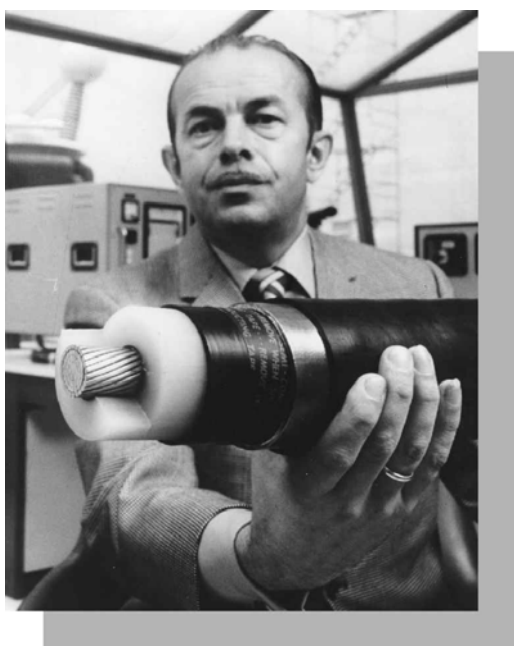


Sławomir ŁOTYSZ

POKONAĆ DRZEWA WODNE

Jerzy Bader i jego praca



Jerzy Bader prezentuje kabel wysokiego napięcia wyprodukowany w General Cable Corporation (1978)

Sławomir ŁOTYSZ
e-mail: s.lotysz@gmail.com

Uniwersytet Zielonogórski

PRACE INSTYTUTU ELEKTROTECHNIKI,
zeszyt 246, 2010

Jerzy Bader był absolwentem Politechniki Warszawskiej, doktorantem Profesora Janusza Lecha Jakubowskiego i pracownikiem Zakładu Wysokich Napięć w Instytucie Elektrotechniki. Po wyjeździe z Polski zasłynął jako wynalazca innowacyjnej metody regeneracji kabli energetycznych uszkodzonych w wyniku wystąpienia zjawiska tzw. drzew wodnych. W ciągu ostatnich dwudziestu lat jego metoda pozwoliła na oszczędności sięgające miliarda dolarów w skali całego świata. Niestety, w Polsce jego dokonania nie były dotąd szerzej znane.

Początki

Jerzy Bader urodził się w Warszawie 17 stycznia 1925 roku. Podczas okupacji walczył w oddziałach Narodowych Sił Zbrojnych. 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 doskonałej znajomości języka niemieckiego zdołał wówczas ocalić swój oddział. Zgodnie z przekazem rodzinnym, otrzymał za to od dowództwa NSZ order Virtuti Militari w ceremonii polowej. Po wyzwoleniu Jerzy 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 magisterium był zaangażowany w prace nad powołaniem w warszawskim Instytucie Elektrotechniki Zakładu Wysokich Napięć. W latach 1948-1962 był pracownikiem tej jednostki [2]. W okresie tym był współautorem kilku innowacji. Działając w imieniu Instytutu Elektrotechniki, wraz ze współpracownikami opatentował m.in. odgromnik magnetyczno-zaworowy [3] i przeznaczony do współpracy z nim rejestrator [4], wielocłonowy odgromnik na wysokie napięcie [5] oraz kolejne urządzenie odgromnikowe [6]. Wynalazki te zostały wdrożone, a zaangażowanie Badera i pozostałych członków zespołu badawczego wyróżniono nagrodami państwowymi. W 1952 roku został laureatem nagrody zespołowej III stopnia za opracowanie pełnej dokumentacji technologii oraz uruchomienie seryjnej produkcji odgromników zaworowych dla napięć od 0,5 do 30 kV [7], a trzy lata później otrzymał również nagrodę 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].

