

Wajdowicz, Roman

Zarys rozwoju techniki dźwiękowej do początków powstania kinematografii

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 4/3, 495-520

1959

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Roman Wajdowicz

ZARYS ROZWOJU TECHNIKI DŹWIĘKOWEJ DO POCZĄTKÓW POWSTANIA KINEMATOGRAFII*

Akustyka — nauka o zagadnieniach dźwięku — należy do najstarszych dziedzin fizyki. Zapoczątkowane przez starogreckich i starorzymskich fizyków i matematyków badania zjawisk akustycznych i właściwości fal dźwiękowych kontynuowane są w epoce Odrodzenia przez Leonarda da Vinci, a następnie przez Galileusza, Mersenne'a, Torricelliego, Gassendiego, Kirchera i wielu innych uczonych. Wyniki tych prac zostały po raz pierwszy usystematyzowane na przełomie XVII i XVIII wieku przez Newtona, którego matematyczna teoria rozchodzenia się fal dźwiękowych, ogłoszona w 1687 r., stworzyła podstawy nowej dziedziny nauki — akustyki teoretycznej. W wieku XVIII zajmują się problemami akustyki S. Reyher, David Bernoulli, Leonhard Euler, Jean d'Alembert, a w początkach XIX wieku T. S. Laplace, Felix Savart, Wilhelm Weber, Chladni i inni. Rozwój akustyki teoretycznej idzie przy tym w parze z rozwojem akustyki doświadczalnej.

Specjalne zainteresowanie zwłaszcza budziła sprawa sztucznego tworzenia dźwięków mowy ludzkiej. Pierwsze próby w tym kierunku dokonane były jeszcze w drugiej połowie XVIII wieku. Petersburska Akademia Nauk ogłosiła w 1779 r. konkurs na skonstruowanie „maszyny mówiącej“, przyrządu, który by oddawał choćby najprostsze dźwięki mowy. Fizyk rosyjski Kratzenstein zbudował wtedy szereg tub-piszczałek, odtwarzających przy dmuchaniu w nie dźwięki niektórych samogłosek. W 1783 r. Francuz Mical demonstruje przed Académie des Sciences swoje „mówiące głowy“.

* Artykuł, obejmujący okres do 1894 r., stanowi część większej pracy poświęconej polskim osiągnięciom technicznym z dziedziny utrwalania i odtwarzania dźwięku na tle historii rozwoju techniki dźwiękowej.

Były to pudła drewniane o kilku komorach, wewnątrz których znajdowały się sztuczne głośnię różnego kształtu, umieszczone nad naciągniętymi membranami. Strumień powietrza, przechodzący przez komory, wprawiał w ruch membrany, których drgania dawały złudzenie dźwięków głosu ludzkiego. Także Farkasz Kempelen, wszechstronnie uzdolniony wynalazca węgierski, skonstruował w Wiedniu w 1791 r. rodzaj „maszyny mówiącej“, odtwarzającej przy pomocy specjalnego mechanizmu pneumatycznego dźwięki zbliżone do mowy ludzkiej. Pomysły techniczne tego rodzaju zgłaszali także i inni wynalazcy, nie miały one jednak praktycznego znaczenia.

Odkrycie w 1800 r. zjawiska prądu elektrycznego oraz wynalazek ogniwa galwanicznego, potrzebnego do jego wytwarzania, otwiera nową erę w rozwoju fizyki i techniki. Początkowo uczeni potrafili ocenić tylko część możliwości, jakie kryło w sobie to nowe odkrycie, a mianowicie działanie cieplne i chemiczne prądu. Ale gdy w 1820 r. Oersted stwierdził oddziaływanie elektryczności na magnes, odrębne dotąd nauki magnetyzmu i elektryczności zostały połączone. Opracowane w tym czasie przez Ampère'a podstawy matematyczne oraz doświadczenia Faradaya przyczyniły się do dalszego rozwinięcia nauki o elektromagnetyzmie. Stworzona została podwalina dla przyszłego rozwoju nowych dziedzin techniki: telegrafii i telefonii, a wynalazki dokonane z tego zakresu w drugiej połowie XIX w. wpłynęły na powstanie i rozwój techniki dźwiękowej.

POCZĄTKI ZAPISU MECHANICZNEGO

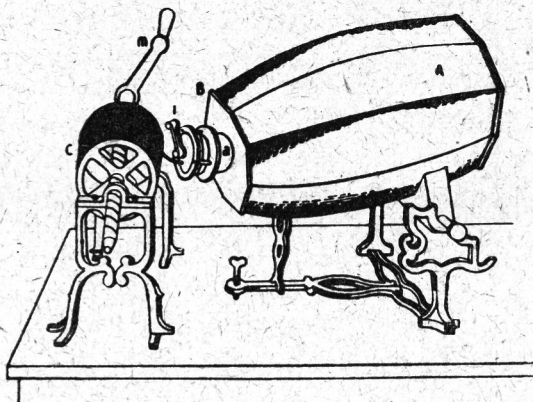
Rozwój mechanicznego zapisu dźwięku rozpoczyna się właściwie od pierwszych prób graficznego utrwalenia drgań ciał stałych. Zasługa wykazania tej możliwości przypada fizykowi angielskiemu Thomasowi Youngowi, zajmującemu się zagadnieniami rozchodzenia się światła. W 1807 r. przeprowadził on próbę zapisu mechanicznego, rejestrując przy pomocy ostrza stykającego się z przesuwającym się paskiem zaczerzonego papieru drgania metalowych sztabek. Drgania utrwalone zostały w postaci linii falistej. Podobnych prób dokonał także fizyk niemiecki Wilhelm Weber w Getyndze w 1835 r. Urządzenie jego składało się ze sprężyny, połączonej z badanym ciałem drgającym i zakończonej ostrzem, które przylegało do miękkiej powierzchni płyty, ręcznie obracanej. Również i Francuz Duhamel w 1843 r. rejestrował drgania strun, przymocowawszy

do nich ostrze bezpośrednio stykające się z powierzchnią ręcznie obracanego bębna, pokrytą sadzą.

Pierwszą jednak próbę rozwiązania technicznego zagadnienia utrwalenia dźwięku przynosi dopiero 1857 r.¹ Wynalazek „Phono-autographe“ Leona E. Scotta, Anglika pracującego w jednej z drukarni paryskich, stanowi właściwy początek historii rozwoju techniki dźwiękowej.

Scott przedłożył Akademii Nauk w Paryżu opis swego aparatu, który składał się ze stożkowej tuby, z umieszczonej u jej wąskiego końca błony, do której przymocowany był przy pomocy systemu dźwigniowego rysik, oraz z bębna o konstrukcji podobnej do urządzenia Duhamela (rys. 1).

Na bocznej powierzchni bębna, wprawianego ręcznie w ruch śrubowy, opięty był papier pokryty sadzą, na którym rysik utrwalał



Rys. 1. „Phono-autographe“ Scotta (1857).

drgania błony, wywołane głosem ludzkim. „Phono-autographe“ nie dawał jednak możliwości odsłuchu zapisanego dźwięku. Scott nie próbował nawet rozwiązać tego zagadnienia, uważał bowiem, że „z zarejestrowanych drgających linii umysły ludzkie nauczą się z łatwością czytać treść zapisu“. Aparat Scotta ulepszył Francuz R. König w 1865 r., wprowadzając zamiast bębna wydłużony walec oraz tubę odbiorczą o kształcie parabolicznym. König wstawił się także budową wibrografów, przy pomocy których rejestrował nawet drgania złożone, pochodzące np. z kilku stroików.

¹ Dn. 26.V. 1857 r. Scott przedstawił Académie des Sciences memorial dotyczący „procesu graficznego utrwalania dźwięków“ wraz z opisem wynalezionego przez siebie aparatu.

