

Z historii rosyjskiej elektrotechniki

# Mikołaj Nikołajewicz Bienardos<sup>1</sup> – wynalazca spawania elektrycznego

Andrzej Przytułski

**Obecnie nie można wyobrazić sobie wielu procesów przemysłowych bez spawania elektrycznego bądź gazowego. Coraz bardziej skomplikowane stają się też urządzenia do prowadzenia prac spawalniczych. W podręcznikach energoelektroniki poświęca się dużo miejsca przetwornicom będącym nowoczesnymi spawarkami, a zbudowanymi na bazie elementów półprzewodnikowych oraz maszyn elektrycznych statycznych i wirujących. Warto wiedzieć, że pierwszego spawania elektrycznego dokonano 130 lat temu, a jego wynalazcą był Rosjanin.**

**M**ikołaj Nikołajewicz Bienardos (fot. 1) urodził się 26 lipca (wg kalendarza juliańskiego 7 sierpnia) 1842 r. we wsi Bienardosowka w powiecie Jelisawietgradskim, w guberni Chersońskiej, w rodzinie o bogatych tradycjach wojskowych. Obecnie wieś nosi nazwę Braterskiego Mostu w okręgu Mikołajewskim na Ukrainie.

Dziadek Mikołaja Nikołajewicza, Pantielejmon Jegorowicz Bienardos był z pochodzenia Grekiem. W wojsku doszedł do rangi generała majora i był jednym z bohaterów Wojny Ojczyźnianej z 1812 r. Ojciec Bienardosa Mikołaj Pantielejmonowicz Bienardos, uczestnik Wojny Krymskiej z lat 1853–1856, zdymisjonowany pułkownik, był mężem córki łuchskiego ziemianina, Jekateryny Wasiliewny Swiesznikowej. Po linii matki Mikołaj Nikołajewicz był potomkiem sławnego rosyjskiego rodu Diemidowych. Dzieciństwo spędził przyszyły wynalazca w rodzinnej posiadłości o nazwie Nowoukrainka, położonej w guberni Chersońskiej. Początkowo nauka Mikołaja odbywała się w domu. Już od najmłodszych lat interesowało go różnego rodzaju rzemiosło. Najbardziej lubił kowalstwo i ślusarstwo. Całe dnie potrafił spędzać w warsztatach ojca obsługujących potrzeby miejscowego dworu. Nauczył się tam większości czynności użytecznych w pracy kowala [2, 3].

## Studia, praca w miasteczku Łuch oraz działalność charytatywna

W wieku 20 lat Mikołaj Nikołajewicz zmuszany nieustannie przez ojca do nauki podjął studia na Wydziale Medycznym Uniwersytetu św. Włodzimierza

w Kijowie (fot. 2). Dokonał tam zresztą pierwszego „wynalazku”, wstawiając do zęba swojego ordynansa srebrną plombę, wykonaną własnoręcznie przez siebie i nazwaną „pugówką”.

W 1866 r. Mikołaj porzucił studia medyczne i przeniósł się do powstałej rok wcześniej Piotrowskiej Akademii Leśnej i Rolniczej pod Moskwą. W uczelni tej przebywał około trzech lat, opracowując wiele wynalazków dotyczących maszyn rolniczych, m.in. pług obracający wyoraną skibę, zapewniający zmniejszenie tarcia między ziemią i lemieszem. Projekt ten, podobnie jak i pozostałe pochodzące z tego okresu, pozostał jednak tylko na papierze.

Wiosną 1867 r. Mikołaj Bienardos otrzymał urlop z akademii i udał się do Paryża, gdzie otwarto Światową Wystawę Techniczną. Miał nadzieję na realizację swoich wynalazczych planów. Niestety o podróży tej nic bliżej nie wiadomo, tak samo jak o wyjazdach do Hiszpanii, Wielkiej Brytanii czy Niemiec. Jesienią tego samego roku powrócił do Moskwy.

