

Jan Czochralski, polski chemik
i metaloznawca, opracował
m.in. metodę pozyskiwania
monokryształów
wykorzystywaną do dziś

Paweł E. Tomaszewski

Jan Czochralski, ojciec cywilizacji elektronicznej – czyli jak „twórczy błąd” zmienił losy świata

Sejm Rzeczypospolitej ustanowił rok 2013 Rokiem Jana Czochralskiego. W ten sposób po raz pierwszy od ponad 60 lat oficjalnie uhonorowano tego wybitnego uczonego, przedwojennego profesora Politechniki Warszawskiej. Jego nazwisko jest najczęściej wymienianym w publikacjach naukowych nazwiskiem polskiego uczonego, tymczasem w kraju pozostaje osobą nieznaną.

Dziś nie ma już wątpliwości, że prof. Jan Czochralski należy, obok Mikołaja Kopernika i Marii Skłodowskiej-Curie, do trójki najsłynniejszych i największych polskich uczonych. Niestety, splot okoliczności i zwykła ludzka zawiść sprawiły, że przez ponad pół wieku prawie nic o nim nie wiedzieliśmy. Dopiero w 2011 roku Politechnika Warszawska, jego macierzysta uczelnia, zdobyła się na długo oczekiwany gest rehabilitacji swego przedwojennego profesora.

Czochralski urodził się 23 października 1885 roku w rodzinie rzemieślniczej w wielkopolskiej Kcyni, wówczas w zaborze pruskim. Z rodzinnego domu wyniósł etos pracy, wzmocniony późniejszą praktyką w aptekach – ówczesnych małych fabrykach farmaceutycznych. Był dzieckiem spragnionym wiedzy, bystrym obserwatorem przyrody – nie dziwi więc, że po zakończeniu nauki w miejscowym seminarium nauczycielskim wyjechał do najbliższego miasta uniwersyteckiego – Berlina. Obiecał rodzicom, że wróci, jak będzie sławny. Dotrzymał tej obietnicy.

W Berlinie Czochralski pracował w laboratoriach metaloznawczych koncernu AEG, a od 1917 roku kierował największym w Niemczech laboratorium przemysłowym w firmie Metallbank und Metallurgische Gesellschaft we Frankfurcie nad Menem. Był uznanym specjalistą. Przełom XIX i XX wieku to czas wielkiego rozwoju nauki i techniki, a młody Czochralski aktywnie włączył się w tę rewolucję przemysłową i naukową. Wymagało to nie tylko dokonywania odkryć naukowych, ale przede wszystkim opracowania odpowiednich metod badawczych, przyrządów i teorii wyjaśniających zaobserwowane zjawiska. Ówczesni naukowcy byli więc wszechstronnymi badaczami. Trudno wymienić wszystkie prace Czochralskiego, który np. jako pierwszy polski uczony wykorzystywał w badaniach dyfrakcję promieniowania rentgenowskiego – i to zaledwie kilka lat po jej odkryciu. Nie bez znaczenia są także jego zainteresowania pozanaukowe: sporządził np. płyn do trwałej ondulacji (stosowany jeszcze w pierwszych latach XXI wieku), Proszek od kataru z Gołąbkim, namiastkę herbaty w płynie Optimum, środek przeciw odmrożeniom Antymrozyna czy lampę acetylenową.

RADIOMIKROSKOP, METAL B I MONOKRYSTAŁY

Dziś należy pamiętać o trzech najciekawszych i najważniejszych odkryciach Czochralskiego. Pierwsze to tzw. radiomikroskop – urządzenie do badania składu próbek metali i stopów, a dokładniej rodzaju i rozmieszczenia wtrąceń niemetalicznych. Przyrząd, będący połączeniem mikroskopu metalograficznego i układu odbiorczego radia krysz-

tałkowego, opracowany w 1925 roku, można uważać za pierwowzór współczesnych skaningowych mikroskopów analizujących (SPM). W 1986 roku Gerd Binnig i Heinrich Rohrer otrzymali za nie Nagrodę Nobla z fizyki.

Drugie odkrycie przyniosło Czochralskiemu sławę i bogactwo w okresie międzywojennym – to stop na panewki łożysk ślizgowych dla kolejnictwa nazwany metalem B (od niemieckiego bahnmittel; w 1924 roku Czochralski otrzymał na niego patent). Niedostępną cynę zastąpiono w nim ołowiem, udało się też pogodzić różne sprzeczne właściwości wykorzystanych materiałów. Stop miał być miękki (by dobrze smarował oś wagonu), ale jednocześnie na tyle twardy, aby nie zużywał się zbyt szybko. Odkrycie Czochralskiego zrewolucjonizowało ówczesny transport kolejowy największych potęg gospodarczych świata.