Przedsiębiorczy emigrant

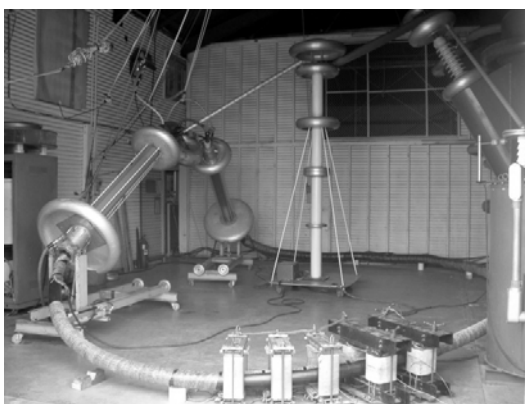
Mimo tych wyróżnień, Jerzy Bader doświadczał szykan za swoją party-

zancką przeszłość i walkę w szeregach NSZ. Profesor Janusz Jakubowski, wspominając dalej: „w czasie studiów i później podczas pracy w Instytucie miał on tak wiele kłopotów, że go to doprowadziło do porzucenia kraju”. Do Stanów Zjednoczonych Jerzy Bader wyemigrował w 1962 roku. Dzieje jego dalszej kariery mogą stanowić doskonałą ilustrację opowieści o amerykańskim śnie. Ze słabą znajomością języka angielskiego, i kilkuset dolarami w kieszeni rozpoczynał wszystko od nowa [10]. Przyszłość jego i jego rodziny zależała od zdolności, determinacji i pracowitości młodego inżyniera. Niedługo po przyjeździe do Ameryki podjął pracę w General Cable Corporation.

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

To prywatne laboratorium, 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. Jego laboratorium CTL zatrudniało wówczas czterech inżynierów. Oprócz niego byli to: Bogdan Fryszczyn, Carlos Katz i Marek Sosnowski. Pod koniec 1980 roku Bahder zakończył współpracę z Pirelli i odtąd mógł już zaangażować się bez reszty w rozwój swojej firmy. Niestety, zaawansowana choroba nie pozwoliła mu na to. Pod dwóch latach zmagania z rakiem płuc odszedł w grudniu 1982 roku [13].



Rys. 1. Obecnie laboratorium założone przez Jerzego Badera wystawia m.in. atesty zagranicznym producentom o dopuszczeniu ich wyrobów na rynek amerykański. Na fotografii kabel na napięcie do 138 kV produkcji meksykańskiej (2009)

Dorobek wynalazczy

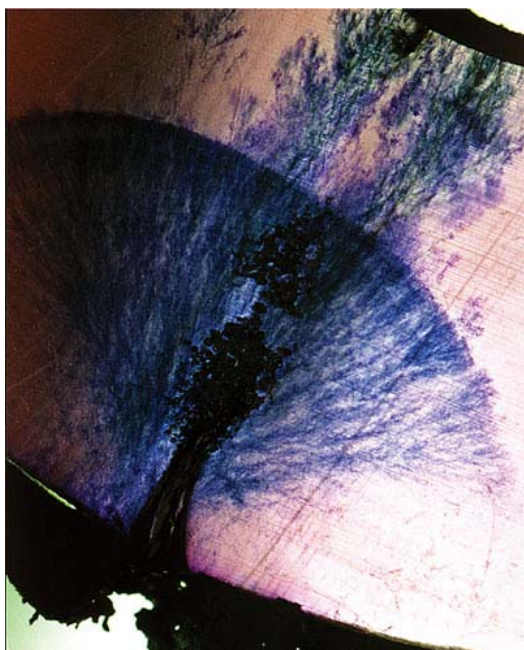
Trudno przecenić wkład Jerzego Badera w rozwój techniki wysokich napięć. Był niezwykle aktywny na polu naukowym występując na konferen-

cjach, publikując monografie, raporty i artykuły zarówno przed emigracją w Polsce [14], jak i później w Stanach Zjednoczonych [15]. Wiele z jego prac naukowych również i dziś jest stosunkowo często cytowanych, co dowodzić może oryginalności osiągniętych przez Bahdera wyników i ich ponadczasowego znaczenia [16]. To samo można powiedzieć o większości z uzyskanych przez niego patentów. Amerykański Urząd Patentowy przyznał mu ich nie mniej niż 30. Do wielu z nich odwołują się współcześni wynalazcy. Jeśli za miarę znaczenia wynalazku przyjąć liczbę takich odwołań, można wskazać przynajmniej sześć innowacji Jerzego Badera, 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].