Po powrocie do Moskwy już w grudniu pojechał w rodzinne okolice swojej matki do osady Łuch w powiecie Jurjewieckim guberni Kostromskiej. Celem tego wyjazdu było poszukiwanie odpowiedzi na szereg zagadnień związanych z gospodarowaniem. Od tej pory coraz częściej odwiedzał to prowincjonalne, małe miasteczko. Podczas jednej z tych wizyt poznał Annę Aleksiejewnę Lebidiewę – córkę łuchskiego gospodarza, z którą ożenił się w 1868 r. i postanowił pozostać w tamtych stronach. Na wielohektarowej działce o nazwie „Priwolnoje” odległej o 12 wiorst<sup>2</sup> od miejsca zamieszkania matki zbudował dwu-



Fot. 1. Mikołaj Nikołajewicz Bienardos – prekursor elektrycznego spawania w carskiej Rosji wg [1]

piętrowy, ziemiański dwór w stylu turecko-japońskim, z fontannami, olbrzymim owocowym sadem, oranżerią, a także dużą piramidą. W gospodarstwie znajdowały się też doskonale wyposażone warsztaty – ślusarski, kowalski i stolarski.

Na początku Bienardos zamierzał zająć się gospodarstwem, opierając się na wiedzy zdobytej w akademii rolniczej. Jednak niespokojny duch wynalazcy powodował, że przebywał całymi dniami w swoich warsztatach. Podczas wielu spędzonych tam dni zaprojektował na papierze, a następnie wykonał własnoręcznie wiele użytecznych narzędzi rolniczych. W tym okresie wszystkie środki Mikołaja Nikołajewicza przeznaczone były na niezbędne narzędzia i pomoc dla



Fot. 2. Budynek Czerwony Uniwersytetu św. Włodzimierza w Kijowie. To tam Mikołaj Nikołajewicz spędził niemal cztery lata, nie uzyskując dyplomu lekarza wg [4]

okolicznych chłopów, którym próbował ułatwiać życie poprzez wprowadzanie innowacji w pracach polowych. Otworzył też w swoich zabudowaniach bezpłatną aptekę, w której wydawał osobiście wytworzone leki, a mieszkańcom sąsiadujących wsi udzielał szerokiej pomocy medycznej. We dworze urządził pralnię z wynalezioną przez siebie mechaniczną pralką (poprzedniczką prałek elektrycznych), a także bibliotekę i szkołę, w której bezpłatnie uczył wiejskie dzieci. Była to pierwsza i jedyna szkoła w tych okolicach. Wszystkie niezbędne do procesu dydaktycznego książki i przyrządy kupował ze swoich pieniędzy. Bienardos był niestrudzonym społecznikiem. W latach 1870–73 odbył liczne spotkania z ziemianinami zamieszkującymi w powiecie Jurjewieckim w guberni Kostromskiej. Na zebraniach tych poruszał przede wszystkim sprawy rozwoju systemu służby zdrowia i kontroli sanitarnych. Z inicjatywy Mikołaja Nikołajewicza, wówczas członka powiatowej rady szkolnictwa, postanowiono wnieść prośbę do rządu o wprowadzenie obowiązkowej nauki na poziomie podstawowym dla wszystkich dzieci.

### Samosąd i kara

W 1873 r. Mikołaj Bienardos wraz z braćmi Pawłem i Mikołajem Tiepielniewymi uczestniczył w wychłostaniu różgami dworskiego lekarza Afierjewa za obrazę niejakiej księżniczki Biersjeńjowej. Po procesie trwającym ponad rok Kostromski Sąd Okręgowy wydał wyrok za znieważenie lekarza, skazując Bienardosa i obydwu braci na zesłanie na Syberię i utratę praw publicznych. Orzeczenie to zostało później zmienione na trzymiesięczny areszt i utratę praw do zajmowania jakichkolwiek stanowisk w urzędach państwowych i organiza-

cyjach społecznych. Cały jednak czas, aż do zmiany decyzji Mikołaj Nikołajewicz spędził w więzieniu. Jego bliski przyjaciel Andrej Iwanowicz Biuksjenmiejstier wspominał potem, że postępowanie sądowe toczyło się bardzo długo, wymagało wielu środków finansowych i nadwyrężyło psychikę oskarżonego.