I wreszcie trzecie odkrycie, które przyniosło Czochralskiemu zasłużoną chwałę – to tzw. metoda Czochralskiego. Bez niej nie byłoby rewolucji półprzewodnikowej oraz wszechobecnej elektroniki, można wręcz powiedzieć – współczesnej cywilizacji. Chodzi nie tylko o różne urządzenia zawierające procesory zbudowane na kawałku kryształu krzemu otrzymanego metodą Czochralskiego (telefony komórkowe, karty bankomatowe czy komputery), ale całą sferę przekazywania i gromadzenia informacji.

Metoda Czochralskiego dotyczyła otrzymywania monokryształów metali (dawniej mówiono o pojedynczych kryształach). Uczony słusznie bowiem uważał, że tylko badanie monokryształów, czyli materiałów o bardzo dobrze uporządkowanym ułożeniu atomów w ich strukturze, pozwoli poprawnie scharakteryzować materiał. Kiedy w 1948 roku Amerykanie odkryli złącze półprzewodnikowe również domyślali się, że dobra praca tranzystora wymaga wykorzystania do jego budowy monokryształów germanu. Poszukiwali więc możliwości ich otrzymywania w sposób przemysłowy.

Tu do akcji wkroczył Gordon Teal, który znał metodę Czochralskiego. Wyciąganie monokryształów półprzewodników wymagało jednak wykorzystania specjalnych osłon potrzebnych do zapewnienia odpowiedniej atmosfery gazowej i bardzo wysokich temperatur. Pomysł Teala i jego współpracownika Johna Little'a polegał na takiej właśnie modyfikacji prostej metody Czochralskiego. W ten sposób obaj zbudowali nowe urządzenie do otrzymywania germanowych kryształów wysokiej jakości. To przeniesienie metody znanej z metaloznawstwa do fizyki półprzewodników zapoczątkowało niebywały rozwój elektroniki, ale także samej metody pozyskiwania monokryształów.

Niestety, przez kilkadziesiąt lat Teal uparcie twierdził, że niczego nie podpatrzył u sąsiadów



i metodę w całości wymyślił sam – choć trzeba przyznać, że samej metody otrzymywania monokryształów nie opatentował.

METODA CZOCHRALSKIEGO

Kilka lat później okazało się, że dużo lepsze są tranzystory zbudowane z krystalu krzemu. Do otrzymania monokryształu tego pierwiastka także wykorzystano metodę Czochralskiego. W ten sposób podbiła ona cały świat – tak produkuje się monokryształy krzemu do dziś, choć w coraz doskonalszych urządzeniach. Pierwsze pozyskiwane w ten sposób kryształy miały kilka centymetrów średnicy, współcześnie produkuje się krzem w postaci walca o średnicy 45 cm, długości ponad 2 m i wadze 800 kg. Warto zauważyć, że jest to ogromne wyzwanie techniczne – otrzymać tak duży kryształ ze stopionego krzemu, utrzymując go na druciku o średnicy zaledwie 3 mm. Mimo tak dużych

rozmiarów każdy fragment krzemowego walca ma dokładnie taką samą strukturę i budowę krystaliczną, czyli takie samo ułożenie atomów. Dzięki temu po wycięciu płytek z takiego walca można na każdej z nich zbudować setki dokładnie takich samych układów scalonych.

Ale metoda Czochralskiego jest wykorzystywana nie tylko w przemyśle elektronicznym. Dzięki niej otrzymuje się także monokryształy różnych materiałów potrzebnych do badań laboratoryjnych, także w Polsce. Nie bez powodu Czochralski nazywany jest Kopernikiem elektroniki, a nawet ojcem współczesnej cywilizacji elektronicznej, i porównywany z Albertem Einsteinem oraz Thomasem Edisonem.