Pokonać drzewa wodne

Od połowy lat 70. Jerzy Bahder szczególnie intensywnie interesował się zagadnieniem przedwczesnego starzenia się wysokonapięciowych kabli energetycznych. Zajmowało go przede wszystkim zjawisko degradacji izolacji polimerycznej kabli wysokiego

napięcia układanych pod ziemią. Proces tej degradacji jest wynikiem przedostawania się wody do izolacji i oddziaływania pola elektrycznego w kablu pod napięciem. Te dwa czynniki powodują lokalne zmiany chemiczne w izolacji przekształcając ją z hydrofobowej w hydrofilową i powodują tworzenie się tzw. drzew wodnych (w literaturze anglojęzycznej zjawisko to określa się mianem „water treeing”). Przedostawanie się wody 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.



Rys. 2. Drzewo wodne. Ta zabarwiona próbka najlepiej oddaje skalę uszkodzenia przewodu [18]

Stworzona w CTL metoda regeneracji została wdrożona do praktycznego zastosowania. W pracach nad tym pomysłem towarzyszył Bahderowi inny pochodzący z Polski doktor fizyki, wspomniany już Bogdan Fryszczyn, absolwent Zakładu Fizyki Jądra Atomowego Uniwersytetu Warszawskiego z 1965 roku. Metoda polega na osuszeniu stanowiącej rdzeń kabla wiązki przewodnika poprzez tłoczenie doń gazu, np. azotu. Następnym krokiem jest podanie do rdzenia płynu silikonowego, którego zadaniem jest wypełnienie od wewnątrz „drzew wodnych”. Patent na ten wynalazek przyznany został w lutym 1983, tj. już po śmierci Bahdera [19]. Na bazie tego patentu jeden z największych potentatów branży chemicznej, Dow Chemical Company, uruchomił produkcję silikonowego wypełniacza wykorzystywanego w tej metodzie regeneracji.

Spośród większych firm wykorzystujących ją w codziennej praktyce warto wymienić Utilx 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 regeneracji kabli energetycznych oszczędności osiągnęły poziom jednego miliarda dolarów w skali całego świata [20].

Również w kwestii poszukiwań metod zapobiegania powstawania zjawiska „water treeing” w nowych kablach, Jerzy Bahder miał spore osiągnięcia.

nięcia. 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 zjawisko tworzenia się drzew wodnych. 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 powietrzu [21].

Już po śmierci wynalazcy w laboratorium CTL podjęto próbę wdrożenia do produkcji podobnego kabla, opartego na kolejnym patencie Bahdera [22]. Niestety, przedsięwzięcie to zakończyło się niepowodzeniem. Wydaje się, że głównym powodem fiaska był brak wizji i nowatorskiego podejścia do problemów elektroenergetyki nowego kierownictwa firmy. Po śmierci Bahdera zarząd nad CTL objął jeden z jego współpracowników. Pod nowym kierownictwem 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.

sześcioletni kontrakt na badania podstawowe podpisany z amerykańskim Departamentem Energetyki.

Inżynier nagrodzony

Jerzy Bahder był członkiem wielu stowarzyszeń zawodowych, m.in. CIGRE (International Council on Large Electric Systems) od 1962 roku. Za swoje osiągnięcia otrzymywał nagrody również w Stanach Zjednoczonych. W 1979 w uznaniu wkładu, jaki wniósł w poznanie natury przebiegów w kablach dielektrycznych, został nagrodzony przez IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) [23]. 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. Dr. George H. Bahder Memorial Award przyznawana jest osobom, które swoimi osiągnięciami przyczyniły się do rozwoju technologii produkcji izolowanych kabli i ich zastosowań w transmisji i dystrybucji energii elektrycznej. W 1997 roku nagrodę przyznano rodzinie dra Bahdera, a właściwie pośmiertnie jemu samemu. W 2002 roku otrzymał ją Carlos Katz, współpracownik Bahdera jesz-

cze z czasów General Cable Corporation, i który przeszedł z nim później do Cable Technology Laboratories [24].