### Realizacja wynalazczych idei

Po uwolnieniu z aresztu Bienardos przystąpił do realizacji pomysłu, który powstał jeszcze na początku 1873 r. Miał to być parowiec z obrotowymi kołami, ale zaopatrzonymi w specjalne łopatki takiego rodzaju, które pozwalałyby na pokonywanie niezeglownych zakrętów, mielizn, młyńskich zapór, śluz i innego rodzaju przeszkód po lądzie. Nad projektem tym wynalazca pracował ponad trzy lata. Przy budowie pomagali mu miejscowi kowale Tiugin i Smirnow. Wiosną 1877 r. statek został zwodowany we wsi Bołdyriewoj, 3 km od Łucha i otrzymał imię Mikołaj, na cześć starszego z synów Bienardosa. Celem sprawdzenia efektów swojej pracy wynalazca przedsięwziął ponad 300-kilometrową podróż po rzekach Łuch i Kłażm do Grochowca. Później ten nowy środek transportu został dostarczony do Sankt Petersburga. Jednak nie zyskał uznania ani w oczach urzędników, ani przemysłowców i został rozebrany na złom i drewno opałowe.

W lutym 1877 r. Mikołaj Nikołajewicz skonstruował urządzenie do przewozu drzew i innych ciężarów. Na wynalazek ten uzyskał rosyjski patent i podziękowania Muzeum Rolnictwa z Sankt Petersburga. Mimo że wielu właścicieli ziemskich zastosowało u siebie ten środek transportu, to nie doczekał się on produkcji przemysłowej.

W następnych latach Bienardosa zaczęła pociągać elektrotechnika. Jeszcze przy

budowie parowca musiał niejednokrotnie łączyć ze sobą duże metalowe elementy za pomocą spawów kowalskich. Jednak w warsztatach Mikołaja Nikołajewicza nie było pieców o odpowiedniej wydajności cieplnej. Dlatego próbował podgrzewać niewielkie odcinki spawanych elementów łukiem elektrycznym, powodując ich topienie i po ostygnięciu wiązanie się ze sobą. W połowie lat 70. XIX wieku Bienardos zapoznał się z inżynierem i wynalazcą, wspomnianym już A.I. Biuksjenmiejstierem, który w 1878 r. założył w Kineszmie zakład produkujący akumulatory i elektrody węglowe do lamp łukowych. Przyjaźń z Biuksjenmiejstierem przyniosła same korzyści. Właściciel zakładu zaopatrzył Bienardosa w elektrochemiczne źródła prądu i inne detale potrzebne do prowadzenia doświadczeń. Przed wynalazcą otworzyła się perspektywa przeprowadzania szeregu doświadczeń z prądem elektrycznym, a w szczególności z łukiem elektrycznym. Obaj bardzo dużo eksperymentowali, kładąc główny nacisk na akumulatory.

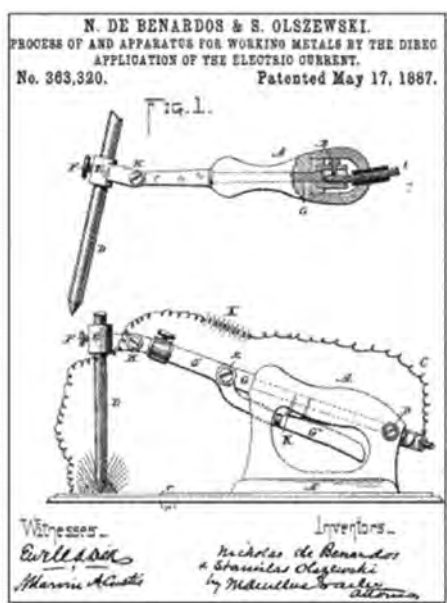
Aby pozyskać pieniądze do badań naukowych i prac konstruktorskich, Mikołaj Bienardos sprzedał znaczną część swojej ziemi i zastawił dwór. W końcu ustanowił w gospodarstwie zarządcę i wyjechał do Sankt Petersburga. 10 lutego 1880 r. wniósł prośbę do Ministerstwa Spraw Wewnętrznych Rosji o przywrócenie mu praw publicznych i obywatelskich. Miał nadzieję, że będzie mógł znowu zajmować miejsca w administracji państwowej i prowadzić działalność społeczną. Po odrzuceniu prośby podjął pracę w dziale elektrotechnicznym towarzystwa elektrycznego oświetlenia, produkcji maszyn i aparatów elektrycznych P.N. Jabłoczkow – wynalazca i spółka.