W jaki sposób młody Czochralski, pracując w berlińskim AEG, wymyślił swoją metodę? W jednej z publikacji nazwał to zadziwiającym przypadkiem, który pozwolił mu zaobserwować zjawisko niewystępujące w przyrodzie i twórczo

Przrządy do otrzymywania monokryształów metodą Czochralskiego oraz monokryształy

je wykorzystać. Otóż któregoś dnia miał pomylić kałamarz z atramentem ze stojącym obok tygłem ze stopioną cyną, do którego włożył pióro. Zaskoczony zauważył, że z wyciągniętej gwałtownie stalówki zwisa nić – czy raczej pręcik – zestalonej cyny. Okazało się, że jego długość zależy od tego, jak szybko wyciąga się stalówkę z tygla – jeśli robi się to zbyt szybko, nić odrywa się od powierzchni stopionego metalu. Tego poszukiwał Czochralski, który uważał, że ta największa graniczna szybkość krystalizacji jest ważną cechą fizyczną metalu. Opis odkrycia opublikował w 1916 roku jako metodę pomiaru szybkości krystalizacji metali. Niezwykle ważne okazało się to, że otrzymywany pręcik jest monokrystałem, metodą Czochralskiego można więc było wykorzystać do otrzymywania owego monokrystalicznego pręcika. A im wolniej wyciągano kryształ, tym był on grubszy.

Dlaczego tak się dzieje? Zróbmy prosty eksperyment z wyciąganiem z pudełka metalowych spinaczy biurowych po zbliżeniu do nich magnesu. Przy odrobinie szczęścia z magnesu będzie zwisać coraz dłuższy łańcuszek spinaczy. Niedawno polscy uczeni z Poznania i Warszawy zrobili coś podobnego, wyciągając łańcuszek metalicznych nanowymiarowych kulek uczepionych na końcu elektrody. Metoda Czochralskiego polega na tym samym. W roztopionej substancji należy zanurzyć tzw. zarodek (dawniej była to kapilara lub rozcięcie w stalówce) i powoli wyciągać go, nie tracąc kontaktu z roztopem. Na zarodku w ściśle określony sposób narastają kolejne warstwy kryształu, co zapewnia wysoką jakość otrzymanego monokrystalu.

Tu wracamy do wspomnianej praktyki aptecznej Czochralskiego. Wydaje się, że bez niej mogło nie dojść do odkrycia opisanej metody. Otóż jednym z podstawowych materiałów stosowanych w ówczesnych aptekach była wazelina – składnik różnych maści. Po wprowadzeniu na rynek sztucznej wazeliny, uważanej za gorszą od naturalnej, klienci wymusili na aptekarzach, aby sprawdzali, jaką wazelinę stosują przy realizacji zamówień na maści. Był to tzw. test trychitowy, czyli wyciąganie z wazeliny łańcuszka kryształków jednego z jej składników – sztuczna nie dawała się wyciągać w taki łańcuszek. Warto dodać, że była to znana praktyka cukierników, którzy w ten sposób sprawdzali, czy lukier do ciasta jest właściwej konsystencji.

Niestety, Czochralski nie doczekał nowego zastosowania swojego odkrycia – produkcji krzemu. Popularność jego metody otrzymywania monokrystalu nie oznaczała, że wiedzano coś więcej na temat jej twórcy – nazwisko Czochralski wielu osobom nic nie mówiło. Nawet Rosjanie byli przekonani, że był on czeskim chemikiem.

UCZONY SKAZANY NA ZAPOMNIENIE

Czasy, w których przyszło żyć Czochralskiemu, nie były łatwe. Urodzony w zaborze pruskim, prawie ćwierć wieku pracował w Niemczech. Po powrocie do Polski w 1928 roku był traktowany z wielkim szacunkiem. Powierzono mu stanowisko profesora na Politechnice Warszawskiej oraz kierownictwo Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa, w dużej mierze pracującego dla wojska. Jednak poparcie wojska i wywiadu wojskowego po latach stały się zarzewiem konfliktu i zawiści, które trwały aż kilkadziesiąt lat po śmierci Czochralskiego. Wspólnym mianownikiem tych kłopotów było formalne niemieckie obywatelstwo uczonego i wieloletnia praca w laboratoriach niemieckich koncernów zbrojeniowych. To musiało w jakiś sposób rzutować także na decyzje podejmowane przez Czochralskiego podczas wojny. Dlatego po 1945 roku dla nowych władz w Polsce wszystkie aspekty życia i działalności Czochralskiego były obciążające. Jeśli do tego dodamy jego współpracę z polskim wywiadem wojskowym przed i podczas wojny, otrzymujemy bardzo skomplikowany obraz sytuacji, w jakiej się znajdował. Nie mógł powrócić do pracy na Politechnice, został nawet aresztowany za domniemaną współpracę z Niemcami. Po szczęśliwym uwolnieniu (a groziła mu nawet kara śmierci) powrócił do rodzinnej Kcyni i założył firmę chemiczną BION produkującą m.in. płyn do ondulacji czy słynny Proszek od kataru.