Druga połowa XIX wieku, epoka wielkich odkryć i wynalazków technicznych, obfituje także w osiągnięcia naukowe bezpośrednio związane z rozwojem techniki dźwiękowej. Pojawiają się w tym okresie prace teoretyczne o przełomowym znaczeniu, obejmujące wszystkie dotychczasowe wiadomości z dziedziny nauki o dźwięku i stwarzające podstawy dla rozwoju nowego działu nauk technicznych — elektroakustyki. Tak więc Hermann Helmholtz ogłasza swą *Naukę o wrażeniach słuchowych jako podstawę fizyczną dla teorii muzyki* (1863 r.), a John W. Rayleigh wydaje *Teorię dźwięku* (1877 r.).

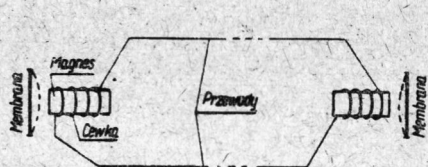
W parze z osiągnięciami teoretycznymi idą także osiągnięcia praktyczne. Do postępu technicznego w dziedzinie elektroakustyki przyczyniły się w poważnej mierze towarzystwa telegraficzne, założone w latach sześćdziesiątych XIX wieku, a wkrótce potem towarzystwa telefoniczne. Były to pierwsze właściwie przedsiębiorstwa handlowe, eksploatujące bezpośrednio zdobycze nauki. Ciągnęły one z tego olbrzymie zyski, ale jednocześnie dawały zatrudnienie technikom i podsuwały fizykom interesujące zagadnienia do rozwiązania. Uruchamiając w skali przemysłowej produkcję urządzeń i części elektrotechnicznych i mechanicznych, przedsiębiorstwa te ułatwiły laboratoriom i poszczególnym wynalazcom przeprowadzanie doświadczeń z dziedziny elektrotechniki, akustyki, mechaniki czy optyki i przyczyniły się tym wydatnie do rozwoju techniki dźwiękowej.

Lata 1876—1878 były chyba najbardziej płodne w wynalazki z tej dziedziny techniki i odegrały największą rolę w historii jej rozwoju. Zaczęło się od wynalazku telefonu dokonanego przez Grahama A. Bella. Skonstruowane jeszcze przez Scotta mechaniczne urządzenie dla odbioru fal dźwiękowych, złożone z membrany z silnie naciągniętej skóry połączonej mechanicznie z elementem zapisującym, było w ciągu blisko dwudziestu lat wykorzystywane w rozmaitych odmianach przez innych wynalazców. Bell jako pierwszy zastąpił je urządzeniem elektromagnetycznym oraz membraną innego rodzaju. W r. 1876 zgłasza Bell patent „Telephon — urządzenie do przesyłania głosu“, który przysporzył mu światowy rozgłos².

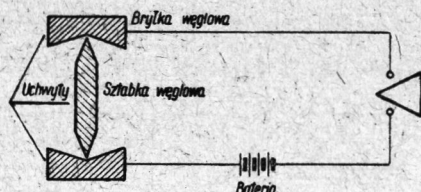
Telefon Bella składał się z dwóch części odbiorczo-nadawczych identycznie zbudowanych. Zawierały one membranę w postaci cien-

² Patent amerykański z 10.III.1876 r.; pierwszy pokaz publiczny w American Academy of Arts and Sciences w Bostonie 10.V.1876 r.

kiej, elastycznej płytki z miękkiej stali, umieszczonej w polu sztabkowego magnesu stałego, na którym nawinięta była cewka (rys. 2). Cewki obydwu urządzeń, umieszczonych w pewnej odległości od siebie, połączone były przewodami. Drgania membrany w jednym z aparatów, dostarczone w postaci impulsów na magnes drugiego, wywoływały ruchy drugiej membrany, którą przykładano do ucha. Oczywiście w urządzeniu tym, oprócz innych wad, następowały tak znaczne straty w przewodach, że mowa ludzka mogła być odbierana w zadowalającym stopniu zaledwie w odległości do 100 metrów.



Rys. 2. Układ „Telefonu“ Bella (1876)



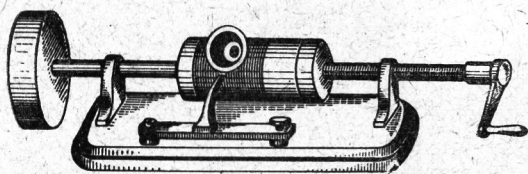
Rys. 3. Schemat mikrofonu Hughesa (1877)

Niemniej jednak pierwszy krok w tej dziedzinie został dokonany. Dla eksploatacji swego wynalazku zakłada G. A. Bell w Waszyngtonie przedsiębiorstwo pod nazwą Bell Telephone Co, które od roku 1880 rozpoczyna produkcję słuchawek.

Dalszym poważnym osiągnięciem technicznym był „Microphone“ skonstruowany przez angielskiego fizyka Edwarda D. Hughesa, jednego z wynalazców telegrafu. Pierwszy jednak pomysł mikrofonu jest zasługą Francuza Bourseula. W roku 1854 skonstruował on przyrząd, w którym środek lekkiej płytki metalowej stykał się z nieruchomo zamocowanym drutem. Ruchy płytki (membrany) powodowały różnice w styku, zmniejszając oporność przejścia między membraną a drutem, a więc i natężenie prądu w obwodzie mikrofonu. Amerykanin Hughes opatentował w 1877 r. przyrząd, zakupiony przez American Telephone Co., będący prototypem przyszłego mikrofonu stykowego. Mikrofon Hughesa składał się ze sztabki węglowej swobodnie umieszczonej we wgłębieniach między dwiema nieruchomymi bryłkami węgla, które włączone były do obwodu z baterią i słuchawką Bella. Pod wpływem drgań sztabki, odgrywającej rolę membrany, następowały zmiany styku jej z bryłkami węgla, a więc zmiany oporności i natężenia prądu w obwodzie, odbierane w słuchawkach telefonu (rys. 3).

Polak, Henryk Machalski, wprowadził po raz pierwszy do konstrukcji mikrofonu sproszkowany węgiel (1879).

W tym samym czasie Charles Cros, muzyk i poeta francuski, przedstawił Akademii Nauk w Paryżu opis aparatu „Paleophon“ umożliwiającego nie tylko zapis, ale i odtwarzanie dźwięków mowy i muzyki³. Drgania membrany przenoszone były przez przymocowane do niej piórko na obracającą się płytę, pokrytą sadzą. Otrzymany ślad dźwiękowy o przebiegu spiralnym miał być skopiowany przy pomocy dowolnego sposobu fotomechanicznego, a następnie wytrawiony chemicznie w postaci rowka o różnej głębokości na twardej płycie metalowej. Odtwarzanie odbywać się miało przy pomocy igły stykającej się ze ściankami rowka obracającej się płyty, połączonej bezpośrednio z igłą membrany. Cros przewidywał także zastąpienie płyty obracającym się walcem i zajął się praktyczną realizacją swego wynalazku. Ale ubiegł go Edison, który w trzy miesiące później zgłosił pierwszy w historii techniki dźwiękowej patent na urządzenie dla utrwalania i odtwarzania dźwię-



Rys. 4. Fonograf Edisona (1877)

ków⁴. Tak więc po 70 latach intensywnych starań i wysiłków wielu techników i fizyków udało się wreszcie Edisonowi rozwiązać w praktyce zagadnienie „maszyny mówiącej“, która umożliwiała zachowanie głosu ludzkiego i odtwarzanie go w dowolnym czasie i miejscu.

