

Jan Czochralski — twórca metody monokrystalizacji

W czerwcu 1990 r., w Kcyni - rodzinnej miejscowości profesora Jana Czochralskiego, odbyła się sesja upamiętniająca 105 rocznicę urodzin twórcy metody monokrystalizacji [1]. Pracownikom ITME i CNPME nie ma potrzeby szerszego objaśnienia tej metody*, polegającej na krystalizowaniu kolejnych warstw kryształu na wyciąganym z ciekłego stopu zarodku. W ten sposób odbywa się monokrystalizacja krzemu o różnych średnicach oraz w wersji IEC (Liquid Encapsulated Czochralski), czyli z zastosowaniem uszczelniającej warstwy stopionego B_2O_3 - różnych typów GaAs, GaP i InP. Metodę Czochralskiego stosuje się także do otrzymywania monokryształów tlenkowych, jak niobiany i tantalany litu, granaty gadolinowo-galowe i itrowo-glinowe. Metoda monokrystalizacji z cieczy jest znana i stosowana, natomiast sama osoba wynalazcy przez ponad 40 lat po zakończeniu II wojny światowej pozostawała zapomniana, mimo iż nazwisko jest jednym z niewielu nazwisk polskich uczonych szeroko znanych w świecie. Niestety, skutkiem zaniedbań ze strony polskiej, opinia światowa nie kojarzyła osoby uczonego z Polską. Dopiero ostatnie lata przyniosły rzeczowe opracowania życia i dorobku J. Czochralskiego: były to prace J. Żmii [3], E. Domańskiego [4] i wnikliwie przeprowadzone badania P. Tomaszewskiego [5, 6]. W siedemdziesiątą rocznicę opracowania metody sylwetkę jej wynalazcy na forum międzynarodowym przypomniał X Europejski Kongres Krystalograficzny we Wrocławiu (sierpień 1986 r.).

Jan Czochralski urodził się 23 października 1885 r. w Kcyni na Pałukach. Jego biografowie przypominają, iż był to wówczas zabór pruski. Utalentowany, energiczny i ambitny zdobywał wykształcenie jako samouk praktykując w berlińskiej aptece, w AEG (Allgemeine Elektrizität Gesellschaft) i na politechnice w Charlottenburgu. Swoją metodę wymyślił i zgłosił do druku w 1916 roku w "Zeitschrift für physikalische Chemie" [1].

* Klasyfikację i cechy charakterystyczne różnych metod monokrystalizacji można znaleźć np. w podręczniku J. Żmii [2].

Była to publikacja na temat badania szybkości krystalizacji metali. Jej popularność i szerokie zastosowanie umożliwiające rozwój nowej gałęzi techniki i wiedzy - elektroniki półprzewodnikowej (w związku z wynalezieniem w 1948 roku tranzystora) - przyniósł dopiero rok 1950, gdy zastosowali ją i rozpropagowali G.K. Teal i J.B. Little. (W dwa lata później W.G. Pfann opisał metodę topienia strefowego).