Mimo tak wielu znaczących osiągnięć w Polsce o nazwisko Czochralskiego było objęte urzędowym milczeniem. Dopiero kiedy wiosną 2011 roku udowodniono, że współpracował z Armią Krajową, przywrócono mu dobre imię na Politechnice Warszawskiej.

Jan Czochralski to człowiek niezwykły. Był nie tylko naukowcem, prowadził także ożywioną działalność jako mecenas kultury, wspierał pisarzy i artystów, ratował zbiory muzealne. Swoją majątek przeznaczał m.in. na zbiory dzieł sztuki, które, niestety, zaginęły po powstaniu warszawskim. Pisał wiersze i powieści autobiograficzne. Zmarł w poznańskim szpitalu 22 kwietnia 1953 roku i został pochowany w Kcyni. Przez dziesięciolecia jego grób był bezimienny. Niestety, do dziś nie udało się wyjaśnić wielu zagadek z życiorysu Czochralskiego. Co prawda w niemieckich archiwach jest sporo dotyczących go dokumentów, jednak na razie nie ma funduszy na przeprowadzenie solidnej kwerendy. Szkoda, bo po tylu latach milczenia o nim jesteśmy mu to winni. ■

PAWEŁ E. TOMASZEWSKI, fizyk i krystalograf, doktor w Instytucie Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych Polskiej Akademii Nauk we Wrocławiu, autor biografii Jana Czochralskiego (*Jan Czochralski i jego metoda*, Wrocław 2003)

Zbigniew Tucholski

Bahnmetall – wynalazek Czochralskiego

U progu Wielkiej Wojny metaloznawcy rozpoczęli poszukiwania materiałów, które mogłyby zastąpić metale.

Te bowiem, jako produkt o znaczeniu strategicznym, zamierzano oszczędzać. Jednym z najistotniejszych zagadnień stała się kwestia zastosowania zamienników strategicznych metali kolorowych i stopów, które posiadały duże znaczenie przy produkcji uzbrojenia.

Panewki ślizgowe łożysk osi parowozów i wagonów od początku kolejnictwa wykonywano z brązu. Ponieważ po zużyciu ich wymiana była kosztowna, z czasem w brązowych panewkach zaczęto wylewać cienką warstwę stopu cynowego. W 1912 roku prof. Jan Czochralski wspólnie ze swym mentorem prof. Wichardem von Moellendorffem opracował pierwszy stop zastępczy na bazie ołowiu z dodatkiem metali ziem alkalicznych. Od tego czasu rozpoczął się intensywny wyścig największych niemieckich ośrodków naukowych i przemysłowych w zakresie rozwoju nowych stopów zastępczych.

Po wybuchu wojny w 1914 roku zapasy materiałów strategicznych wyczerpywały się bardzo szybko. Groziło to paraliżem transportu kolejowego, co uniemożliwiałoby przewozy wojskowe

i mogło doprowadzić do klęski Niemiec. Metaloznawcy podjęli wówczas intensywne badania w celu opracowania odpowiedniego zamiennika wykorzystywanej w kolejnictwie cyny. W 1917 roku William Kroll wynalazł stop Lurgi-Kroll – dzięki niemu możliwe było utrzymanie sprawności transportu kolejowego. Problem w tym, że nie był dostatecznie trwały – dlatego niemieccy metaloznawcy do końca wojny próbowali go ulepszyć. Po zakończeniu wojny prace nad stopami zastępczymi kontynuowano ze względu na embargo na dostawy cyny do Niemiec oraz remilitaryzację, prowadzoną w tajemnicy już od lat dwudziestych XX wieku.

WYNALAZEK PROFESORA CZOCHRALSKIEGO

Jeszcze w 1916 roku Metallbank AG we Frankfurcie nad Menem, konsorcjum dziesięciu wielkich firm metalurgicznych, ufundowało Czochralskiemu doskonale wyposażony instytut metalurgiczny (Metall-Laboratorium der Metallgesellschaft). Jednym z głównych zadań uczzonego były badania nad militarnym zastosowaniem materiałów zastępczych. W 1924 roku Czochralski, najprawdopodobniej we współpracy z dr. Georgiem Welterem, opracował stop, który otrzymał nazwę bahnmetall (metal B). Okazał się on znacznie lepszy od wszystkich dotychczasowych – w 1926 roku otrzymał niemiecki patent, a później został wprowadzony do powszechnego użytku na kolejach niemieckich, stopniowo zastępując inne stopy łożyskowe. Ze względu na mniejszą odporność na obciążenia dynamiczne



Jan Czochralski z żoną
w Mariańskich Łazienkach,
1937 rok

Fot. archiwum Pawła E. Tomaszewskiego

stosowano go do wylewania panewek wagonowych.