Thomas Alva Edison, największy chyba i najpłodniejszy wynalazca wszystkich czasów, autor przeszło tysiąca trzystu patentów zgłoszonych w okresie swej sześćdziesięcioletniej działalności, miał już wtedy w swym dorobku szereg ulepszeń w dziedzinie telegrafii. Od 1870 r., jako właściciel pierwszego w historii techniki laboratorium badawczego w Menlo Park w stanie Nowy York, Edison

³ Opis Paleofonu („głosu przeszłości“) przedstawiony był na posiedzeniu Académie des Sciences 30.IV.1877 r.

⁴ Patent angielski Nr 2909 z 30.VII.1877 r. pod nazwą „Controlling by sound the transmission of electric current and reproducing sounds at a distance“.

kieruje pracą poważnego zespołu (należeli do niego zasłużeni dla rozwoju techniki dźwiękowej Dickson i Lauste) nad praktycznym zastosowaniem swych wynalazków z zakresu elektrotechniki, fotografiki, „obrazów ruchomych“, i wielu innych. Opracowana przez Edisona „maszyna mówiąca“, zbliżona w zasadniczych częściach składowych swej konstrukcji do fonografu Scotta, różniła się od niego istotnie pod dwoma względami: zamiast zaczerpionego papieru na bębnie zastosowany został walec pokryty warstwą cynfolii, a rysik zapisujący przymocowany był bezpośrednio do membrany (rys. 4). Drgania rysika odbywały się wgłębnie, prostopadle do powierzchni cynfolii, a więc i do osi walca, który wprowadzony był ręcznie w ruch śrubowy. Przy odtwarzaniu dźwięku rysik, przesuwający się w wyłobionych przy zapisie nierównomiernych wgłębieniach rowków w warstwie cynfolii, wywoływał drgania membrany, słyszane przez tubę. Edison zgłasza po dokonaniu kilku ulepszeń konstrukcyjnych swój wynalazek pod nazwą „Phonograph“⁵ i demonstruje jego działanie w paryskiej Akademii Nauk, wywołując niesłychane wrażenie w całym ówczesnym świecie naukowym i technicznym⁶. Początkowe wyraźne wady techniczne⁷ fonografu zostały w następnych latach usunięte przez Edisona i jego współpracowników oraz innych wynalazców i eksploatacja tego wynalazku utrzymała się aż do wybuchu pierwszej wojny światowej.

Laboratorium Edisona wprowadziło dalsze ulepszenia metody mechanicznego zapisu dźwięku stosując rysik zapisujący, poruszany elektromagnetycznie, z zakończeniem z szafiru lub diamentu, oraz wprowadzając membrany z metalu, miki lub pergaminu. Rozpoczyna się także w tej dziedzinie ożywiona działalność innych wynalazców, która przyczyniła się do szerokiego rozpowszechnienia fonografu w wielu krajach. Poważne zasługi położyli tu Amerykanie, kuzyn G. Bella, Chichester A. Bell i Charles S. Tainter, współpracownicy z laboratorium Bella. Patent ich z 1885 r. zawierał cały szereg zmian, wprowadzonych do konstrukcji fonografu⁸.

⁵ Patent amerykański Nr 200521 z 24.XII.1877 r.: „Improvement in phonograph or speaking machines“.

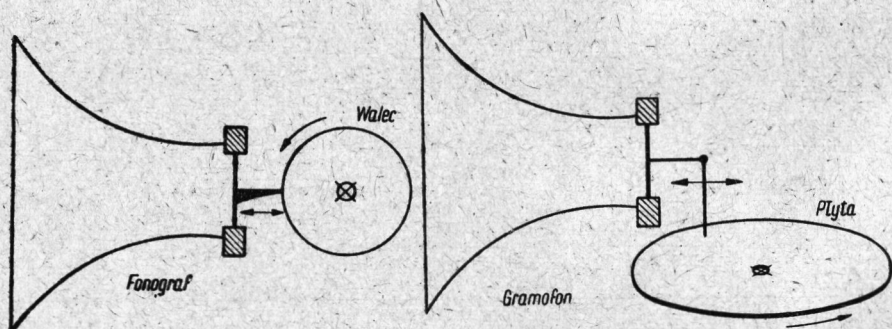
⁶ Pokaz fonografu (o ciężarze 50 kilogramów) na posiedzeniu Académie des Sciences w Paryżu 11.III.1878 r.

⁷ Szum przy uruchomieniu, „gdaczący“ głos, niestałość obrotów walca, zbyt sztywne umocowanie rysika itp. Por.: P. Hatschek *Physik und Technik des Grammophons* „Die Kinotechnik“ Nr 11/1930. Berlin.

⁸ Patent amerykański Nr 341212 z 18.XI. 1885 r.: „Reproducing sounds from phonographic records“.

Zastosowali oni dla pokrycia walców fonograficznych twardey wosk zamiast cynfolii, oddzielili układ zapisujący od odtwarzającego tzw. „Graphophone“ oraz wprowadzili dla zapisu bardzo ostro zakończony rysik i mocno napiętą membranę, a dla odbioru dźwięku zaokrągloną igłę i miękką membranę.

W dwa lata później Emil Berliner, fizyk niemiecki z Hanoweru, który wywędrował w 1870 r. do Ameryki i osiadł w Waszyngtonie, uzyskał patent na wynalazek nowej „maszyny mówiącej“, nazwanej przez niego „gramofonem“ oraz nowego nośnika dźwięku w postaci płaskich okrągłych płyt z twardego wosku zastępujących walce⁹. Dźwięk utrwalony był, podobnie jak w aparacie Scotta, przy pomocy urządzenia zapisującego, składającego się z elastycznego rysika, połączonego układem dźwigniowym z miękką membraną, umieszczoną prostopadłe do powierzchni płyty obracającej się przy jednoczesnym ruchu dośrodkowym głowicy zapisującej. Dzięki kolankowemu połączeniu z membraną rysik zagłębiał się zawsze jednako w powierzchnię płyty i drgania membrany wywoływały je-



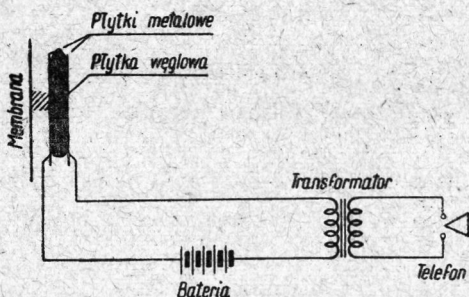
Rys. 5. Schemat układu fonografu i gramofonu

go ruchy boczne. Dawało to w wyniku spiralny, falisty zapis włocznny w odróżnieniu od zapisu wgłębnego, uzyskiwanego w fonografie Edisona. Odtwarzaniu dźwięków służyła w gramofonie płyta cynkowa, skopiowana z płyty-matrycy, umieszczona na specjalnym talerzu, obracanym ręcznie urządzeniem korbowym, które umożliwiało jednoczesny przesuw dośrodkowy głowicy odtwarzającej, połączonej ze słuchawką lub, dla większej ilości słuchaczy, z tubą (rys. 5).

⁹ Patent amerykański Nr 372786 z 4.V. 1887 r., „Grammophone“; patent niemiecki z 8.XI. 1887 r. „Grammophon oder Plattensprechmaschine“.

Gramofon Berlinera wywołuje prawdziwe zamieszanie w dotychczasowej przemysłowej produkcji „maszyn mówiących“. Niewątpliwie wyższa jakość utrwalonego dźwięku i większa głośność niż w ówczesnych fonografach typu Edisona zyskują mu, zwłaszcza w Europie, wielkie uznanie. Patent Berlinera wraz z metodą kopiowania płyt zakupiony przez nowo powstałe „Victor Talking Machine Co“ w Ameryce, odstąpiony zostaje utworzonym w parę lat później przedsiębiorstwom gramofonowym we Francji, Niemczech i Anglii, które objęły zasięgiem swej produkcji większość krajów europejskich, wypierając z wolna z rynków fonografy Edisona.