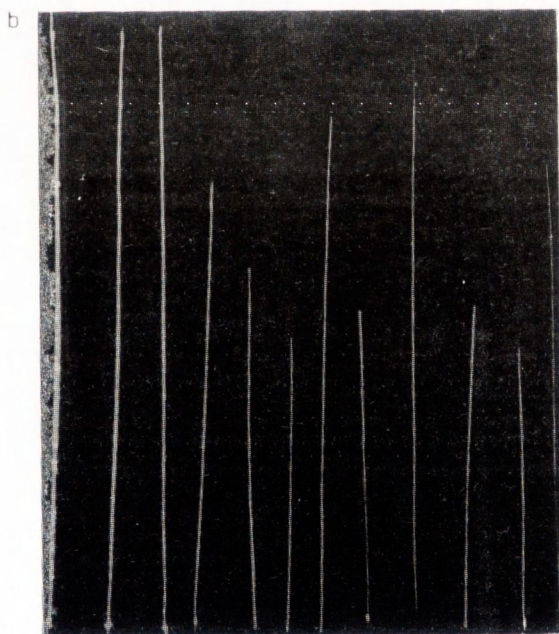
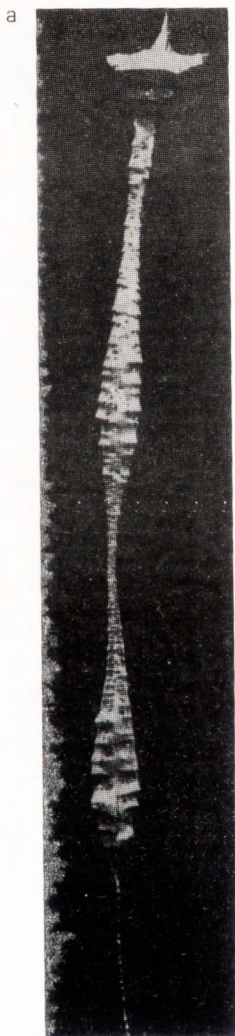
Tymczasem J. Czochralski, już jako wybitny chemik i metaloznawca coraz szerzej znany z prac nad metalurgią aluminium, stał się jednym z założycieli a następnie przewodniczącym Niemieckiego Towarzystwa Metaloznawczego (Deutsche Gesellschaft für Metallkunde). Zaproszony w 1928 r. do Polski, cieszący się już światową sławą uczony, przejściowo miał wówczas obywatelstwo podwójne, a następnie wyłącznie polskie. W 1929 roku otrzymał doktorat honoris causa Politechniki Warszawskiej i jako profesor Wydziału Chemicznego przystąpił do organizowania od podstaw Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa na tej uczelni. Na wydziałach Chemicznym i Mechanicznym istniały Katedry Metaloznawstwa, jednakże skromne fundusze uczelniane nie pozwalały na rozwinięcie szerszej działalności. Stąd większość problemów rozwiązywanych w instytucie (poza badaniami krystalizacji) miała zastosowania przemysłowe lub wojskowe. J. Czochralski zadbał o możliwości analityczne swego instytutu wyposażając laboratoria spektrograficzne, rentgenowskie, analizy termicznej, wytrzymałościowe - niektóre z rozwiązań były nowatorskie. Profesorowi Czochralskiemu udało się stworzyć nowoczesny na owe czasy ośrodek naukowy mający ambitną tematykę badawczą, dostępną aparaturę oraz rozwijający się zespół pracowników. Nazwiska wielu z nich stały się później znane w chemii fizycznej, metaloznawstwie, inżynierii materiałowej. E. Domański wymienia tu: Stanisława T. Jaźwińskiego, Jerzego Kaczyńskiego, Tadeusza Pełczyńskiego, Stanisława Przegalińskiego, Romana Smoluchowskiego, Michała Śmiałowskiego, Zofię Wendorffową. J. Czochralski pracował wówczas również w Chemicznym Instytucie Badawczym, działał w Polskim Towarzystwie Chemicznym oraz stowarzyszeniach SIMP i SHP (obecny SITPH). Prace profesora, jego współpracowników i dyplomantów dotyczące bezcynowego stopu żelazkowego, metali lekkich i ich stopów, korozji mosiądzów, pomiarów szybkości krystalizacji, procesów rekrystalizacji (zwłaszcza zjawisk cieplnych towarzyszących samoulepszeniu) były publikowane w Wiadomościach Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa. Dziś jeszcze można znaleźć cytaty z tych artykułów (publikowanych przecież po polsku) w międzynarodowych wydawnictwach układów równowagi stopów podwójnych.

Wojna przerwała działalność naukową profesora Czochralskiego. W gmachach Politechniki od 1942 roku działała nieakademicka szkoła techniczna PWST, w której skład nie wszedł wyodrębniony i kierowany przez J. Czochralskiego Zakład Badań Materiałów. Po wyzwoleniu senat Politechniki w grudniu 1945 r. uznał, że profesor opuścił uczelnię i nie przyjął jego oferty pracy, chociaż przeprowadzone dochodzenie prokuratorskie nie potwierdziło oskarżeń o naruszenie obowiązków obywatela polskiego [7].

J. Czochralski powrócił do rodzinnej Kocyni. Zmarł 22 kwietnia 1953 r. w Poznaniu nie doczekawszy się sukcesów swojej metody właśnie wstępującej w fazę przemysłowych zastosowań w powstającej w świecie technologii półprzewodnikowej.