Pawła Jabłoczkowa poznał w Paryżu w 1876 r. podczas jednej ze swoich licznych podróży zagranicznych. Kontakt ten zaowocował później zażyłą przyjaźnią między obydwojma wynalazcami [5]. Dzięki Jabłoczkowowi mógł nawiązać znajomości ze wszystkimi sławnymi wtedy rosyjskimi i europejskimi elektrotechnikami. Ich wzajemne spotkania spowodowały u Bienardosa przyspieszenie tempa prac koncepcyjno-myślowych nad pewnymi wynalazkami. Mikołaj Nikołajewicz brał czynny udział w rozpowszechnianiu elektrycznego oświetlenia w Rosji. W tym celu odbywał liczne podróże do obwodów zakałkaskich, „promując” tam nowy sposób oświetlania.



Kierownictwo zakładu dawało mu w tym względzie całkowicie wolną rękę. Podczas pracy w spółce Jabłockowa, Bienardos wynalazł specjalny „świecznik” dla świec Jabłockowa z przełącznikiem prądu oraz specjalne urządzenia do izolowania i oplatania przewodów.

Wiosną 1881 r. Mikołaj Nikołajewicz Biendaros udał się do Paryża jako pracownik firmy Pawła Jabłockowa, aby przygotować stoisko na I Światową Wystawę Elektrotechniczną. Do ekspozycji tej użyto laboratorium elektryczne działające w Rosji przy czasopiśmie „Электричен”, którego współredaktorem był znany rosyjski fizyk Mikołaj Iwanowicz Kabat. Zadaniem Bienardosa było odpowiednie przygotowanie akumulatorów zasilających lampy łukowe i ich usprawnianie. To tu narodził się jego najbardziej znaczący wynalazek, za który otrzymał złoty medal i miano najlepszego eksponatu wystawy. Był to spaw elektryczny nazwany przez niego Электрорефест. Po powrocie do Sankt Petersburga Mikołaj Nikołajewicz rozpoczął pracę nad ulepszaniem spawania z użyciem łuku elektrycznego. W 1885 r. po dokładnym opracowaniu i stworzeniu możliwości zastosowania wynalazku w przemyśle Bienardos wystąpił do departamentu handlu i manufaktur o wydanie przywileju na „sposób łączenia i rozdzielania metali za pomocą bezpośredniego działania prądu elektrycznego”.



Fot. 3. Jedno ze świadectw patentowych dotyczące elektrycznego spawania wydane Mikołajowi Bienardosowi i Stanisławowi Olszewskiemu w Stanach Zjednoczonych w dniu 17 maja 1887 r. wg [6]

31 grudnia 1886 r. otrzymał ten przywilej o numerze 11982 na okres 10 lat.

Metoda będąca przedmiotem przywileju była bardzo prosta, a jej opis przedstawiał się w następujący sposób: „istotą wynalazku jest sposób łączenia i rozdzielania metali przez bezpośrednie działanie prądu elektrycznego, wytwarzającego łuk elektryczny pomiędzy miejscem obróbki metalu połączonego z jednym biegunem źródła napięcia i elektrodą umiejscowioną w rękojeści, połączonej z drugim biegunem źródła napięcia. Przy pomocy tego sposobu mogą być wykonywane następujące prace: łączenie części metalowych między sobą, rozcinanie metalu, borowanie, wytwarzanie otworów i jam oraz nadtapianie warstwowe”.

W 1881 r. Bienardos nie był w stanie opatentować spawania elektrycznego, gdyż wymagało to wniesienia odpowiednich opłat, a wynalazca nie posiadał wystarczających środków finansowych. Po sprzedaniu w 1884 r. posiadłości „Priwolnoje” pieniędzy wystarczyło na spłatę kredytów bankowych i na opatentowanie wynalazku w Rosji.

W latach 1885–87 Bienardos otrzymał patenty we Francji, Belgii, Wielkiej Brytanii, Austro-Węgrzech, Szwecji, Włoszech, Niemczech, USA, Norwegii, Danii, Hiszpanii i Szwajcarii. W wymienionych krajach opłaty wniósł kupiec i polski inżynier S.A. Olszewski mający dochodowe domy towarowe w Warszawie i Sankt Petersburgu, stając się współwłaścicielem patentu (fot. 3).