BAHNMETALL W POLSCE

Po powrocie do Polski w 1928 roku Czochralski starał się wprowadzić swój stop w polskim kolejnictwie. Z jego inicjatywy w odlewni Państwowych Zakładów Inżynieryjnych w Ursusie uruchomiono produkcję stopu bezcynowego. Jednak specjalna komisja badająca własności metalu B doszła do wniosku, że nie nadaje się on do powszechnego stosowania w PKP ze względu na wysoką cenę, nieproporcjonalną do stopów cynowych, oraz konieczność wprowadzenia zmian konstrukcyjnych w panewkach i w technologii ich zalewania. Mimo to Czochralski wykorzystywał wszelkie możliwości, aby promować swój stop, nie zwracając uwagi na odmienne od niemieckich uwarunkowania techniczne, gospodarcze i polityczne w Polsce. Niewątpliwie polemika na temat bahnmetallu, prowadzona m.in. na łamach prasy technicznej, prowadziła do całkowitej dyskredytacji tego stopu.

Trzeba jednak stwierdzić, że PKP nie były przygotowane do wprowadzenia procesów tech-

nologicznych związanych z wylewaniem panewek nowym stopem. Ponadto bahnmetall posiadał gorsze własności mechaniczne od stopów wysokocynowych. Dlatego nie stosowano go w panewkach parowozowych – w których działały bardzo duże siły. Po uporządkowaniu i normalizacji gospodarki stopami w 1934 roku PKP nie szukały już bezwzględnych oszczędności i mogły stosować materiały najlepszych gatunków. Sytuacja zmieniła się dopiero u progu wojny pod koniec lat trzydziestych XX wieku.

SOWIECKA KOPIA BAHNMETALLU

4 kwietnia 1925 roku bliski współpracownik i przyjaciel Czochralskiego Georg Welter złożył w ZSRR wniosek patentowy na stop bahnmetall. Wydano go dopiero po pięciu latach, był to pierwszy tamtejszy patent zagraniczny na stop łożyskowy. Działalność sowieckiej służby patentowej miała przyciągnąć zagraniczny kapitał w celu kontrolowanego rozwoju gospodarczego realizowanego w ramach NEP (Nowej Ekonomicznej Polityki). Ochrona patentowa w ZSRR była jednak całkowicie iluzoryczna.

WĘŻOWISKO PROFESORÓW

Po powrocie do Polski w 1928 roku Jan Czochralski otrzymał doktorat honoris causa Politechniki Warszawskiej i objął posadę profesora na tej uczelni. Specjalnie dla niego na Wydziale Chemicznym PW utworzono Katedrę Metalurgii i Metaloznawstwa. Uczony otrzymał wolną rękę w sprawie zatrudniania w katedrze nowych pracowników, dzięki temu sprowadził z Niemiec swego bliskiego współpracownika dr. Georga Weltera. Czochralski reprezentował zupełnie inne podejście do nauki niż reszta uczonych w tamtych czasach, dziś powiedzielibyśmy – marketingowe. Reklamował własne projekty, zabiegał o zlecenia z przemysłu dla katedry. Starał się też o poparcie ówczesnej elity polityczno-wojskowej, zabiegał również o względy literatów i artystów. Część profesorów Politechniki Warszawskiej odnosiła się do takiej aktywności z dużą rezerwą. Na Czochralskiego krzywo patrzono także z powodu jego formalnych braków w wykształceniu (wprawdzie uczęszczał na wykłady na Politechnice w Charlottenburgu, ale nigdy nie uzyskał dyplomu). Do tego dochodziła różnica środowiska, z którego się wywodziła większość uczonych z politechniki: pochodzili oni z kręgu petersburskiego, przeważnie ze zubożałych rodzin szlacheckich. Ich formacja była całkowicie odmienna od wielkopolskiego pragmatyzmu Czochralskiego.