Jednocześnie coraz szersze rozpowszechnienie telegrafii i telefonii przewodowej przyczynia się do powstania, zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych i w Niemczech, wielu nowych rozwiązań technicznych, służących ulepszeniu istniejących urządzeń dźwiękowych, zwiększających ich czułość i głośność. Jeszcze w 1877 r. zgłosił Edison patent na aparat do odbioru dźwięku, zbliżony konstrukcyjnie do mikrofonu Hughesa¹⁰. Mikrofon Edisona posiadał płytkę węglową,



Rys. 6. Schemat mikrofonu Edisona z transformatorem (1881)

umieszczoną swobodnie między dwiema płytkami metalowymi. Jedną z nich, ruchomą, służyła za membranę, która pod wpływem ciśnienia fal dźwiękowych przyciskana była do płytki węglowej, a tym samym zmieniała oporność elektryczną obwodu prądowego (rys. 6). Edison udoskonala także urządzenie telefoniczne Bella wprowadzając w 1881 r. transformator, którego uzwojenie pierwotne zasilane było

¹⁰ Licencję zakupiło Western Union Telegraph Co. Wyniki z tego spór patentowy między Edisonem, Bellem a następnie i Berlinem ciągnący się przez przeszło 20 lat.

prądami mikrofonowymi, a uzwojenie wtórne połączone ze słuchawką elektromagnetyczną Bella. Dla rozwoju techniki łączności było to istotne ulepszenie, umożliwiało bowiem przesyłanie fal dźwiękowych, przekształconych w impulsy prądowe na znacznie większe niż dotychczas odległości.

Także i słuchawka telefoniczna Bella uległa wielu udoskonaleniom. Dla odbioru zbiorowego ukazały się pierwsze głośniki, będące właściwie słuchawkami o zwiększonych rozmiarach zakończonymi tubą. Magnes sztabkowy słuchawki zastąpiony zostaje przez dwubiegunowy w kształcie podkowy, z cewkami osadzonymi na jej końcach. W pierwszych latach dwudziestego wieku znajdują zastosowanie czterobiegunowe systemy magnetyczne, nabiegunniki wygięte o 90° , magnesy umieszczone równolegle do membrany, regulacja odległości magnesów do membrany i wiele innych ulepszeń konstrukcyjnych stosowanych zarówno w słuchawkach, jak i w głośnikach typu elektromagnetycznego¹¹. Jeden z patentów zgłoszonych przez współpracownika firmy Siemens-Halske jeszcze w 1877 r. dotyczy nawet zasady działania późniejszego głośnika elektrodynamicznego, opisuje bowiem układ odtwarzający z cewką drgającą w stałym polu magnetycznym, połączoną na stałe z membraną¹².

Powstała dla potrzeb przemysłu telekomunikacyjnego technika dźwiękowa, rozwijając się coraz bardziej, zaczyna znajdować zastosowanie także i w innych dziedzinach. Pierwsze próby fotografii ruchomej, pierwsze demonstracje „ruchomych obrazów“, zainicjowane w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego stulecia przez Francuzów Reynauda i Mareya, Anglika Muybridge'a i innych zbiegają się w czasie z wynalezieniem pierwszych „maszyn mówiących“ i budzą zainteresowanie ówczesnych techników dążących do połączenia tych dwóch atrakcji technicznych.

Jeszcze w 1878 r. Amerykanin Wodsworth Donitshorpe wpadł na pomysł połączenia działania wynalezionego przez siebie „Kinesografu“ (rodzaju „latarni magicznej“) z fonografem Edisona. Zagadnieniu temu poświęcił się także zespół współpracowników Edisona pod kierunkiem Williama K. Dicksona, któremu Edison polecił w 1887 r. skonstruowanie aparatu, który „byłby tym samym dla oka, co fonograf“.

¹¹ Por. C. Flannagan, R. Wolf i W. C. Jones, *Entwicklung der Lautsprechertechnik*. „Die Kintotechnik“ Nr 17 (1931 Berlin).

¹² Patent niemiecki Nr 2355 z 14.XII. 1877 r.

graf dla ucha, a przez połączenie ich można by było jednocześnie zachować dźwięk i obraz i odtwarzać je¹³.

W krótkim czasie w laboratorium Menlo Park opracowane zostało urządzenie, mechanicznie zbliżone do fonografu, w którym na powierzchni walca kopiowane były obok siebie mikroskopijnie małe obrazki ze zdjętej uprzednio fotograficznie serii ruchowej. Walec obracany był następnie na wspólnej osi z walcem fonograficznym. Oglądanie obrazów przez szkło powiększające odbywało się jednocześnie z odsłuchem przez słuchawki dźwięku, zarejestrowanego przez fonograf. Była to pierwsza próba synchronizacji „ruchomych obrazów“ z dźwiękiem. Praktyczne znaczenie takiego urządzenia było jednak minimalne. Obraz oglądać mogła tylko jedna osoba, a niedoskonałość techniczna ówczesnych materiałów światłoczułych utrudniała wielokrotne kopiowanie fotografii dla szerszej eksploatacji. Ta i inne nieudane próby z zastosowaniem fotografii skłoniły Edisona do zainteresowania się wynikami doświadczeń George Eastmana w Rochester, który od 1888 r. zaczął produkować nowy materiał światłoczuły na celuloidowym podłożu pod nazwą „film“. Po otrzymaniu pierwszych metrów taśmy filmowej William Dickson realizuje w 1889 r. pierwszy krótki „film mówiony“ w postaci serii obrazów fotograficznych zsynchronizowanych z dźwiękiem zapisanym na fonografie. Zdjęcia obrazów dokonane były przy pomocy „Kinetografu“, aparatu wynalezionej przez Dicksona, a projekcja odbywała się z tegoż aparatu. Synchronizacja uzyskana była dzięki elektromagnetycznie uruchamianemu urządzeniu włączającemu kinetograf, które sterowane było przy pomocy przerywacza impulsów prądowych, otrzymanych z fonografu. Dźwięk był odbierany przez słuchawki.

W 1891 r. zgłasza Edison wynalazek kamery zdjęciowej z perforowaną taśmą filmową oraz patent na pierwsze urządzenie do pokazywania „ruchomych obrazów“ na nazwą „Kinetoscope“¹⁴. Wkrótce potem na Światowej Wystawie w Chicago w 1893 r. zdemonstrowane zostało przez Dicksona nowe urządzenie — „Kinetophone“, będące połączeniem wspomnianego kinetoskopu z fonografem. Wywołało ono niesłychane zainteresowanie publiczności. Także inny Amerykanin, Georges Demeny, zbudował w 1892 r. aparat dla zsynchronizowanej projekcji obrazów i nadawania dźwięków muzyki pod nazwą „Chronophotophone“, składający się z rodzaju „ma-

¹³ Por. E. W. Kellogg, *History of Sound Motion Pictures*, „Journal of SMPTE“ nr 64 (1955, New York).

¹⁴ Patent amerykański Nr 493426 z 24. VIII. 1891 r.

gicznej latarni“ i gramofonu. Licencję na „Chronophotographone“ zakupił Francuz Leon Gaumont, który w kilka lat później szeroko rozpowszechnił ten aparat we Francji, konkurując z „Kinematographem“ braci Lumière.

