, natrafiamy na wzmianki o produkcji soli radu, które zazwyczaj ograniczają się do pierwszej dekady XX wieku i działań Armeta de Lisle (1853-1926) w Paryżu, przedsiębiorstwa Buchlera w Braunschwiku i Fryderyka Giesela (1853-1927). Kiedy w 1898 r. odkryto rad, de Lisle & Giesel mieli już pewne zbliżone doświadczenia. Pracowali wcześniej w przedsiębiorstwach produkcji chininy, a znaczna część procesu chemicznego przetwarzania przy produkcji chininy okazała się zbliżona do tej, jaka potem była stosowana w przypadku soli radu. Później w Stanach Zjednoczonych powstała Standard Chemical Company w Pittsburgu i wywodząca się z niej Radium Chemical Company, Union Minière du Haut w Katandze od lat 20., a w końcu – Eldorado Gold Mines Ltd. w Kanadzie. Były to najważniejsze przedsiębiorstwa rafinujące sól radu. Chociaż niestety źródła zazwyczaj lekceważą produkcję soli radu w St. Joachimsthal, to aż do 1913 r., czyli tuż przed wybuchem pierwszej wojny światowej, była ona znaczna, a szczególne znaczenie miała dla Instytutu Badań nad Radem w Wiedniu.

W *Nowotwory Journal of Oncology* opublikowano ostatnio dwie prace traktujące o blendzie uranowej z St. Joachimsthal i o uszlachetnianiu radu [1, 2]. Jednak oprócz certyfikatu Société Minière Radu de St. Joachimsthal z 1912 r. [2] nie ma żadnej wzmianki o jakiegokolwiek fabryce uszlachetniania radu w St. Joachimsthal, a jedynie odniesienie do kopalni (bez wymienienia nazwy), które dostarczała blendę uranową Państwu Curie w Paryżu.

Symbol miasta

Na Rycinie 1 przedstawiono symbol miasta St. Joachimsthal, prawdopodobnie nadany już po 1945 r., na którym widać symbol atomu boru. Zdjęcie wykonano w 2003 r.

Blenda uranowa z St. Joachimsthal 1904 r.

Początkowo, kiedy Państwo Curie uzyskiwali tony uraninitu z Joachimsthal, materiał ten uważano za bezużyteczne odpady. Jednak od 1904 r. sytuacja się zmieniła. Świadczą o tym następujące słowa z brytyjskiego podręcznika na temat radu [3]: „Największa ilość bromku radu uzyskana do tej pory z jakiegokolwiek rudy to około 4 g z jednej tony rudy wydobytej przez F. Giesela. Cała reszta pochodzi wyłącznie z miejsca zwanego Joachimsthal w Bohemii, gdzie znajdują się bardzo duże pokłady blendy uranowej. Przez lata materiał ten uważano za bezwartościowy i każdy chciał się go pozbyć. Znany jest



Ryc. 1. Symbol miasta przy północnym wjeździe do Jáchymova
{zdjęcie: J.L. Marshall, 2003}

fakt wyrzucenia na śmietnik ogromnej ilości tego surowca przez pewnego chemika z Londynu. To, co dawniej uważano za odpady, dziś ma bardzo dużą wartość – rząd austriacki zabronił wywożenia tego poza granicę” [3].

Szkło i porcelana barwione uranem

Sto lat później (1904-2003) dyskutowano o blendzie uranowej na łamach *Journal of the Czech Geological Society* [4]. Fabryka (radu) została wymieniona *explicite*

(choć nie z nazwy), jej powstanie powiązано z procesem barwienia szkła i porcelany. „Przez wieki górnicy z Jáchymova uważali uraninit za odpadek i pozbywali się go. Dopiero zastosowanie składowych uranowych jako barwnika przy produkcji szkła i porcelany wzbudziło zainteresowanie blendą. Wzrost zapotrzebowania na żółty, pomarańczowy i czarny barwnik stał się przyczyną zarówno zainteresowania wydobyciem uraninitu, jak i odzyskiwaniem surowca ze starych śmietnisk. Odkrycie przez Marię Skłodowską-Curie i Piotra Curie pierwiastków polonu i radu oparto na przetwarzaniu materiału pozostałego z produkcji barwników uranowych w Jáchymovie. Gdy zmniejszył się popyt na barwniki, fabrykę przeprofilowano na produkcję związków radu. Jednak również ten program został wstrzymany po odkryciu dużych pokładów uranu w Kanadzie i Kongo, dostarczających taniego uraninitu”. [4]. Rycina 2 przedstawia przykładowe wyroby ze szkła barwionego uranem oraz próby wykonywane z użyciem światła ultrafioletowego.