W 1885 r. Mikołaj Bienardos wraz z grupą przemysłowców rosyjskich założył w Sankt Petersburgu towarzystwo o nazwie „Elektrogiefest” mające pierwszy na świecie specjalistyczny warsztat spawalniczy. W okresie niespełna dwóch lat spawanie elektryczne rozpowszechniło się po całym świecie, a imię Bienardosa stało się znane nie tylko w Rosji, ale również za granicą, szczególnie w kręgach naukowych i technicznych. W celu zastosowania spawania elektrycznego w swoich krajach po doświadczeniu i wiedzy na ten temat do Rosji zjeżdżali się zagraniczni specjaliści. W światowej literaturze technicznej ukazało się wiele artykułów naukowych promujących i objaśniających ten nowoczesny wówczas sposób łączenia ze sobą metali. Do połowy lat 90. XIX wieku spawanie elektryczne wprowadzone zostało do ponad stu zakładów metalurgicznych Zachodniej Europy i Stanów Zjednoczonych. Spawanie elektryczne zaczęto stosować



Fot. 4. Akumulator udoskonalony przez M.N. Bienardosa wg [7]

nie tylko jako środek pomocniczy w naprawie elementów metalowych, ale stało się ono nowoczesną technologią w zakresie łączenia ze sobą metali, zastępując np. nitowanie. Wkrótce stało się ono podstawowym, nowym procesem technologicznym w metalurgii.

W ojczyźnie Biendarosa spawanie elektryczne zastosowano pierwszy raz w Manufakturze Kuwajewskiej i Zakładach Ponomariowa w Iwanowo-Wozniesieńsku (obecnie Iwanowo nad rzeką Kłazm). W 1888 r. zaczęto je stosować, jak określilibyśmy to dzisiaj, w zakładach naprawczych taboru kolejowego w Raślawskich w okręgu smoleńskim. Reperowano tam przede wszystkim koła parowozów i wagonów, a także ramy, kratownice i inne elementy taboru. W przeciągu pięciu lat nowa technologia została wdrożona w następnych zakładach tego typu w Woronierzu, Rostowie nad Donem, Kołomnieńskich w Gołutwieniu, Gużona w Moskwie oraz Newskiej Fabryce Budowy Maszyn i Zakładach Lessniera w Sankt Petersburgu.

W 1889 r. prawem do największego wynalazku Bienardosa zawładnęła grupa rosyjskich biznesmenów, pozbawiając go możliwości dalszych prac nad jego udoskonalaniem. Musiał się więc zająć działalnością w innych dziedzinach elektrotechniki. W latach 1887–1891 otrzymał patenty na udoskonalony system budowy akumulatorów (fot. 4), sposób otrzymywania gąbczastego ołowiu, galwanicznego pokrywania wielkich powierzchni i elektrolutowania tyglowego.



Fot. 5. Borki na trasie z Krymu do Sankt Petersburga w okolicach Charkowa. Zdjęcie z katastrofy carskiego pociągu w dniu 17 (28) października 1888 r. Wagony spadały z wysokiego na ponad 10 m nasypu. Nikt nie zginął wg [8]

### „Podlizywanie się” carowi

Trzeba pamiętać, że Bienardos za dokonanie samosądu na dworskim lekarzu, pozbawiony był od 1873 r. praw publicznych i obywatelskich. Jego wniosek o ich przywrócenie został, jak już wspomniano, odrzucony. Być może okazja na ulaskawienie nadarzyła się w jego przekonaniu w 1888 r. 17 (29) października doszło do katastrofy lub zamachu<sup>3</sup> na imperialny pociąg, którym podróżował car Aleksander III wraz z liczną rodziną. Na szczęście nikomu nic poważnego się nie



Fot. 6. „Dzwon-Car” (Царь-колокол). Jego naprawa miała zapewnić Bienardosowi przychylność Cara Aleksandra III wg [9]

stało. Cerkiew Prawosławna uznała to za cud, gdyż wykołejone wagony spadły z wysokiego na około pięć sążni<sup>4</sup> nasypu (fot. 5).

