

JERZY BADER I JEGO WKŁAD W ROZWÓJ TECHNOLOGII WYSOKONAPIĘCIOWYCH

Sławomir ŁOTYSZ

Instytut Historii Nauki Polskiej Akademii Nauk
tel.: 22 826 87 54, e-mail: s.lotysz@gmail.com

Streszczenie: Artykuł przedstawia osiągnięcia Jerzego Badera, absolwenta Politechniki Warszawskiej, wybitnego specjalisty w dziedzinie technik wysokonapięciowych. Stworzył on m.in. metodę regeneracji kabli uszkodzonych w wyniku wystąpienia zjawiska drzewienia elektrycznego. Bader pracował również nad zagadnieniem produkcji przewodów odpornych na to zjawisko. W artykule przedstawiono przebieg jego kariery zawodowej i złożonych kolei losu, które sprawiły, że ten świetny fachowiec znalazł się za granicą.

Słowa kluczowe: starzenie się izolacji, przewody wysokiego napięcia, regeneracja izolacji, drzewienie, przemysł kablowy.

1. WSTĘP

Jerzy Bader urodził się w Warszawie 17 stycznia 1925 roku. Podczas okupacji walczył w oddziałach Narodowych Sił Zbrojnych (NSZ). Wzmiankę o jego wojennej przeszłości znajdujemy we wspomnieniach prof. Janusza Lecha Jakubowskiego. Pisał on, iż jego „...doktorant Jerzy Bader [...] w 1945 r. – jako jeszcze niemal dziecko – dostał się do niewoli z grupą partyzantów” [1]. Dzięki swojemu sprytowi i doskonałej znajomości języka niemieckiego, ten dwudziestoletni wówczas człowiek zdołał wówczas ocalić cały swój oddział. Zgodnie z przekazem rodzinnym, od dowództwa NSZ otrzymał za to order *Virtuti Militari* w ceremonii polowej. Po wyzwoleniu Jerzy Bader podjął naukę na Politechnice Warszawskiej. W 1946 roku uzyskał tam tytuł inżyniera, a trzy lata później – magistra. Pracę doktorską obronił w 1957 roku.

Jeszcze przed uzyskaniem stopnia magistra został zaangażowany w organizację Zakładu Wysokich Napięć w warszawskim Instytucie Elektrotechnicznym, a w latach 1948-1962 był tam formalnie zatrudniony [2]. Już wówczas dał się poznać jako sprawny wynalazca. Działając w imieniu Instytutu Elektrotechniki, wraz ze współpracownikami opatentował m.in. odgromnik magnetyczno-zaworowy [3] i, przeznaczony do współpracy z nim, rejestrator [4]. Ponadto uzyskał dwa patenty na wieloczołowe odgromniki [5, 6]. Warto zaznaczyć, że wynalazki te zostały wdrożone, a zaangażowanie Badera i pozostałych członków zespołu badawczego wyróżniono nagrodami państwowymi.

W 1952 roku Jerzy Bader został laureatem nagrody zespołowej III stopnia za opracowanie pełnej dokumentacji technicznej oraz za uruchomienie seryjnej produkcji odgromników zaworowych dla napięć od 0,5 do 30 kV [7]. Trzy lata później otrzymał kolejną nagrodę, również zespołową III stopnia, za opracowanie nowej, oryginalnej konstrukcji odgromników zaworowych o obciążalności

10 kA na napięcie 15-110 kV [8]. W 1954 roku został przyjęty w poczet Polskiej Akademii Nauki, a cztery lata później, w uznaniu dotychczasowego dorobku, otrzymał Złoty Krzyż Zasługi za osiągnięcia naukowe [9].