Związki Instytutu Technologii Materiałów Elektronicznych z prof. Janem Czochralskim to nie tylko stosowanie jego metody monokrystalizacji. (Chociaż zachowała się tu

Rys. 1. Jan Czochralski (1885-1953)



Rys. 2. Monokryształy wyciągane metodą Czochralskiego w Instytucie Metalurgii i Metaloznawstwa PW do celów badania procesów krystalizacji:

a, b - kryształy aluminium

<http://rcin.org.pl>

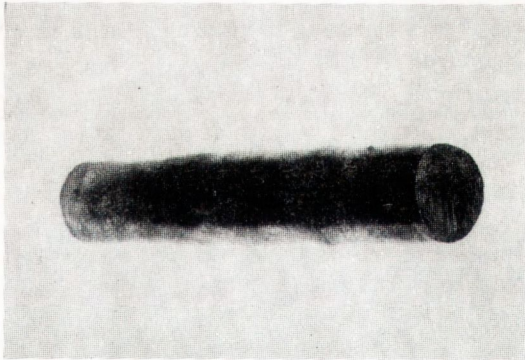
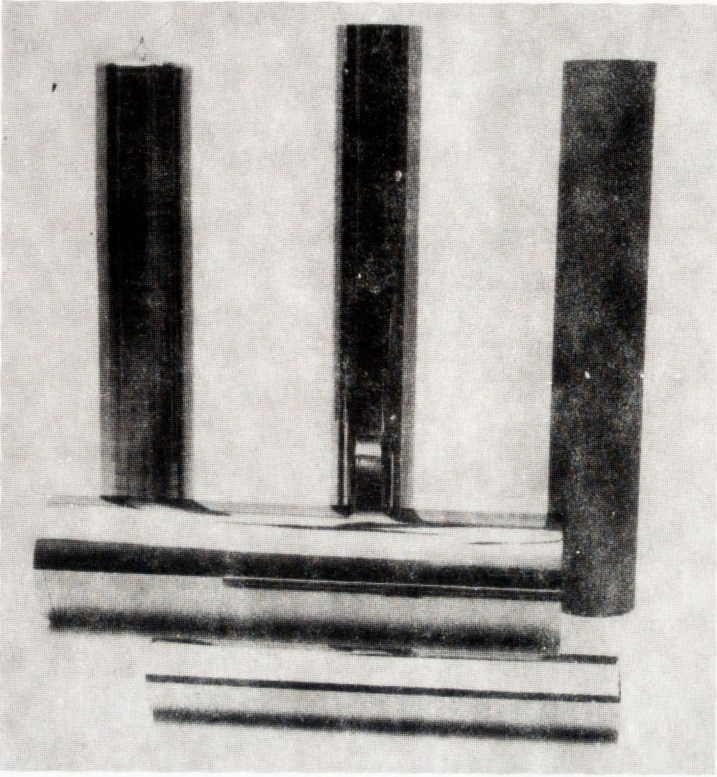
c



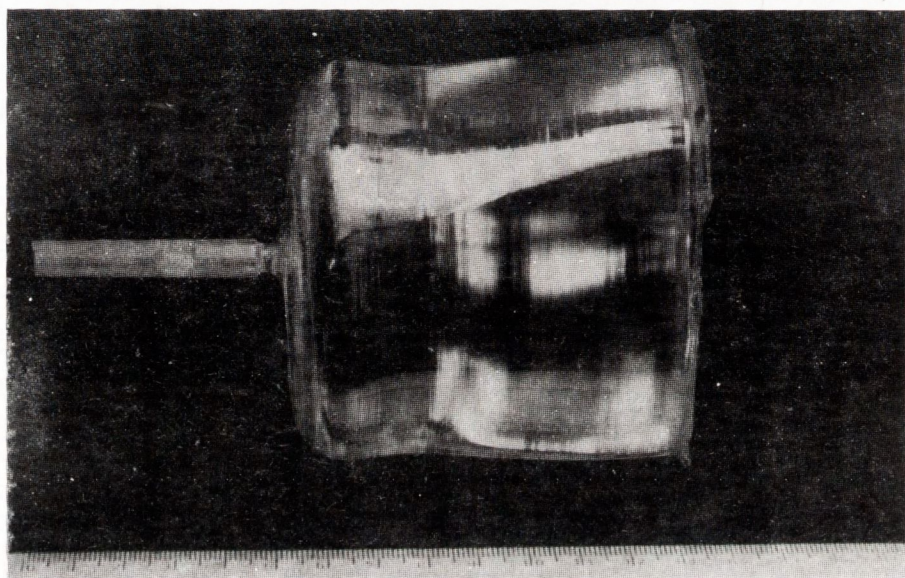
d



c, d - kryształy bizmutu



Rys. 3. Monokryształy krzemu wyciągane wspólnie metodą Czochralskiego w ITME (Zakład Technologii Krzemu) dla zastosowań w przemyśle elektronicznym