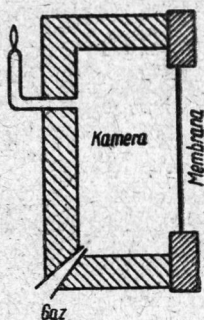
POCZĄTKI ZAPISU FOTOGRAFICZNEGO

Jeszcze w pierwszej połowie XIX wieku dokonywane były próby rejestracji drgań ciał stałych także i metodą inną niż zapis mechaniczny. Wynalazek dagerotypii wpływa na pierwsze eksperymenty z utwaleniem drgań na nowym nośniku, materiale „światłoczułym” — miedzianej płycie dagerotypowej. Metodą tą, nazwaną optyczną, usiłowano także zapisać drgania fal dźwiękowych. W 1841 r. zbudowany został we Francji pierwszy aparat dla optycznej rejestracji dźwięku „Phonotype“ według pomysłu Morina. Zapis odbywał się przy pomocy membrany z cienkiej, napiętej skóry ale — w odróżnieniu od metody mechanicznej — zamiast rysika, do brzegu membrany przytoczone było lustro, odbijające wiązkę światła i rzucające ją na płytę dagerotypową. Była to pierwsza próba utwalenia fal dźwiękowych, przy pomocy źródła światła, która otworzyła drogę dla przyszłego fotograficznego zapisu dźwięku.

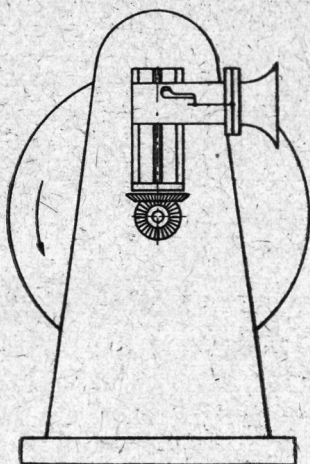
Jednakże podczas gdy metoda zapisu mechanicznego w ciągu 20 lat, dzięki wielu próbom i doświadczeniom przeprowadzanym początkowo przez poszczególnych wynalazców a następnie przez całe zespoły konstruktorów, pracujących w laboratoriach wielkich przedsiębiorstw telekomunikacyjnych i elektrotechnicznych, znalazła szerokie rozpowszechnienie pod koniec XIX wieku w postaci przemysłowej produkcji fonografów i gramofonów, to metoda zapisu fotograficznego przez bardzo długie lata nie wyszła poza stadium prób laboratoryjnych. Mimo widocznej już wtedy dla wielu techników wyższości fotograficznego zapisu dźwięku nad mechanicznym, niedoskonałość ówczesnie stosowanego nośnika dźwięku oraz trudności techniczne związane ze stanem optyki i mechaniki precyzyjnej spowodowały, że zapis fotograficzny dźwięku dopiero po dwudziestych latach XX wieku znalazł praktyczne zastosowanie i zaczął skutecznie wypierać zapis mechaniczny.

Mija dość długi okres czasu, w którym próby dokonania zapisu optycznego drgań akustycznych są bardzo nieliczne i noszą charakter przypadkowy. Po wynalezieniu przez Scotta fonoautografu R. König we Francji, zajmując się ulepszeniem tego aparatu, usiłował także

rozwiązać zagadnienie utrwalenia głosu ludzkiego przy pomocy zmian ciśnienia gazu. W 1872 r. König skonstruował komorę ciśnieniową „capsule manométrique“, przedzieloną na dwie części membraną gumową, słabo naciągniętą. Jedna z części komory połączona była z tubą odbierającą fale dźwiękowe. Do drugiej części dochodził przewód, doprowadzający gaz świetlny o stałym ciśnieniu do palnika, umieszczonego na jednej ze ścianek komory. Pod wpływem drgań membrany zmieniało się ciśnienie gazu w komorze powodując wydłużenie lub skracanie płomienia. (rys. 7). Obraz drgającego płomienia powstawał na umocowanym w pobliżu obrotowym lusterku. Inny Francuz,



Rys. 7. "Capsule manométrique" Königa (1872)



Rys. 8. Aparat do zapisu dźwięku Saint George'a

V. Stein utrwał w 1876 r. przebieg tych drgań na płycie światłoczułej.

Rosyjski fizyk, P. N. Lebediew zbudował w 1883 r. przyrząd, przy pomocy którego można było przedstawić drgania dźwiękowe w postaci odpowiedniej krzywej na płaszczyźnie. Przyrząd ten składał się z silnego źródła światła, którego promień przechodził przez soczewkę w przesłonie i padał na małe lusterko, przymocowane do membrany, stanowiącej zakończenie stożkowej tuby, do której dochodziły fale dźwiękowe. Drgania membrany powodowały zmienne odbicie się promienia świetlnego na obracające się dokoła swej osi lusterko, które z kolei rzutowało je w postaci linii falistej na podstawiony ekranik.

Dopiero w dziewięćdziesiątych latach XIX wieku przeprowadzone zostały pierwsze próby właściwego zapisu fotograficznego, próby rejestracji drgań dźwiękowych na ruchomym nośniku, obrotowym walcu lub płycie fotograficznej. W dużej mierze wpłynął na to wynalazek pierwszej „maszyny mówiącej” — fonografu Edisona z ruchomym walcem. Ukazały się pomysły urządzeń dźwiękowych, w których utrwalanie dźwięku odbywało się metodą fotograficzną, a odtwarzanie — metodą mechaniczną. Uzyskany na światłoczułym nośniku ślad dźwiękowy był wytrawiony mechanicznie, a następnie odtwarzany przy pomocy rysika lub igły, wprawiającej w ruch membranę słuchawki. Najstarszy znany aparat, oparty na tej zasadzie, zbudował Anglik A. E. Saint George w roku 1883 (rys. 8).

Aparat George'a składał się ze światłoszczelnej skrzynki, w której obracała się płyta światłoczuła, naświetlana spiralnie przez wiązkę światła padającą przez otwór specjalnego kształtu znajdujący się w przesłonie, przesuwanej dośrodkowo w stosunku do obracającej się płyty. Otwór ten przesłaniany był odpowiednio do odbieranych dźwięków, ruchomą klapką połączoną mechanicznie z drgającą membraną¹⁵.

Znacznym postępem, umożliwiającym dalszy rozwój zapisu fotograficznego, było przejście z metody mechanicznego odtwarzania dźwięku na odtwarzanie optyczne przy pomocy komórki selenowej. Światłoczułe własności selenu odkryte zostały przypadkowo w 1872 r. przez Willoughby Smitha, współpracownika G. A. Bella, podczas układania kabli dla linii telegraficznej. Smith zauważył, że oporność stosowanych przy tym oporów selenowych zależna była od warunków oświetlenia. Dalsze badania nad tym zjawiskiem umożliwiły mu zademonstrowanie szczególnych własności selenu, umieszczonego w obwodzie elektrycznym, polegających na zmniejszeniu się pod wpływem natężenia światła oporności elektrycznej, a więc i natężenia prądu w obwodzie¹⁶. Zjawisko to nazwane „wewnętrznym efektem fotoelektrycznym” wpłynęło na zainteresowanie się wielu uczonych i fizyków w różnych krajach zagadnieniami fotoelektryczności, której pojęcie wprowadził Antoine Becquerel w 1839 r. Werner Siemens skonstruował w roku 1876 pierwszą komórkę sele-

¹⁵ Patent angielski, nr 965 z 14.XIII. 1883 r.: „Transmitting audible signals for electricity”. Patenty na podobne urządzenia zgłosili wcześniej jeszcze Amerykanie E. W. Blake (1878) oraz Ch. E. Fritts (1880), ale wydaje się, że nie zrealizowali swych pomysłów w praktyce.