Profesor Witold Broniewski, wybitny metaloznawca i metalurg, wychowanek, a później współpracownik światowej sławy chemika i metaloznawcy francuskiego Henry'ego Le

Chateliera oraz uczeń Marii Skłodowskiej-Curie, początkowo był mu przychylny. W 1935 roku sytuacja się zmieniła: doszło do poważnego konfliktu pomiędzy uczonymi. Podczas realizacji zamówień przemysłowych Czochralski stosował wynaleziony przez siebie bahnmittel, natomiast Broniewski był zwolennikiem stosowania w kolejnictwie i przemyśle stopów cyny z antymonem, a zastępczy bezcynowy metal B uważał za bezwartościowy. Inną przyczyną sporu było także merkantylne podejście Czochralskiego do pracy naukowej (chciał po prostu czerpać z niej zyski). Najprawdopodobniej jednak chodziło o sprawy ambiciozne. Wreszcie – Broniewski zarzucał Czochralskiemu interesowność, osiągnięcie osobistych korzyści z zajmowanych funkcji oraz posiadanego podwójnego obywatelstwa polskiego i niemieckiego. Z czasem zarzuty pod adresem Czochralskiego były cięższe, posądzano go o szpiegostwo oraz oskarżano, że jest on z ducha Niemcem. W latach trzydziestych XX wieku przeciwnicy Czochralskiego zarzucali mu także korupcję – chodziło o sprzedaż bahnmittelu PKP. Według niepotwierdzonych przekazów porwawczy Czochralski wyzwał Broniewskiego na pojedynek na szable, ale jego wynik nie jest znany. Inna, mniej romantyczna wersja, mówi o pojedynku na... laski.

Pewne jest jedno: urażony Broniewski wraz z redaktorem Bolesławem Zawadzkiem opublikował na łamach „Gońca Warszawskiego” cykl artykułów, w których atakował Czochralskiego jako doradcę Mi-

nisterstwa Spraw Wojskowych i posiadacza patentu na stop metalu B do panewek wagonowych (zakupionego od Czochralskiego przez Ministerstwo Komunikacji). Broniewski uważał, że skoro metal B ma znacznie gorsze właściwości od stopów wysokocynowych, może to zagrozić paraliżem transportu kolejowego w wypadku wojny. W odpowiedzi Czochralski wytoczył mu proces o zniesławienie. Wśród wielu przesłuchiowanych świadków był dyrektor departamentu Ministerstwa Komunikacji inż. Suchodolski, który przedstawił następującą charakterystykę bahnmittelu: *Świadek [Suchodolski – red.] stosował wynaleziony przez prof. Czochralskiego stop bezcynowy i stwierdza, że może on służyć jako namiastka stopu normalnego. Podczas wojny Niemcy stosowały go z powodzeniem. Stop cynowy świadek uważa za lepszy, jednakże stop B może go z powodzeniem zastępować. Wezwani przez sąd przedstawiciele kręgów wojskowych deklarowali całkowite zaufanie Ministerstwa Spraw Wojskowych do Czochralskiego.*

Ostatecznie Czochralski wygrał proces we wszystkich trzech instancjach, a Broniewski i Zawadzki zostali skazani na symboliczną karę więzienia w zawieszeniu. Uczony musiał również opłacić koszty sądowe w wysokości 500 zł (kwota ta odpowiadała przedwojennej pensji profesora PW). Skutki procesu miały jednak daleko idące konsekwencje i w dłuższej perspektywie miały negatywny wpływ na dalsze losy i opinię o Czochralskim.

W 1928 roku w ZSRR zatwierdzono „Pierwszy pięcioletni plan rozwoju gospodarki narodowej” zwany stalinowską pięciolatką. Jego wprowadzenie było związane z intensywną industrializacją i militaryzacją, a jednym z głównych założeń przedstawienia gospodarki na tory wojenne były oszczędności materiałów oraz wprowadzenie stalinowskiego współzawodnictwa pracy. Stosowanie stopów bezcynowych w kolejnictwie wpisywało się w prowadzoną wówczas politykę rozbudowy przemysłu zbrojeniowego.

W 1930 roku, najprawdopodobniej wzorując się na stopie bahnmittel, na sowieckich kolejach wprowadzono bezcynowy stop wapniowy na podstawie ołowiu, opracowany przez prof. W. H. Wazingerą i A. N. Celikową. Różnił się od stopu Czochralskiego jedynie brakiem domieszki litu. Produkcję nowego stopu uruchomiono w odlewni zakładów budowy taboru kolejowego „Krasnoje Sormowo” w Niżnym Nowogrodzie, a u progu wojny sowieckie kolejnictwo prawie całkowicie przeszło na panewki wylwane stopem bezcynowym.