Uraninit – blendra uranowa

Uraninit (blendra uranowa – UO_2) jest jednym z podstawowych minerałów uranu [5]. Uraninit z okolic Joachimsthal wprowadzony został do piśmiennictwa przez niemieckiego doktora medycyny F.E. Brückmanna w 1727 r. Sporządził on szczegółowy opis w traktacie pt. *Świadczenia wielkości Boga pod powierzchnią Ziemi*. Uraninit widnieje tam jako „Schwartz, Bech Eetz” (tzn. czarna ruda), która zawiera srebro, miedź i ołów [3]. Nazwę *uranin* (późniejszy *uraninit*) wprowadził Wilhelm von Haidinger (1795-1871) [6] w monografii o mineralogii z 1845 r. [3]. Von Haidinger został w 1839 r. dyrektorem nowo założonego Muzeum Górniczego w Wiedniu, a w 1849 r. po połączeniu tej placówki z Austriackim Cesarskim Instytutem Geologicznym [6] wyznaczono go na dyrektora całej instytucji.



2a



2b

Ryc. 2. {a} Wyroby szklane barwione uranem: świecznik, filiżanka i szklana rurka. {b} W świetle ultrafioletowym widać, że brak jest fluorescencji, co wskazuje, że nie zawiera uranu. Wszystkie inne próbki są – jak widać – ze szkła barwionego uranem. {dzięki uprzejmości Oak Ridge Associated Universities Health Physics Museum oraz Dr. Paula Frame}



3a



3b

Ryc. 3. {a} Pocztówka z 1915 r. z wystawy w ratuszu Jáchymova. Północno-zachodni widok; kościół św. Joachima, ratusz i mennica są 2 km na północ, za wzgórzem po lewej stronie, poza polem widzenia. Na pocztówce zaznaczono Pałac Radowy i *Urangelbfabrik* [7]. {b} Pałac Radowy, 2002 r. [13]

Urangelbfabrik

Fabryka radu w St. Joachimsthal nazywała się *Urangelbfabrik* (Cesarsko-królewska Fabryka Żółtego Barwnika Uranowego); widać ją na pocztówce z 1915 r. (Ryc. 3) [7], na której widnieje również *Radium Palace* (Pałac Radowy). Hotel ten zbudowano w 1912 r. i od tego czasu aż do końca wieku był to największy budynek w St. Joachimsthal (Jáchymovie) [1]. *Urangelbfabrik* mieściła się po przeciwnej stronie ulicy. Fabrykę zburzono w 1938 roku, a dzisiaj znajduje się w tym miejscu pomnik Curie. Ryciny 4-6 to fotografie wykonane wewnątrz *Urangelbfabrik*, gdzie przetwarzano tony rudy uranu, aby uzyskać dziewięć różnych odcieni barwnika [7]. Przypominają bardzo zdjęcia zrobione w 1904 r. w fabryce Armeta de Lisle'a w Paryżu [2].

Wydobycie uranu trwało tam do 1964 r. (wówczas złoża zostały w zasadzie wyczerpane). W trzech kopalniach: Svornost, Rovnost i Bratrstvi wydobywali rudę w warunkach pracy niewolniczej więźniowie sowieckich obozów. Svornost (Jedność) otrzymała swoją nazwę w 1530 r. dla uczczenia pamięci o sporze między dwoma klanami. Oprócz srebra w kopalni Svornost wydobywano też inne metale: nikiel, kobalt, arsen i bizmut [7].



Ryc. 5. Czyszczenie kadzi



Ryc. 4. Przetwarzanie rudy uranu w ogromnych kadziach



Ryc. 6. Element procesu krystalizacji w trakcie wytwarzania soli radowych

W 1981 r. kopalnie Rovnost i Bratrstvi zostały zalane. Kopalnia Svornost została przemianowana na Concordia (łaciński odpowiednik słowa jedność) [8].