Mimo tych wyróżnień za działalność naukową i organizacyjną, Jerzy Bader wciąż doświadczał sztykan za swoją partyzancką przeszłość i walkę w szeregach NSZ. Prof. Janusz Jakubowski, wspomniał, że „w czasie studiów i później podczas pracy w Instytucie [Bader] miał tak wiele kłopotów, że go to doprowadziło do porzucenia kraju” [1]. Było to w 1962 roku, kiedy ostatecznie zdecydował się na emigrację do Stanów Zjednoczonych Ameryki, a jego dalsze dzieje mogą stanowić doskonałą ilustrację opowieści o amerykańskim śnie. Z kilkuset dolarami w kieszeni, ledwie znając podstawy języka angielskiego, Jerzy Bader rozpoczynał wszystko od nowa [10]. Przyszłość jego i rodziny, którą ze sobą zabrał, zależała wyłącznie od talentów, determinacji i pracowitości młodego inżyniera. Niedługo po przyjeździe do Ameryki podjął pracę w General Cable Corporation (rys. 1).



Rys. 1. Jerzy Bader prezentuje kabel wysokiego napięcia wyprodukowany w firmie General Cable Corporation [z kolekcji rodzinnej jego syna, P. Bahdera, 1978]

Pnąc się po szczeblach kariery zawodowej, w 1973 roku został wiceprezesem tej firmy i szefem jej działu badawczego [11]. Wspominany już prof. Janusz Jakubowski tak wspominał sukcesy swojego byłego doktoranta: „jako wybitnie zdolny pracownik naukowy i doskonały organizator uruchomił w USA produkcję urządzeń elektrycznych na dużą skalę i nawet zbudował swe prywatne laboratorium wysokich napięć o pokaznych parametrach” [1].

Prywatne laboratorium, o którym mowa, Cable Technology Laboratories (CTL), założył pod koniec 1978 roku, gdy korporacja General Cable sprzedała swój dział produkcji przewodów wysokiego napięcia firmie Pirelli [12]. Przez dwa kolejne lata Bahder (w Stanach Zjednoczonych przyjął oryginalną pisownię nazwiska) nie mógł jednak w pełni poświęcić się nowemu przedsięwzięciu, gdyż w ramach umowy z Pirelli wciąż pracował w poprzednim zakładzie kontynuując rozpoczęty projekt badawczy. Jego laboratorium CTL zatrudniało wówczas czterech inżynierów. Oprócz niego byli to: Bogdan Fryszczyn i Marek Sosnowski (obaj Polacy z pochodzenia) oraz Carlos Katz. Pod koniec 1980 roku Bahder zakończył współpracę z Pirelli i odtąd mógł już zaangażować się bez reszty w rozwój swojej firmy (Rys. 2). Niestety, zaawansowana choroba nie pozwoliła mu na to. Pod dwóch latach zmagania z rakiem płuc zmarł w grudniu 1982 roku [13].

2. DOROBEK WYNAŁAZCZY I NAUKOWY

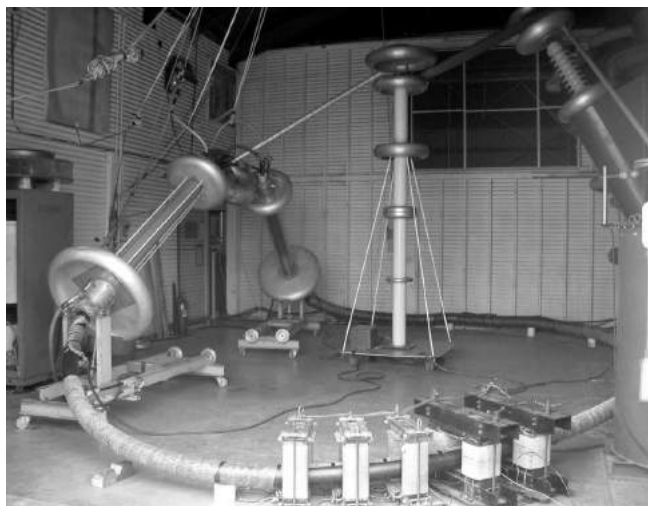
Trudno przecenić wkład Jerzego Bahdera w rozwój techniki wysokich napięć. Był niezwykle aktywny na polu naukowym występując na konferencjach, publikując monografie, raporty i artykuły w kraju [14], jak i na emigracji [15]. Wiele z jego prac naukowych również i dziś jest stosunkowo często cytowanych, co dowodzi może oryginalności osiągniętych przez Bahdera wyników i ich ponadczasowego znaczenia [16]. To samo można powiedzieć o większości z 33 uzyskanych przez niego amerykańskich patentów. Do wielu z nich odwołują się również współcześni wynalazcy.