Mikołaj Bienardos zaproponował wzniesienie w tym miejscu dwupiętrowej świątyni, w której na jednym poziomie znajdowałyby się cerkiew, a na drugim muzeum poświęcone cudownemu uratowaniu carskiej rodziny. Obok stanąć miała dzwonnica, w której miejsce znalazłby największy dzwon świata „Dzwon-Car” (Царь-колокол). Waży on, wg źródeł kremlowskich, 202 t i nigdy nie zadzwonił, gdyż znajdując się jeszcze w dole odlewniczym (1737 r.), uległ uszkodzeniu podczas gaszenia pożaru na Kremlu. Po polaniu go wodą odłupała się część o wadze 11,5 t. (fot. 6). Bienardos do jego reperacji chciał użyć swoich dwóch największych elektrotechnicznych wynalazków: spawania i połączenia dzwonu metodą galwanizacyjną. Projekt ten był po katastrofie szeroko dyskutowany w prasie moskiewskiej i sanktpetersburskiej. Nie doczekał się jednak nigdy realizacji.

### Odnaczenia i honory

Na mającej miejsce w styczniu 1892 r. IV Wszechrosyjskiej Wystawie Elektrotechnicznej w stolicy Rosji Bienardos zademonstrował ponad 30 wynalazków swojego autorstwa zgromadzonych na oddzielnej ekspozycji. 11 maja tego samego roku Rosyjskie Towarzystwo

Techniczne nadało Mikołajowi Nikołajewiczowi Bienardosowi najwyższe swoje odznaczenie, jakim był złoty medal za udane zastosowanie łuku elektrycznego do spajania i cięcia metali. Rok później został przyjęty na członka rzeczywistego tego towarzystwa.

Pod koniec lat 90. XIX wieku poważnie pogorszył się stan zdrowia wynalazcy. Spowodowane to było długotrwałymi pracami nad ołowiem gąbczastym do produkcji akumulatorów, który w bardzo poważnym stopniu zatrzał organizm Bienardosa. W 1899 r. przyjechał do Fastów na Ukrainie, aby w tym niewielkim mieście ratować swoje zdrowie. W tym samym roku 7 grudnia Bienardosowi i dwóm innym sławnym rosyjskim elektrotechnikom A.S. Popowowi i A.N. Łodyginowi Sanktpetersburski Instytut Elektrotechniczny przyznał tytuły honorowych inżynierów elektryków. W protokole z posiedzenia rady naukowej instytutu znalazło się obszerne uzasadnienie podjętej decyzji. Zaznaczono, że cała trójka jest wybitnymi wynalazcami rosyjskimi – Popow w dziedzinie telegrafu i łączności bezprzewodowej, Łodygin w dziedzinie lamp żarowych, a Bienardos w zakresie elektrycznego spawania.

Pomimo postępującej choroby Mikołaj Nikołajewicz Bienardos nie zaprzestał pracy. W 1900 r. opracował sposób produkcji brzozy ze stali. Dwa lata później, przebywając na leczeniu w Moskwie, uczestniczył w pracach II Wszechrosyjskiego Zjazdu Elektrotechnicznego, który wybrał go na honorowego przewodniczącego. Było to ostatnie znaczące wyróżnienie.

### Stacja końcowa – przytułek

8 (21) września 1905 r. Bienardos zmarł osamotniony w fastowskim przytułku, dzieląc los wielu innych wynalazców i konstruktorów, którzy przyczyniali się do rozwoju cywilizacji, nie tylko technicznej.

Pamięć o nim ożyła w setną rocznicę jego najważniejszego wynalazku. W kalendarzu UNESCO z lat 1981–82 przypominającym ważne dla ludzkości wydarzenia sprzed stu lat znalazła się notka o Mikołaju Bienardosie i jego zasługach we wprowadzeniu technologii spawania elektrycznego. Ukazało się też wiele plakatów i medali poświęconych temu wydarzeniu. W maju 1981 r. Poczta Związku Radzieckiego wydała znaczek z portretem M.N. Bienardosa (fot. 7).