¹⁶ Por. W. Kluge, *Die Grundlagen der Photoelektrischen Erscheinungen*. „Die Kinotechnik“ Nr 17 (1931).

nową. Inni fizycy niemieccy, Hertz w roku 1887, a następnie Hallwachs oraz Rosjanin Stoletow w roku 1888, opracowali naukowo odkryte po wielu próbnym doświadczeniach zjawisko fotoemisji, nazywane „zewnątrznym efektem fotoelektrycznym“, występujące w niektórych metalach pod wpływem promieni ultrafioletowych. Dwaj nauczyciele niemieccy, Elster i Geitel, dowiedli w 1889 r., że w metalach ziem alkalicznych zjawisko fotoelektryczności występuje nawet przy świetle widzialnym. W kilkanaście lat później zbudowali oni na tej zasadzie komórkę fotoelektryczną, która następnie odgrywać zaczęła poważną rolę w wielu dziedzinach techniki.

Jednym z pierwszych wynalazców, którzy wykorzystali praktycznie nowoodkryte własności selenu dla celów techniki łączności, był Graham A. Bell. Na podstawie doświadczeń Smitha doszedł on do przekonania, że jeśli zmiany natężenia światła uzależnione zostaną od fal dźwiękowych, to i zmiany prądowe w obwodzie komórki selenowej odpowiadać będą odbieranym dźwiękom. Na tej zasadzie oparty został „Photophone“, aparat zbudowany przez Bella dla telegrafii obrazowej w 1880 r.¹⁷, w którym po raz pierwszy użyta została komórka selenowa do wykrywania sygnałów dźwiękowych, modulujących strumień światła. Działanie fotofonu polegało na rzutowaniu promieni silnego źródła światła, naturalnego lub sztucznego, przez soczewki skupiające na lustro przymocowane z jednej strony membrany, do której z odwrotnej strony dochodziła giętka rurka gumowa zakończona ustnikiem. Wywołane drganiem membrany ruchy lusterka powodowały zmienne odbicie się światła przez inną soczewkę na zwierciadełko parabolicznego kształtu, w którego ognisku umieszczona była komórka selenowa połączona z obwodem telefonu. W takt drgań akustycznych następowały w selenie zmiany oporności, które mogły być następnie odsłuchane przy pomocy słuchawek.

Wynalazek Bella wykazał praktycznie ogromne możliwości wynikające z zastosowania światłoczułej komórki selenowej dla celów techniki dźwiękowej. Metoda odtwarzania mechanicznego dźwięku z zapisu fotograficznego zostaje przez wynalazców zarzucona. Ukazuje się szereg wynalazków urządzeń rejestrujących dźwięk z komórką selenową dla jego odtworzenia. Wkrótce potem Saint George uzupełnia patent z 1883 r., stosując komórkę selenową w swym aparacie. Wywołany fotograficznie ślad dźwiękowy na płycie światło-

¹⁷ Patent amerykański nr 235199 z 8.VIII. 1880 r. Ulepszony fotofon Bella „Radiophone“ wzbudził sensację na Wystawie Międzynarodowej w Chicago w 1893 r.

czulej zostaje prześwietlony wiązką światła o stałym natężeniu, przechodzącą przez otwór w poprzednio opisanej przesłonie, poruszającej się odśrodkowo w stosunku do obracającej się płyty. Umieszczona za nią komórka selenowa otrzymuje zmienne impulsy świetlne, uzależnione od przebiegu zapisu dźwięku.¹⁸

Zgrupowany w Bell Telephone Co. zespół współpracowników Grahama Bella, zajmujący się ulepszeniem konstrukcji i działania fonografu, przeprowadza jednocześnie próby zastosowania fotograficznej metody utrwalania dźwięku, opierając się na zasadzie modulacji światła, zastosowanej w fotofonie. W 1885 r. G. A. Bell, C. A. Bell i Ch. S. Tainter zgłaszają patent na fotograficzny sposób zapisu przy pomocy zmian natężenia wiązki światła, uzyskanych zmienną przepuszczalnością przesłony na jej torze. Utrwalony ślad dźwiękowy o zmiennym zaczerwienieniu był pierwowzorem przyszłego zapisu gęstościowego¹⁹. Światło ze stałego źródła przesyłane było spiralnie wąskim strumieniem na płytkę szklaną, przylegającą do szczeliny w przesłonie, umieszczonej tuż nad światłoczułą powierzchnią krążka szklanego o dużej średnicy, obracającego się ze stałą szybkością. Po płycie szklanej sphywała strużka dowolnego płynu pochłaniającego światło (np. atramentu), wydobywająca się z rurki zbiorniczka, połączonej bezpośrednio z membraną odbiorczą. Ruchy rurki wywoływały zmiany w przebiegu strużki atramentu, który przepływając ponad szczeliną modulował natężenie światła w takt odbieranych fal dźwiękowych.

Lata osiemdziesiąte ubiegłego stulecia były okresem wielkiego rozwoju techniki fotograficznej. Ukazały się nowe konstrukcje aparatów, powstały nowe rodzaje materiałów światłoczułych w postaci taśmy z emulsją światłoczułą na giętkim podłożu. Wykorzystany został tu wynalazek Amerykanów braci Hyatt z Albany, którzy po wieloletnich próbach otrzymują w 1869 r. nowy materiał — celuloid²⁰. Moskiewski fotograf Bołdyrew demonstruje na Wystawie Przemysłowej w 1882 r. materiał światłoczuły, naniesiony na nieprzezroczystym elastycznym podłożu.

Nowy rodzaj nośnika obrazu nie pozostaje bez wpływu na wynalazki i udoskonalenia związane z jego zastosowaniem w dziedzinie

¹⁸ Patent niemiecki Nr 27251 z 27.V. 1884 r. K. Teucke, *Zur Geschichte des Tonfilms* „Die Kintotechnik“ Nr 3 (1930).

¹⁹ Patent amerykański nr 341213 z 18.XI.1885 r. Por.: cytowany artykuł J. W. Kellogga.

²⁰ Patent amerykański nr 88634 z 1869 r.

techniki dźwiękowej. W 1887 r. C. J. Hohenstein patentuje sposób utrwalania dźwięku na taśmie światłoczułej, polegający na odbiciu światła od małego lusterka, obracającego się wokół swej osi pod wpływem drgań membrany, i na rzutowaniu odbitego strumienia świetlnego na reflektor paraboliczny, w którego ogniskowej umieszczona była przesuwająca się taśma fotograficzna²¹. Doniosłe osiągnięcia uzyskał w tej dziedzinie Polak Adam Wikszemski, lekarz z Dorpatu, zajmujący się zagadnieniami techniki dźwiękowej dla zastosowania jej w medycynie. Wikszemski zgłosił, chyba jako pierwszy, pomysł rejestracji dźwięku na brzegu wąskiej, ruchomej taśmy światłoczułej w postaci wycięć i wprowadził nazwę „fonogram“ dla ścieżki dźwiękowej z utrwalonym śladem dźwiękowym. Opracowane przez Wikszemskiego sposoby zapisu dźwięku przy pomocy stałego źródła światła, zmiennego przesłaniania szczeliny nasświetlającej taśmę oraz odtwarzania przy pomocy komórki selektowej zostały zgłoszone w Niemczech już po śmierci wynalazcy w 1889 r. przez jego spadkobierców²².