Jeśli za miarę znaczenia wynalazku przyjąć liczbę takich odwołań, można wskazać przynajmniej sześć innowacji Jerzego Bahdera, które były wykorzystane w przynajmniej dwudziestu późniejszych patentach, i dalszych dziesięć wynalazków wspomnianych nie mniej niż 10 razy. Aż 51 odwołań udało się potwierdzić w przypadku patentu uzyskanego przez Bahdera wspólnie z Davidem Silverem z General Cable Company w 1972 roku. Innowacja dotyczyła konstrukcji kabla w osłonie elektrostatycznej z fałdowanej metalicznej taśmy i z otuliną z półprzewodnika [17].

Od połowy lat 70. Jerzy Bahder szczególnie intensywnie interesował się zagadnieniem przedwczesnego starzenia się wysokonapięciowych kabli energetycznych. Zajmowało go przede wszystkim zjawisko degradacji izolacji polimerowej kabli wysokiego napięcia układanych pod ziemią. Dochodzi do niej w wyniku przedostawania się wilgoci do wnętrza kabla pracującego pod napięciem, a zatem znajdującego się pod wpływem pola elektrycznego. Jednoczesne działanie obu tych czynników – wilgoci i pola elektrycznego – prowadzi do wystąpienia lokalnych zmian w strukturze chemicznej izolacji polimerowej. Traci ona wówczas właściwości hydrofobowe i nabiera cech materiału hydrofilowego. W strukturze pojawiają się mikroszczeliny przypominające kształtem drzewo, stąd zjawisko to określa się mianem drzewienia elektrycznego lub wodnego

(ang. „water treeing”). Przedostawanie się wilgoci do tych szczelin jest główną przyczyną awarii podziemnych kabli energetycznych. Poszukiwania Bahdera koncentrowały się na dwóch zagadnieniach: możliwościach stworzenia kabla odpornego na to zjawisko oraz opracowaniu metod naprawy uszkodzonych w ten sposób przewodów. W obu przypadkach osiągnął sukces.

Stworzona w CTL metoda regeneracji przewodów została wdrożona do praktycznego zastosowania. W pracach nad tym pomysłem towarzyszył Bahderowi fizyk, wspomniany już dr Bogdan Fryszczyn, absolwent Zakładu Fizyki Jądra Atomowego Uniwersytetu Warszawskiego z 1965 roku. Metoda polega na osuszeniu skrętki przewodów w rdzeniu kabla poprzez tłoczenie do niej gazu, np. azotu. Następnym krokiem jest podanie do rdzenia płynu silikonowego, którego zadaniem jest wypełnienie mikroszczelin od wewnątrz. Patent na tę metodę przyznany został w lutym 1983, tj. już po śmierci Bahdera [18]. Na bazie tego patentu jeden z największych potentatów branży chemicznej, Dow Chemical Company, uruchomił produkcję silikonowego wypełniacza wykorzystywanego w tej metodzie regeneracji.



Rys. 2. Laboratorium założone przez Jerzego Bahdera działa do dzisiaj. Wystawia m.in. atesty dopuszczające zagraniczne wyroby na rynek amerykański. Na fotografii kabel produkcji meksykańskiej na napięcie do 138 kV [Fot. B. Fryszczyn, 2009].

Spośród większych firm wykorzystujących ten system w codziennej praktyce warto wymienić Utilix i Novinium, obie z siedzibą w Kent, w amerykańskim stanie Waszyngton. Metoda ta jest współcześnie wciąż udoskonalana, należy jednak podkreślić pionierski charakter prac Bahdera i Fryszczyna. Jak się ocenia, w ciągu dwudziestu lat stosowania ich metody regeneracji kabli energetycznych oszczędności osiągnęły poziom jednego miliarda dolarów w skali całego świata [19].