Rys. 4. Monokryształ niobianu litu wraz z zarodkiem krystalizacji,
ITME (Zakład Technologii Materiałów Tlenkowych)

bezpośrednia tradycja osobowa: metodę tę wdrażał w latach sześćdziesiątych w przemysłowym otrzymywaniu krzemu Zbigniew Bukowski - przedwojenny dyplomant profesora, ojciec obecnego kierownika Zakładu Technologii Krzemu ITME Andrzeja Bukowskiego). Także automatyczny pomiar parametrów struktury ma swój początek w pracach kierowanego przez Czochrańskiego Instytutu Metalurgii i Metaloznawstwa. Były nimi pierwsze badania J. Czochrańskiego i W. Szuka [8] nad pomiarem zawartości wtrąceń niemetalicznych metodami pomiarów elektrycznych wykorzystujących różnice przewodności wtrąceń i osnowy. Następnie doktorant profesora (późniejszy profesor) M. Śmiałowski zbudował tzw. inkluzometr. Był to rodzaj mikrofotometru z galwanometrem rejestrującym, mechanicznym skanowaniem próbki i zapisem na papierze fotograficznym [9]. Zdaniem fachowców [10] urządzenie to było pierwowzorem późniejszych automatycznych analizatorów obrazów, z których wywodzą się stosowane w ITME: dawniej Quantimet (produkcji Metal Research), obecnie Videoplan (firmy Opton-Zeiss). Można także dołączyć tu z pewnym przybliżeniem techniki typu LST (Laser Scanning Tomography) bardzo przydatne w badaniach defektów w materiałach półprzewodnikowych, np. GaAs otrzymywanego metodą Czochrańskiego z uszczelnieniem cieczowym. Intuicja wynalazcza J. Czochrańskiego powodowała poszukiwanie przez niego rozwiązań interdyscyplinarnych. I tak np. pomysł badania figur trawienia zaczerpnął z metod mineralogicznych. Szerokie podejście do zagadnień inżynierii materiałowej charakteryzujące działalność ITME niesie w sobie to samo nastawienie. P. Tomaszewski [5] zauważa, że z prostego wyciągania monokryształów metoda Czochrańskiego przekształciła się w wyrafinowaną technologię przemysłową leżącą u podstaw elektroniki półprzewodnikowej. Można to uogólnić, że dokonania Jana Czochrańskiego i ich konsekwencje wykazują jak odkrycia i rozwój w dziedzinie nauk o materiałach przyczyniają się do zmiany poziomu techniki. W ten sposób obecnie, jak się wydaje, ITME ma szansę stać się kontynuatorem myśli i działania J. Czochrańskiego.

Wykorzystano ilustracyjny materiał archiwalny Biblioteki Głównej Politechniki Warszawskiej oraz ITME.

BIBLIOGRAFIA

1. Czochrański J.: Z. physik. Chem. 1918, 92, 219
2. Żmija J.: Otrzymywanie monokryształów, PWN, Warszawa 1988
3. Żmija J.: [w] Materiały konferencji Jurata 85, WAT, Warszawa 1987
4. Domański E.: Jan Czochrański (1885-1953) [w] Sylwetki profesorów Politechniki Warszawskiej, PW, Warszawa 1986
5. Tomaszewski P.: Postępy fizyki 1987, 38, 547
6. Tomaszewski P. E.: Wiadomości Chemiczne 1987, 41, 597
7. Sprawozdanie z obrad Senackiej Komisji Historii i Tradycji Uczelni w sprawach profesorów: W. Iwanowskiego i J. Czochrańskiego, PW, Warszawa 1984
8. Czochrański J., Szuk W.: Wiad. Inst. Metalurgii i Metaloznawstwa, 1936, 3, nr 1, 5
9. Śmiałowski M.: Wiad. Inst. Metalurgii i Metaloznawstwa 1936, 3 nr 1, 45
10. Sokołowski J., Hübner K., Nosiła M., Pluta B.: Metalografia ilościowa - automatyczne metody pomiaru. Wyd. Politechniki Śląskiej (839), Gliwice 1979