Patenty Wikszemskiego wywołały ogromne zainteresowanie w świecie technicznym, tym bardziej że w tym czasie dokonane zostało także dalsze udoskonalenie światłoczułej taśmy fotograficznej przez uzyskanie przezroczystego podłoża. Amerykanin Goodwin wytworzył w 1887 r. pierwszą celuloidową taśmę filmową, której dalsze i istotne ulepszenia umożliwiające produkcję na skalę przemysłową wprowadzili Eastman i Walker w roku 1888. Anglicy W. Friese-Greene i M. Evans zastosowali po raz pierwszy taśmę filmową zamiast wyłącznie dawniej używanych klisz szklanych do aparatów fotograficznych, konstruując w 1889 r. mechanizm przesuwający tę taśmę wewnątrz kamery²³. Ruchoma taśma celuloidowa zaczyna znajdować coraz szersze rozpowszechnienie w technice zdjęciowej, zyskuje coraz więcej zwolenników w Ameryce i Europie, co wraz z ukazaniem się pierwszych aparatów dla produkcji „obrazów ruchomych“ stwarza podstawy dla powstania nowej dziedziny sztuki i techniki — kinematografii.

²¹ Patent amerykański Nr 356877 z 1887 r.

²² Patenty niemieckie nr 53641 z 6.XI. 1889 r. *Verfahren zur Aufnahme von Phonogrammen* oraz nr 53944 z 6.XI. 1889 r.: *Verfahren zur Wiedergabe von Lauten oder Tönen mittelst bandförmiger Phonogramme*. Wynalazek Wikszemskiego będzie szczegółowo omówiony w rozdziale następnym.

²³ Por. P. Martell, *Die Geschichte des Zelluloids*. „Die Kinotechnik“ nr 21 (1929).

PIERWSZE POLSKIE OSIĄGNIĘCIA W DZIEDZINIE ZAPISU
FOTOGRAFICZNEGO

Zagadnieniami technicznymi związanymi z fotografią zajmowało się, na wiele lat przed powstaniem kinematografii, oprócz zawodowych fotografów, także wielu polskich techników, optyków i chemików. Byli wśród nich wyróżniający się swą pomysłowością wynalazcy i konstruktorzy. Zaliczyć do nich należy m.in. Konrada Brandla — wynalazcę fotorewolweru; Adama Prażmowskiego — produkującego w Paryżu wysokiej jakości aparaty optyczne i fotograficzne; Władysława Małachowskiego (Leona Warnerke) — autora szeregu ulepszeń taśmy światłoczułej; inż. Piotra Lebedzińskiego — producenta znanych za granicą papierów fotograficznych i pracującego jednocześnie nad „żywą fotografią“²⁴.

Zachowane z tego okresu publikacje branżowe czy ogólne nie wspominają jednak o jakichkolwiek osiągnięciach polskich w dziedzinie techniki dźwiękowej. Zainteresowanie tym problemem nastąpiło znacznie później — w pierwszych latach XX wieku — po wprowadzeniu w Polsce kinematografii oraz po licznych odgłosach o wynalazkach i ich sukcesach uzyskanych na Zachodzie w nowych gałęziach techniki, jak telegrafia i telefonia. Po wynalezieniu telefonu przez Bella i szerokim rozpowszechnieniu go w Ameryce i Europie także i w Polsce instalowane były, choć z dużym opóźnieniem, urządzenia łączności. Były to wyłącznie wyroby pochodzenia zagranicznego wykonane przez większe lub mniejsze przedsiębiorstwa telekomunikacyjne, których przedstawicielstwa na ziemiach polskich pod trzema zaborami skupiały w swych rękach zarówno produkcję, jak i eksploatację wszelkiego rodzaju aparatury dla celów telegraficznej czy telefonicznej łączności. Również i w dziedzinie zagadnień utrwalania dźwięku polscy technicy nie brali początkowo udziału. Fonograf Edisona pokazany w Warszawie po raz pierwszy w 1879 r. z powodu swej niedoskonałości technicznej raczej odstraszył, niż zyskał zwolenników, mimo że w tym samym czasie wywołał na Zachodzie prawdziwy przewrót w rozwoju techniki dźwiękowej. Nie bez znaczenia przy tym był fakt, że najwybitniejsi wynalazcy polscy, studiując przeważnie za granicą, tam też kontynuowali działalność naukową czy techniczną.

²⁴ Por. Wł. Banaszkiewicz, *Początki kinematografii w Polsce*. „Kwartalnik Filmowy“ Nr 2—3 (1955, Warszawa).

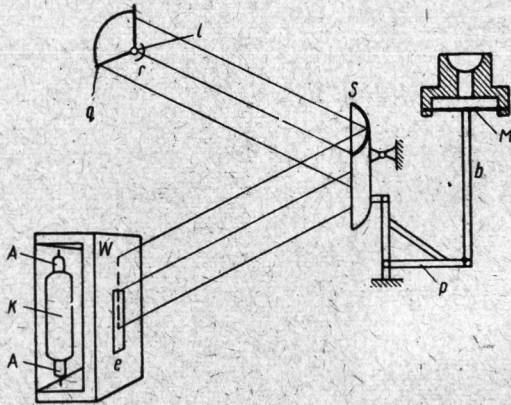
Bierność polskiej wynalazczości w dziedzinie utrwalania i odtworzenia dźwięków przełamuje Adam Wikszemski (1847—1889) z Wilna. W latach 1865—1875 studiował on chemię i medycynę na uniwersytecie w Dorpacie, gdzie też po ukończeniu wydziału medycznego pracuje jako asystent prof. Stieda i prosektor anatomii opisowej, ogłaszając szereg prac naukowych z tego zakresu²⁵. Przyczyny zainteresowania się Wikszemskiego techniką dźwiękową nie są znane. Przypuszczalnie pociągało go początkowo zagadnienie rejestracji drgań związanych z pobudliwością mięśni i nerwów oraz utrwalenia ich przebiegów dla celów fizjologii. W osiemdziesiątych latach XIX wieku przeprowadzane były, zwłaszcza na Zachodzie, próby i doświadczenia związane z ulepszeniem jakości materiałów światłoczułych oraz ze znalezieniem sposobu zapisu na nich drgań małej częstotliwości. Wikszemski, mając bliskie kontakty z wydawnictwami i lekarzami niemieckimi, znał niewątpliwie nieliczne osiągnięcia z tej dziedziny w innych krajach i opierając się na nich wynalazł w 1889 r. oryginalny sposób fotograficznego zapisu fal dźwiękowych.

W patencie „Sposób zapisu fonogramów“ sformułował wynalazca bardzo dokładnie warunki niezbędne dla uzyskania fotograficznego zapisu, nazywając uzyskany ślad dźwiękowy „fonogramem“. Nazwa ta przyjęła się na całym świecie i utrzymała do dzisiaj. Opis patentowy zawiera szczegóły urządzenia do mechanicznej modulacji światła, którego zasada działania zachowana została nawet i w nowoczesnej aparaturze dla fotograficznego zapisu dźwięku z tą tylko różnicą, że mechaniczne sterowanie modulatora światła zastąpione zostało elektromagnetycznym. Konstrukcja aparatu pomysłu Wikszemskiego przedstawia się następująco²⁶ (rys. 9). W obudowie umieszczona jest membrana *M*, do której prowadzi wklęsły otwór w formie miseczki. Membrana związana jest mechanicznie przy pomocy układu dźwigierek kolankowych (elementy *b*, *p* i dwa inne widoczne na rysunku) z dolnym brzegiem lusterka *S* o powierzchni wygiętej w kształcie wycinka cylindra.

²⁵ Por. Wł. Ziemacki, *Adam Wikszemski — polski pionier fonografii*, PTPN, Poznań 1953.

²⁶ Opis wynalazku opracowany został na podstawie danych zawartych w opublikowanych pracach W. A. Burgowa, *Osnovy zapisi i wosproizwiedienija zwuka*, Moskwa 1954, A. I. Parfientiewa *Fizika i technika zwukozapisi kinofilmow*, Moskwa 1948 oraz A. N. Kaczierowicza, A. I. Parfientiewa, A. A. Chruszczowa *Zwukotiehnika kiniematografii*, Moskwa 1950.