Fot. 7. Znaczek przedstawiający podobiznę Mikołaja Nikołajewicza Bienardosa wydany w setną rocznicę jego największego wynalazku przez pocztę Związku Radzieckiego wg [10]



Fot. 8. W 1982 r. wydano w Związku Radzieckim opracowanie zawierające wynalazki i projekty Mikołaja Nikołajewicza Bienardosa wg [11]

W tym samym roku w osadzie Łuch utworzono muzeum poświęcone jego życiu i działalności wynalazczej. Obecna jego nazwa to Łuchskie Muzeum Krajoznawcze im. M.N. Bienardosa. Tamże wzniesiono jego pomnik. W uroczystościach brali udział wybitni specjaliści spawania elektrycznego z Instytutu Je.O. Patona. Pomnik postawiono też w miejscu śmierci wynalazcy. W miejscowościach związanych z jego życiem powstały kolejne muzea.

W 1982 r. wydano w Związku Radzieckim książkę zawierającą szczegółowe

opisy wynalazków i projektów Bienardosa. Według tego źródła było ich ok. 200.

W 2006 r. w 125 rocznicę wynalazku w Iwanowie odsłonięto popiersie Bienardosa, a Iwanowski Państwowy Uniwersytet Energetyczny i Centrum Kwalifikacyjne o nazwie „Stop”<sup>5</sup> (Сплав) zaczęły organizować konkursy w zakresie spawania. Najlepszy ze spawaczy otrzymuje co roku przechodnią nagrodę im. M.N. Bienardosa.

## Literatura

- [1] <http://www.eltech.ru/assets/images/university/Awards/Benardos.jpg> (10.05.2011)
- [2] JÄGER K., HEILBRONNER F.: *Lexikon der Elektrotechniker 2.*, überarbeitete und ergänzte Auflage, VDE Verlag GmbH Berlin und Offenbach 2010.
- [3] NIKITIN W.P.: *Mikołaj Nikołajewicz Bienardos 1842–1905.*, Ljudi Russkoi Nauki, Moskwa 1965.
- [4] <http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSmfSbMeSPj35e8R7Cy272ICf3ZXoy6JbIoY6iswlgR-hASnoy> (10.05.2011)
- [5] PRZYTUŁSKI A.: *Z historii rosyjskiej elektrotechniki Paweł Nikołajewicz Jabłoczkow – konstruktor „rosyjskiego światła”.* Napędy i Sterowanie nr 5/2011 s. 50–56.
- [6] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Patent\\_Electrofest.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b9/Patent_Electrofest.jpg) (27.04.2011)
- [7] [http://www.weldworld.ru/images2/history\\_benardos/history\\_benardos\\_02a.jpg](http://www.weldworld.ru/images2/history_benardos/history_benardos_02a.jpg) (10.05.2011)
- [8] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Russian\\_imperial\\_train\\_crush1888.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/95/Russian_imperial_train_crush1888.jpg) (10.05.2011)

- [9] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Tsar\\_bell.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Tsar_bell.jpg) (10.05.2011)
- [10] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Stamp\\_Soviet\\_Union\\_1991\\_CPA\\_5183.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/61/Stamp_Soviet_Union_1991_CPA_5183.jpg) (10.05.2011)
- [11] <http://www.y10k.ru/upload/iblock/092/cypagbug.jpg> (10.05.2011)

## Przypisy

- 1 W wersjach niemieckojęzycznych i angielskich nazwisko wynalazcy brzmi: Nikołaj Nikołajewicz Benardos.
- 2 Niemetryczna rosyjska miara długości równa 1/7 mili rosyjskiej. Do 1835 r. 1077 m, po 1835 r. 1066,78 m.
- 3 Według tej wersji przyczyną katastrofy miał być wybuch bomby podłożonej przez pomocnika kucharza związanego z organizacjami rewolucyjnymi. Miała ona wybuchnąć dokładnie w czasie, gdy rodzina carska zamierzała spożywać śniadanie. Zamachowiec wysiadł z pociągu na poprzedniej stacji przed Borkami i zbiegł za granicę imperium.
- 4 W Rosji wprowadzono tę niemetryczną miarę długości w 1849 r. Sążeń rosyjski miał 2,133561 metra i równał się 1/500 wiorsty. Jeden sążeń rosyjski równy był 3 arszynom i równał się 48 werszkom.
- 5 (Сплав) po polsku stop metalu.

dr inż. Andrzej Przytułski – adiunkt na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki Politechniki Opolskiej oraz nauczyciel mianowany w Zespole Szkół Elektrycznych im. T. Kościuszki w Opolu