W XXI wieku w piwnicach Pałacu Radowego nadal można zażyć kąpiele radonowych, a woda jest dostarczana bezpośrednio z dawnej kopalni Svornost [7]. W Inter-

necie możemy znaleźć ogłoszenia zachwalające terapię radonem w trzech hotelach w Jáchymovie (4-gwiazdkowym Pałacu Radowym, 3-gwiazdkowym Spa Hotelu Curie i 3-gwiazdkowym Spa Hotelu Akademik Behounek). Wymienia się tam następujące wskazania: „choroby organów ruchu, stany zapalne, zwyrodnienia, stany pourazowe, choroby obwodowego układu nerwowego, zaburzenia przemiany materii, specjalne programy dla seniorów” [9].

Historia zagłębia rudy Jáchymov (Joachimsthal)

Historię zagłębia rudy Jáchymov opisano w *Journal of the Czech Geological Society* w 1997 r. [10]. Podzielono ją na pięć okresów: srebra, kobaltu i srebra, uranu (jako barwnika), uranu (przy wydobyciu radu) i uranu (jako surowca nuklearnego). Podsumowanie produkcji uranu w latach 1853-1913 i radu w okresie 1909-1945 przedstawiono w Tabeli I. Natomiast Tabela II przedstawia przegląd produkcji [10] różnych innych metali wydobywanych w St. Joachimsthal.

Tab. I. Szacunkowa produkcja uranu i radu [10]

Okres	Uraninit (kg)	U (kg)
1853-1900	98,315	83,400
1901-1913	52,265	44,300
Okres	Rad (gram)	
1909-1936	61,7	
1939-1945	15,8	

Tab. II. Przegląd produkcji w St. Joachimsthal [10]
■ W latach 1755-1810 produkcja srebra wyniosła 60 ton

Metal	Okres	Ciężar (kg)
Srebro	1517-1900■	554,436
Ruda kobaltu jako barwnik	1775-1851	1,824,227
Kobalt i tlenki niklu	1855-1894	33,429
Ołów	1775-1893	20,771
Arsen	1868-1894	20,928
Tlenek bizmutu	1868-1883	10,305
Bizmut	1859-1894	11,363

W 1913 r., ostatnim według Tabeli I roku wydobywania uraninitu w Jáchymovie, a jednocześnie u zarania przemysłowego wydobywania uranu z pokładów karnotytu w Kolorado i Utah [11], Charles Parsons, szef Division of Mineral Technology, US Bureau of Mines, wygłosił

przed Amerykańskim Kongresem Górniczym w Filadelfii następujące słowa: „Wierzono, że głównym źródłem radu jest ruda, a w szczególności ta pochodząca z kopalń pod kontrolą austriackiego rządu w Joachimsthal, w Bohemii, a blenda uranowa to najbogatsza i najbardziej poszukiwana ruda radu. Poza Austrią jedyne znaczące złoża uraninitu stwierdzono w okręgu Gilpin w stanie Colorado; dotychczas wydobyto tam około 30 ton”.

Srebrne talary Marii Teresy

W latach 1520-1528 wybito ponad dwa miliony srebrnych monet (talarów) [2]; dziś oryginały można znaleźć jedynie w muzeach i prywatnych zbiorach. Rycina 7 pokazuje srebrny talar Marii Teresy z 1780 r., zakupiony w 2008 r. za cenę nieznacznie przekraczającą wartość srebra.



Ryc. 7. Srebrne talary Marii Teresy. W Austrii panował zwyczaj emitowania pamiątkowych monet po śmierci panującego, stąd w 1780 r. bito monety dla cesarzowej Marii Teresy (1740-1780). Ta moneta ma średnicę 39,5 mm i zawartość srebra 83,3%, pozostały skład to miedź; moneta waży 28,07 g {zdjęcie R.F. Mould}

„Aplikatory z Jáchymova” i brachyterapia radem

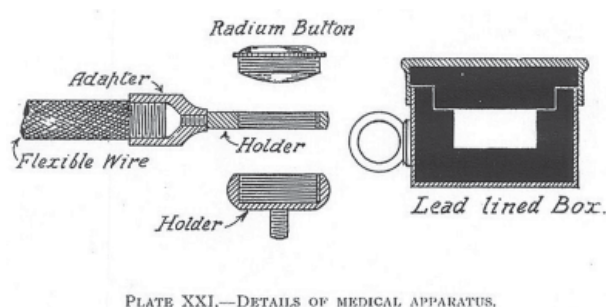
Nawet dzisiaj, w XXI wieku, w ofercie kilku hoteli uzdrowiska Jáchymov proponowane jest powierzchowne leczenie radem, obok kąpiele radonowych [12, 13]. Se-