Również w kwestii poszukiwań metod zapobiegania powstawaniu zjawiska drzewienia w nowych kablach, Jerzy Bahder miał spore osiągnięcia. W 1979 roku uzyskał w tej dziedzinie patent, który do dnia dzisiejszego został przywołany przynajmniej 35 razy. Dotyczył on metody produkcji kabla o podwyższonej odporności na to zjawisko. Proponowane rozwiązanie zakładało wykorzystanie wewnętrznej warstwy materiału uszczelniającego o strukturze gąbczastej w otulinie z fałdowanej folii metalowej. Wynalazca przewidział również zastosowanie substancji wypełniającej przestrzeń pomiędzy poszczególnymi drutami przewodnika tworzącymi wiązkę

żyły. W przypadku mechanicznego uszkodzenia zewnętrznej izolacji miało to zapobiegać wzdłużnemu rozprzestrzenianiu się wilgoci, czy to w postaci wody czy pary wodnej zawartej w uwiecznionym w przewodzie powietrzu [20].

Już po śmierci wynalazcy w laboratorium CTL podjęto próbę wdrożenia do produkcji takiego kabla, opartego na kolejnym patencie Bahdera [21]. Niestety, przedsięwzięcie to zakończyło się niepowodzeniem. Wydaje się, że głównym powodem fiaska był brak wizji i nowatorskiego podejścia do problemów elektroenergetyki nowego kierownictwa firmy. Pod nowym zarządem laboratorium nie mogło się pochwalić większymi osiągnięciami wynalazczymi ani naukowymi. Jeszcze przez jakiś czas po śmierci założyciela, w CTL realizowane były zlecenia przez niego zorganizowane, m.in. sześćoletni kontrakt na badania podstawowe podpisany z amerykańskim Departamentem Energetyki.



Rys. 3. Dr. George H. Bahder Memorial Award przyznawana jest przez Insulated Conductors Committee od 1997 roku. Tę plakietkę otrzymał Carlos Katz, przyjaciel i współpracownik Bahdera [Fot. B. Fryszczyn, 2010].

Jerzy Bahder był członkiem wielu stowarzyszeń naukowych i zawodowych, m.in. od 1962 roku należał do CIGRE (International Council on Large Electric Systems). Za swoje osiągnięcia otrzymywał nagrody również w Stanach Zjednoczonych. W 1979 w uznaniu wkładu, jaki wniósł w poznanie natury przebieg w kablach dielektrycznych, został nagrodzony przez IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) [22]. Od 1997 roku ICC (Insulated Conductors Committee), organizacja zrzeszająca producentów kabli energetycznych i instytucje badawcze prowadzące badania w tej dziedzinie, przyznaje nagrodę imienia Bahdera. Wyróżnieni kandydaci otrzymują pamiątkową plakietkę oraz dostają prawo wskazania zakładu lub katedry energetyki na dowolnym uniwersytecie, dokąd przekazana zostanie jednorazowa dotacja ICC w wysokości 2500 dolarów.

Odznaczenie Dr. George H. Bahder Memorial Award przyznawane jest osobom, które swoimi osiągnięciami przyczyniły się do rozwoju technologii produkcji kabli energetycznych oraz ich zastosowań w transmisji i dystrybucji energii elektrycznej. W 1997 roku nagrodę przyznano rodzinie dra Bahdera, a właściwie pośmiertnie

jemu samemu [23]. W 2002 roku otrzymał ją Carlos Katz, wieloletni współpracownik Bahdera. Pracował z nim jeszcze w General Cable Corporation, a później przeszedł z Bahderem do Cable Technology Laboratories (Rys. 3).

3. ZAKOŃCZENIE

Jak swojego ojca wspomina Paul Bahder, absolwent warszawskiej Akademii Medycznej, a dziś doktor homeopatii z Princeton w stanie New Jersey, Jerzy Bahder na emigracji zawsze czuł się Polakiem. Po opuszczeniu ojczyzny odwiedził ją jednak tylko raz. Do Polski przyjechał w późnych latach 70. Bardzo przeżywał tę podróż. Wielkim wydarzeniem był dla niego również biznesowy wyjazd do Związku Radzieckiego w 1981 roku. Firma General Cable wysłała go tam, aby nadzorował uruchomienie zakupionej przez Rosjan fabryki produkującej kable w oparciu o jego technologię. Jerzy Bader zrobił tam ogromne wrażenie dzięki świetnej znajomości języka rosyjskiego. Mówił z bardzo dobrym akcentem, a to za sprawą matki pochodzącej z arystokratycznej rodziny rosyjskiej. Ojciec Jerzego zmarł, gdy ten miał zaledwie cztery lata. W dzieciństwie rosyjski był zatem dla Jerzego pierwszym językiem.