AMERYKAŃSKA KARIERA BAHNMETALLU

W 1932 roku inż. Robert Jay Shoemaker, pracownik koncernu ołowiowego National Lead Company w Nowym Jorku, opracował nowy łożyskowy stop ołowiowy. Otrzymał on handlową nazwę Satco-metal. Shoemaker wzorował się zapewne na bahnmetallu Czochralskiego. W stosunku do pierwowzoru w Satco-metalu obniżono zawartość ołowiu i wapnia, zrezygnowano z sodu oraz dodano niewielkie ilości magnezu, potasu, manganu, cyny i glinu. Dzięki tym zmianom stop miał znacznie lepsze właściwości i wytrzymałość od bahnmetallu. Mógł być przetapiany bez wypalania składników i nie podlegał korozji.

Satco-metal był stosowany do zalewania łożysk osiowych lokomotyw i wagonów oraz panewek kolejowych i okrętowych silników spalinowych. Wprowadzenie go do użycia pozwoliło na zaoszczędzenie podczas drugiej wojny światowej dużych ilości strategicznych materiałów.

ZDOBYCZ PRZODUJĄCEJ TECHNIKI SOWIECKIEJ

W okresie powojennym do wylewania panewek taboru kolejowego początkowo stosowano stopy o osnowie cynowej. Na początku lat pięćdziesiątych XX wieku, w okresie nasilającej się rozbudowy i militaryzacji przemysłu zbrojeniowego oraz komunikacji, w ZSRR zaczęto poszukiwać oszczędności we wszystkich dziedzinach gospodarki. W tym czasie także na polskich kolejach wprowadzono stopy na osnowie ołowiowej, bezcynowe i niskocynowe. Pod koniec 1952 roku w Polsce zatwierdzono normę na łożyskowy stop ołowiowo-wapniowo-sodowy, który był polskim odpowiednikiem sowieckiego stopu bezcynowego o prawie identycznym składzie chemicznym. W ten paradoksalny sposób historia zatoczyła koło – stop opracowany w 1930 roku w ZSRR na podstawie niemieckiej receptury Czochralskiego po 20 latach powrócił do Polski jako wynalazek „przodującej techniki sowieckiej”.

W okresie stalinowskiej industrializacji częste było zjawisko, które można określić jako wtórny transfer technologii – wiele amerykańskich przestarzałych technologii, które w latach trzydziestych XX wieku zakupił ZSRR, trafiło do Polski w latach pięćdziesiątych. Była to dość powszechna praktyka. Po 1956 roku ze względu na złe właściwości chemiczne i wytrzymałościowe oraz trudności technologiczne związane z zalewaniem panwi z PKP wycofywano dotychczas używany stop łożyskowy, który ponownie zastępowano stopami cynowymi. W ten sposób zakończył się eksperyment z wprowadzeniem w PKP sowieckiego stopu bezcynowego.

ZAKOŃCZENIE

W wielu publikacjach zapomina się o tym, iż bahnmetall był jedynie zamiennikiem stopów cynowych, opracowanym w celu funkcjonowania zmilitaryzowanego transportu kolejowego. Jego stosowanie pozwalało na znaczną oszczędność cyny przy zapewnieniu bezawaryjnej pracy transportu kolejowego w warunkach wojny. Metal B był jednak jednym z tych wynalazków, które wykorzystywano stosunkowo krótko – w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku w kolejnictwie zaczęto bowiem zastępować łożyska ślizgowe tocznymi.

Niewątpliwie stop Czochralskiego miał wielkie znaczenie dla oszczędności materiału strategicznego, jakim była cyna. W okresie międzywojennej militaryzacji stosowanie materiałów zastępczych było powszechne. Dzięki temu niemiecka gospodarka zachowała sprawność i żywotność do końca wojny.

Niewątpliwie wprowadzenie do przemysłu bahnmetallu było wielkim sukcesem jego wynalazcy i stało się źródłem dużych dochodów z opłat za patenty. Był to jedyny polski wynalazek związany z kolejnictwem, który był powszechnie stosowany w niemieckim kolejnictwie i stał się punktem wyjścia dla badań stopów bezcynowych w wielu innych państwach. ■

ZBIGNIEW TUCHOLSKI, historyk techniki, pracuje
w Instytucie Historii Nauki Polskiej Akademii Nauk
w Warszawie

NAGRODY!