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

Do końca Polak

Jak swojego ojca wspomina Paul Bahder, absolwent warszawskiej Akademii Medycznej a dziś doktor homeopatii z Princeton w New Jersey, Jerzy zawsze czuł się Polakiem. Po opuszczeniu ojczyzny odwiedził ją tylko raz. Do Polski przyjechał w późnych latach 70., zaledwie na kilka lat przed śmiercią, jak się wkrótce okazało. Bardzo przeżywał tę podróż. Wielkim wydarzeniem był dla niego również biznesowy wyjazd do Związku Radzieckiego w 1981 roku. Firma General Cable wysłała go tam, by nadzorował uruchomienie zakupionej przez Rosjan fabryki produkują-

cej kable w oparciu o jego technologię. Jerzy Bader zrobił tam ogromne wrażenie dzięki świetnej znajomości języka rosyjskiego. Mówił z bardzo dobrym, starym akcentem, a to za sprawą matki pochodzącej z rosyjskiej, arystokratycznej rodziny. Ojciec Jerzego zmarł, gdy ten miał zaledwie cztery lata. W dzieciństwie rosyjski był zatem dla Jerzego pierwszym językiem.

O osiągnięciach Jerzego Bahdera mało kto dziś w Polsce pamięta. Uzupełnienia wymagają nie tylko opracowania na temat dziejów polskiej elektrotechniki, ale i słowniki biograficzne wybitnych polskich techników. Jego dorobek słabo rozpoznawany jest też 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. Tam bowiem, w tzw. amerykańskiej Częstochowie, spoczął inżynier Bader [25]. Winniśmy mu chyba więcej, niż jedną inskrypcję na kamieniu nagrobnym. Jako weteranowi walki z hitlerowskim okupantem, jako wybitnemu inżynierowi i wynalazcy, z którego pomysłów korzysta dziś świat.

Nieocenionej pomocy przy powstaniu tego artykułu udzielił dr Bogdan Fryszczyn z CTL, przyjaciel i współpracownik Jerzego Bahdera, oraz syn inżyniera, Paul Bahder.

LITERATURA

1. Jakubowski J.: Fragmenty autobiografii. Kwartalnik Historii Nauki i Techniki, 33 (1988), nr 3, 622.
2. Rocznik warszawski. Warszawa: Archiwum Państwowe Warszawy i Województwa Warszawskiego, 1987, 284.
3. Bader J., et al.: Odgromnik magnetyczno-zaworowy. Polska. Opis patentowy. 35910. Opubl. 12.05.1952.
4. Bader J. et al.: Rejestrator topikowy liczby zdarzeń odgromnika. Polska. Opis patentowy. 35911. Opubl. 12.05.1952.
5. Auleytner K., Bader J. et al.: Wieloczołnowy 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/subcom_e/E7/bahder_ward/1997_gh_bahder.htm]. dostęp: 8.02.2010]
10. Bahder P.: prywatna korespondencja z autorem, [4.01.2010].
11. Telephone engineer & management. Vol. 77, (1977), 102.
12. Fryszczyn B.: prywatna korespondencja z autorem, [23.12.2009].
13. New York Times. 20.12.1982, 14.
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 tu 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. Inc. 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. Vern Buchholz. Finding the Root Cause of Power Cable Failures. Electric Energy Online.
http://www.electricenergyonline.com/?page=show_article&mag=24&article=186
[dostęp: 24.08.2010].
19. Bahder G.: Extension of cable life. USA. Opis patentowy. 4372988. Opubl. 8.02.1982.
20. Bertini G., Vincent G.: Advances In Chemical Rejuvenation: Extending Medium Voltage Cable Life 40 Years. Novinium, Inc. [www.novinium.com/pdf/papers/Advances in Chemical Rejuvenation.pdf](http://www.novinium.com/pdf/papers/Advances_in_Chemical_Rejuvenation.pdf) [dostęp: 8.02.2010].
21. Bahder G. et al.: Solid dielectric cable resistant to electrochemical trees. USA. Opis patentowy. 4145567. Opubl. 20.03.1979.
22. Bahder G.: Tree resistant power cable. USA. Opis patentowy. 4457975. Opubl. 3.07.1984.
23. 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, s. 143.
24. Insulated Conductors Committee.
http://www.pesicc.org/iccWebSite/subcommittees/subcom_e/E7/bahder_award/dr_bahder_award.htm
[dostęp: 8.02.2010].
25. Lorenc G.: Amerykańska Częstochowa. Doylestown: Narodowe Sanktuarium Matki Bożej Częstochowskiej, 1989.

Rękopis dostarczono dnia 15.04.2010 r.