Ryc. 8. Brachyterapia radem w Pałacu Radowym w XXI wieku [13]

anse lecznicze składają się z sześciogodzinnej ekspozycji na działanie ^{226}Ra lub ^{60}Co , zawartych w aplikatorach z pleksi, z podaniem powierzchniowej dawki 1,8-2,8 Gy. Rycina 8 przedstawia leczenie w Sanatorium „Astoria” i Instytucie Terapii „Brachyradium”. Jest to leczenie „tradycyjne, wykonywane od roku 1910”, a „rezerwacji można dokonać przez centralę telefoniczną Pałacu Radowego” [13].

Pierwsze zastosowania leczenia radem miały miejsce właśnie w chorobach skóry [14]. Prawdopodobnie wówczas powstał pomysł komercyjnego wykorzystania „aplikatorów Jachymowskich”. Obecnie, w 2009 r. używa



Ryc. 9. Aplikator do brachyterapii radem z 1904 r. [14]

się znacznie mniejszych dawek niż te, które podawali w Instytutach Radowych w początkach XX wieku Louis Wickham w Paryżu, Howard Pinch w Londynie lub Vincent Czerny w Heidelbergu.

Rycina 9 przedstawia przykład aplikatora radu z 1904 r. [3], którego źródło przymocowane było do elastycznego drutu. Istnieje również wiele przykładów z początku XX wieku, gdzie aplikator trzymany był przez samego pacjenta przy skórze.

James L. Marshall, PhD
 Department of Chemistry
 University of North Texas
 1155 Union Circle # 305070
 Denton, TX 76203-5070
 USA
 e-mail: jimmm@unt.edu

Piśmiennictwo

1. Robison RF, Mould RF. St. Joachimstal: pitchblende, uranium and radon-induced lung cancer. *Nowotwory J Oncol* 2006; 56: 275-81.
2. Mould RF. Uranium mining & refining, W: Mould RF. *Radium History Mosaic. Nowotwory J Oncol* 2007; 57, suppl 4, 99-127.
3. Levy LA, Willis HG. *Radium & Other Radio-Active Elements. A Popular Account Treated Experimentally*. London: Percival Marshall, 1904, 19-20.
4. Veselovsky F, Ondrus P, Gabasova A i wsp. History of discovery & study of new primary minerals at Jáchymov. *J Czech Geological Society* 2003; 48: 207-8.
5. Chiappero PJ. Gîtologie et mineralogy de l'uranium et du thorium. W: Schubnel HJ (red). *Histoire Naturelle de la Radioactivité*. Paris: Galérie de Minéralogie et de Géologie, Jardin des Plantes, 1996, s. 64.
6. Veselovsky F, Ondrus P, Horak V. Who was who? – In names of secondary minerals discovered in Jáchymov (Joachimsthal). *J Czech Geological Society* 1997; 42: 123-6.
7. Marshall JL, Marshall VR. Rediscovery of the elements Jáchymov (Joachimsthal), Czech Republic. *The Hexagon* {of the Alpha Chi Sigma Professional Chemistry Society, USA} Winter 2008, 68-71, 75.
8. Goldschmidt B. *Atomic Rivals*. New Brunswick: Rutgers Press, 1990, 28-44.
9. Jachymov Hotels – Jachymov. http://kingwenceslas.co.uk/spas/spas_7/location_9 {odczytano w marcu 2008}
10. Veselovsky F, Ondrus P, Komink J. History of the Jáchymov (Joachimsthal) ore district. *J Czech Geological Society* 1997; 42: 127-32.
11. Parsons CL. Our radium resources. *J Industrial & Engineering Chemistry* 1913; 5: 943-6.
12. Frame PW. Jáchymov: cradle of the atomic age {odczytano w sierpniu 2009}. <http://www.orau.org/PTP/articlesstories/jachymov.htm>
13. Güntharová H, Surová M, Honnek B i wsp. *Jáchymov St. Joachimsthal. Médeia Bohemia brochure, Léčebné lázně Jáchymov a.s. = Jáchymov Spa Company*, 2000.
14. Wickham L, Degrais P. *Radiumtherapy*. London: Cassell, 1910.

Przyjęto do druku: 5 września 2009 r.