Wejdź na stronę www.mowiawieki.pl
i weź udział w konkursie związanym
z cyklem „Polskie osiągnięcia
naukowo-techniczne”

Projekt realizowany
z Narodowym Bankiem Polskim
w ramach programu edukacji ekonomicznej

NBP

Narodowy Bank Polski

Dostępny w salonach prasowych
w całej Polsce, prenumeracie
oraz w **Księgarni Ludzi Wolnych**

**Miesięcznik
Egzorcysta**
to jedyne
w swoim rodzaju
czasopismo,
w którym
egzorcyści,
ekspersi,
naukowcy
i kapłani,
a także ludzie
doświadczeni
przez zło
podejmują
temat zagrożeń
duchowych we
współczesnym
świecie.

tematy numerów:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 62 (październik 2017) | Protestantyzm |
| 61 (wrzesień 2017) | Materializacje podczas egzorcystów |
| 60 (sierpień 2017) | Reiki. Terapia i samoleczenie |
| 59 (lipiec 2017) | Komu służą masoni? |
| 58 (czerwiec 2017) | Czy tarot mówi prawdę? |
| 57 (maj 2017) | Fatima zmienia bieg historii |
| 56 (kwiecień 2017) | Ciemne strony psychoterapii |
| 55 (marzec 2017) | Potęga przebaczenia |
| 54 (luty 2017) | Dlaczego demon się ujawnia |
| 53 (styczeń 2017) | W szponach hazardu |
| 52 (grudzień 2016) | Czy medytacja jest bezpieczna? |
| 51 (listopad 2016) | Oblicza islamu |
| 50 (październik 2016) | Halloween czy nauka Jezusa? |
| 49 (wrzesień 2016) | Nieczystość |
| 48 (sierpień 2016) | Czego boi się diabeł |
| 47 (lipiec 2016) | Hipnoza |
| 46 (czerwiec 2016) | Niezniszczalne ciała |
| 45 (maj 2016) | Wiedzy |
| 44 (kwiecień 2016) | Chciwość |
| 43 (marzec 2016) | Tatuże |
| 42 (luty 2016) | Nawiedzone miejsca |
| 41 (styczeń 2016) | UFO |
| 40 (grudzień 2015) | Horoskopy |
| 39 (listopad 2015) | Homeopatia |
| 38 (październik 2015) | Samobójstwo |
| 37 (wrzesień 2015) | Magia |
| 36 (sierpień 2015) | Sny |
| 35 (lipiec 2015) | Uzdrowieni mocą Ducha |
| 34 (czerwiec 2015) | Bóg kary czy miłości |
| 33 (maj 2015) | Fałszywi aniołowie |
| 32 (kwiecień 2015) | Gry komputerowe |
| 31 (marzec 2015) | Post |
| 30 (luty 2015) | Wywoływanie duchów |
| 29 (styczeń 2015) | Pycha |
| 28 (grudzień 2014) | Koniec świata |
| 27 (listopad 2014) | Depresja |
| 26 (październik 2014) | Pracoholizm |
| 25 (wrzesień 2014) | Klątwy, uroki, przekleństwa |
| 24 (sierpień 2014) | Alkoholizm |
| 23 (lipiec 2014) | Edukacja seksualna |
| 22 (czerwiec 2014) | Sekty |
| 21 (maj 2014) | Czy dziedziczymy zło |
| 20 (kwiecień 2014) | Jan Paweł II |
| 19 (marzec 2014) | Gender |
| 18 (luty 2014) | Muzyka ciemności |
| 17 (styczeń 2014) | Słabość złego |
| 16 (grudzień 2013) | Obrona życia poczętego |
| 15 (listopad 2013) | Ustawienia rodzinne Hellingera |
| 14 (październik 2013) | Moc Różańca |
| 13 (wrzesień 2013) | Cyrography |
| 12 (sierpień 2013) | Sztuki walki |
| 11 (lipiec 2013) | Światowy Dzień Młodzieży |
| 10 (czerwiec 2013) | Opętania niezawinione |
| 9 (maj 2013) | Bioenergoterapia |
| 8 (kwiecień 2013) | Czy piekło istnieje? |
| 7 (marzec 2013) | Joga |
| 6 (luty 2013) | Talizmany i amulety |
| 5 (styczeń 2013) | Wampiryzm |
| 4 (grudzień 2012) | Magia i dzieci |
| 3 (listopad 2012) | Czyścić |
| 2 (październik 2012) | Wróżby |
| 1 (wrzesień 2012) | Istnienie szatana |

Dostępny również na urządzenia mobilne



monumen.pl



informacje i zamówienia:

www.miesiecznik egzorcysta.pl

tel. 48 22 266 80 20

e-mail: kontakt@monumen.pl

www.monumen.pl

MODERNIZM NA WĘGRZECH 1900-1930

ZAMEK KRÓLEWSKI
W WARSZAWIE - MUZEUM
23 WRZEŚNIA 2017 - 7 STYCZNIA 2018

ORGANIZATORZY



PARTNERZY



PATRONI MEDIALNI



SPONSOR