Do niedawna niewiele się mówiło w Polsce na temat osiągnięć Jerzego Bahdera [24]. Jego dorobek słabo rozpoznawany był również wśród Polonii amerykańskiej. George Bahder, jako „...elektrotechnik, członek Polskiej Akademii Nauk, badacz, wynalazca”, został ledwie wspomniany przez o. Gabriela Lorenca, który pisał o wybitnych przedstawicielach Polonii pochowanych w alei zasłużonych cmentarza przy Narodowym Sanktuarium Matki Bożej Częstochowskiej w Doylestown, w Pensylwanii [25]. Winniśmy mu chyba więcej, niż jedną inskrypcję na kamieniu nagrobnym. Jako patriocie, jako wybitnemu inżynierowi i wynalazcy, z którego pomysłów korzysta dziś świat.

Studia nad życiorysami naukowców, wynalazców, techników czy inżynierów to ważna dziedzina badań na dziejami nauki i techniki. Nie chodzi tu jednak a zwykłą biografistykę, a tym bardziej o tworzenie dzieł hagiograficznych. Wydaje się, że pełniejsze rozpoznanie dziejów życia prywatnego i zawodowego twórców techniki prowadzić może do lepszego zrozumienia uwarunkowań, jakie doprowadziły do tej czy innej innowacji, do tego czy innego odkrycia. Obok walorów poznawczych historie takie mają również dużą wartość edukacyjną i wychowawczą. Wyjaśniając wybory życiowe wybitnych twórców techniki oraz ukazując ich jako zwykłych ludzi, pozwalają na bliższe utożsamienie się z nimi, a stąd już niedaleko do chęci podążania w ich ślady.

4. BIBLIOGRAFIA

1. Jakubowski J. *Fragmety autobiografii*. „Kwartalnik Historii Nauki i Techniki”, R. 33, nr 3 (1988).
2. *Rocznik Warszawski*. Warszawa: Archiwum Państwowe Warszawy i Województwa Warszawskiego, 1987.
3. Bader J., et al. *Odgromnik magnetyczno-zaworowy*. Polska. Opis patentowy. 35910. Opubl. 12.05.1952.
4. Bader J. et al. *Rejestrator topikowy liczby zadziałań odgromnika*. Polska. Opis patentowy. 35911. Opubl. 12.05.1952.

5. Auleytner K., Bader J. et al. *Wieloczołonowy odgromnik zaworowy na napięcie w zakresie od 15 kV do 110 kV*. Polska. Opis patentowy. 37090. Opubl. 28.09.1953.
6. Bader J. et al. *Urządzenie odgromnikowe*. Polska. Opis patentowy. 43530. Opubl. 15.10.1959.
7. *Uchwała nr 592/52 Prezydium Rządu z dnia 17 lipca 1952 r. w sprawie przyznania w roku 1952 nagród państwowych za osiągnięcia w dziedzinie nauki, postępu technicznego, literatury i sztuki. Dział Postępu Technicznego, sekcja Przemysłu Ciężkiego*. W: Komitet Nagród państwowych. Nagrody Państwowe w latach 1948-1980. Informator. Wrocław: Ossolineum, 1983.
8. *Uchwała nr 1/55 Prezydium Komitetu Nagród Państwowych z dnia 20 lipca 1955 r. w sprawie przyznania w r. 1955 Nagród Państwowych za osiągnięcia w dziedzinie nauki, postępu technicznego, literatury i sztuki. Sekcja Przemysłu Ciężkiego*. W: Komitet Nagród państwowych. Nagrody Państwowe w latach 1948-1980. Informator. Wrocław: Ossolineum, 1983.
9. *Insulated Conductors Committee*. http://www.pesicc.org/iccwebsite/subcommittees/E/E07/bahder_award/1997_gh_bahder.htm [dostęp: 1.01.2015].
10. Bahder P., prywatna korespondencja z autorem, [4.01.2010].
11. „Telephone engineer & management”, Vol. 77 (1977).
12. Fryszczyn B., prywatna korespondencja z autorem, [23.12.2009].
13. „New York Times”, 20.12.1982.
14. Bader J. *Odgromniki zaworowe. Konstrukcja, eksploatacja, próby*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1954; Bader J. et al. *Próby wysokonapięciowych przyrządów rozdzielczych*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwa Techniczne, 1956.
15. Bahder G. *Selection and Evaluation of semiconducting thermoplastic jacket compounds for concentric neutral URD primary cables*. Palo Alto: Electric Power Research Inst., 1977; Bahder G. *Outdoor high voltage and high current short circuit tests on single phase extruded dielectric primary distribution cables*. Palo Alto: Electric Power Research Inst., 1977; Bahder G. et al. *General Cable Corporation. Determination of AC conductor and pipe loss in pipe-type cable systems*. Palo Alto: Electric Power Research Institute, 1979. Bahder G. *Development of molded joints and terminals for 230-kV extruded cross-linked polyethylene (XLPE) insulated cable: final report*. Palo Alto: Electric Power Research Inst., 1985.
16. Wśród prac o największej liczbie cytowań należy wymienić: Bahder G. et al. *General Cable Corp. Electrical and Electro-Chemical Treeing Effect in Polyethylene and Crosslinked Polyethylene Cables*. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-93 (1974), Issue 3; Bahder G. et al. *Physical Model of Electric Aging and Breakdown of Extruded Polymeric Insulated Power Cables*. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-101 (1982), Issue 6; Bahder G. et al. *Electrical Breakdown Characteristics and Testing of High Voltage XLPE and EPR Insulated Cables*. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems. Vol. PAS-102 (1983), Issue 7.
17. Silver D., Bahder G. *Power Cable With Corrugated or Smooth Longitudinally Folded Metallic Shielding Tape*. USA. Opis patentowy. 3651244. Opubl. 21.03.1972.
18. Bahder G. *Extension of cable life*. USA. Opis patentowy. 4372988. Opubl. 8.02.1982.
19. Bertini G., Vincent G. *Advances In Chemical Rejuvenation: Extending Medium Voltage Cable Life 40 Years*. Novinium, Inc. <http://www.novinium.com/pdf/papers/Advances in Chemical Rejuvenation.pdf> [dostęp: 1.01.2015].
20. Bahder G. et al. *Solid dielectric cable resistant to electrochemical trees*. USA. Opis patentowy. 4145567. Opubl. 20.03.1979.
21. Bahder G. *Tree resistant power cable*. USA. Opis patentowy. 4457975. Opubl. 3.07.1984.
22. *Institute of Electrical and Electronics Engineers. Past to present: a century of honors: the first hundred years of award winners, honorary members, past presidents, and fellows of the Institute*. New York: IEEE Press, 1984.
23. *Insulated Conductors Committee*. www.pesicc.org/iccwebsite/subcommittees/E/E07/bahder_award/1997_gh_bahder.htm [dostęp: 8.02.2010].
24. Łotysz S. *Pokonać drzewa wodne: Jerzy Bader i jego praca*. „Prace Instytutu Elektrotechniki”, Zeszyt 246 (2010).
25. Lorenc G. *Amerykańska Częstochowa*. Doylestown: Narodowe Sanktuarium Matki Bożej Częstochowskiej, 1989.

GEORGE BAHDER AND HIS CONTRIBUTION IN DEVELOPING HIGH-VOLTAGE TECHNOLOGY

The paper analyses the contribution of Polish-born engineer. George Bahder, in developing a method of recovering high-voltage cables deteriorated by a phenomenon known as water treeing. While working for several companies and laboratories in the United States, he was granted 33 patents for his inventions. Among others, he developed a method of regeneration of deteriorated cables, and also he devised an improved cable having a higher resistance to the water treeing phenomena. The paper brings some details on his personal and professional life.

Keywords: deterioration of high-voltage cable insulation, water treeing phenomenon, cable industry, recovery of deteriorated cables.