Lusterko to może się odchylać wokół osi poziomej przechodzącej przez miejsce zaczepienia, które znajduje się w punkcie środkowym powierzchni lusterka. Źródło światła „1“ (bliżej nie określone przez autora) rzutuje przy pomocy odpowiednio umieszczonych różnej wielkości reflektorów q i r . strumień świetlny W o przekroju bardzo wąskiego prostokąta na lusterko, które odbija-



Rys. 9. Schemat układu zapisującego Wikszemskiego (1889)

jąc go tworzy pasek świetlny na szczelinie e wyciętej w przedniej ściance światłoszczelnej skrzynki. Wewnątrz skrzynki znajduje się owinięty papierem światłoczułym K cylinder A , który obraca się z jednostajną szybkością. Oś cylindra, a więc i powierzchnia materiału światłoczułego, powinna być równoległa do powierzchni przedniej ścianki.

Strumień świetlny padający na szczelinę powinien przed zapisem oświetlać górną połowę długości wycięcia. Fale dźwiękowe działające na membranę wywołują odpowiednie wychylenia lusterka, powodując przesuwanie się prostokąta świetlnego wzdłuż otworu szczeliny, a tym samym zmiany szerokości powierzchni naświetlonej nośnika światłoczułego, przesuwającego się tuż pod szczeliną. W rezultacie powstaje na papierze fotograficznie utrwalony ślad dźwiękowy (fonogram) o przebiegu zbliżonym do obecnego zapisu powierzchniowego. Wzdłuż tego śladu pasek nośnika powinien być wycięty.

Opracowany przez Wikszemskiego sposób odtwarzania dźwięku został jednocześnie z poprzednim patentem zgłoszony przez spadkobierców wynalazcy w Berlinie jako „Sposób odtwarzania głosów i dźwięków przy pomocy fonogramu w formie taśmy”²⁷. Wikszemski podaje w opisie patentowym następujące wyjaśnienie istoty swego wynalazku (tłumaczenie z języka niemieckiego):

„Jest to sposób, który przy pomocy fonogramów w kształcie taśm lub pasków z jednym brzegiem falistym przedstawiającym przebieg drgań, odpowiadających zapisanym głosom lub dźwiękom, umożliwia... odtwarzanie tych głosów czy dźwięków dzięki temu, że falisty brzeg paska przesuwany jest z odpowiednią szybkością między źródłem światła a komórką selenową, umieszczoną za szczeliną ścianki... Komórka selenowa włączona jest w obwód prądowy z aparatem odsłuchowym... Na selen działa źródło światła tylko tą częścią krzywej utrwalonej na fonogramie, która znajduje się przed otworem szczeliny“.

Następnie wynalazca opisuje zasadnicze warunki, które muszą być spełnione dla odsłuchania uprzednio utrwalonych dźwięków. A więc przede wszystkim:

„Fonogramy w formie pasków lub taśm, w których jeden z brzegów przedstawia krzywą drgań głosów lub dźwięku, dadzą się wykorzystać dla odtwarzania... jeśli będą przesuwane między obwodem prądowym... z telefonem a źródłem światła... z tym założeniem, że materiał paska lub taśmy nie przepuszcza światła. W ten sposób oddziaływanie źródła światła uzależnione jest tylko od przebiegu i... kształtu wycięć, znajdujących się na brzegu taśmy... Dla uzyskania właściwej kolejności zapisu należy taśmę prowadzić w tym samym kierunku i z tą samą szybkością, które miały miejsce przy zapisie. Oddziaływanie źródła światła powinno być ograniczone przy pomocy otworu, odpowiadającego... swą powierzchnią w każdym momencie przesuwu taśmy każdemu wycięciu na brzegu taśmy. W tym celu konieczne jest, aby między taśmą a źródłem światła umieszczona została nieruchoma i nieprzepuszczająca światło ścianka a w niej szczelina, której wysokość lub długość równa jest głębokości najgłębszego wycięcia“...

²⁷ W publikacjach, wymienionych w przypisie 26, autorzy nie wspominają o tym, że Wikszemski opracował także sposób odtwarzania dźwięku z fotograficznego zapisu.

Działanie aparatu będzie wtedy następujące:

„Jeśli umieści się przed taśmą z krzywą drgań głosowych, na przeciw szczeliny, źródło światła a za szczeliną komórkę selenową, która włączona jest w zamknięty obwód baterii galwanicznej, to telefon włączony do tegoż obwodu odtwarzać będzie głosy, odpowiadające głosom zapisanym na ... taśmie, ponieważ komórka selenowa zostanie według krzywej drgań zapisanych naświetlona i zgodnie z tym zmieniać będzie natężenie prądu, płynącego przez uzwojenie telefonu“.

Wikszemski proponuje też zastąpienie komórki selenowej przez elementy termoelektryczne. Stos (bateria) termoelektryczny, zbudowany już w 1864 r. przez Markusa, używany był także i w medycznych laboratoriach jako źródło prądu o niewielkim napięciu i natężeniu²⁸.

„Do tego samego celu i w tym samym układzie można zastosować promienie ciepłe zamiast świetlnych, jeśli umieści się za szczeliną ścianki stos termoelektryczny zamiast baterii galwanicznej z komórką selenową... Oczywiście zarówno materiał taśmy fonogramowej, jak i ścianki powinien być ciepłoodporny“....

O patentach Adama Wikszemskiego i ich znaczeniu wspominają liczne czasopisma i podręczniki fachowe w Rosji, Niemczech i Anglii. Wynalazki jego powstały bowiem w okresie, kiedy pomysły z zakresu zapisu dźwięku metodą fotograficzną były bardzo nieliczne i miały wybitnie pionierski charakter, torując dopiero drogę dla przyszłego rozwoju tego tak rozpowszechnionego obecnie zapisu. Wikszemskiemu nieznana była jeszcze wynaleziona w tym samym czasie przezroczyta taśma filmowa. Dlatego też usiłował on dla umożliwienia użycia swej optyczno-elektrycznej metody odtwarzania stosować nośnik dźwięku o śladzie dźwiękowym wyciętym w brzegu jego powierzchni. Zbliżony w charakterze pomysł lansował także znacznie później Francuz de Pineaud, proponując zapis dźwięku ryty na skraju taśmy. Przypuszczać można, że umieszczenie przez Wikszemskiego śladu dźwiękowego na brzegu nośnika wpłynęło na powstały w kilkanaście lat później sposób wykorzystania skraju filmo-

²⁸ Stos taki posiadał kilka ogniw (lub termoelementów), z których każde składało się z dwóch zlutowanych ze sobą płytek z różnych metali (np.: bizmut i antymon), wytwarzających pod wpływem niejednakowego ogrzewania w miejscach styku niewielkie napięcie proporcjonalne do natężenia promieniowania źródła ciepła.

wej taśmy obrazowej dla umieszczenia ścieżki dźwiękowej. Bezsporną zasługą Wikszemskiego jest opracowanie metody zmiennego nasświetlania światłoczułej powierzchni nośnika dźwięku przez szczelinę przy pomocy odpowiednio modulowanego strumienia świetlnego.

Godny podkreślenia jest także fakt, że Adam Wikszemski był prawdopodobnie w historii rozwoju techniki utrwalania i odtwarzania dźwięku pierwszym spośród Polaków, którzy uzyskali poważniejsze osiągnięcia w tej dziedzinie.

BIBLIOGRAFIA OGÓLNA *

- I. Malecki, *Akustyka radiowa i filmowa*, Warszawa 1950.
- I. Malecki (red.), *Technika nagrywania i odtwarzania dźwięków*, Warszawa 1953.
- A. Piekara, *Elektryczność i budowa materii*, Kraków 1949.
- Wł. Jewsiewicki, *Problematyka badań historycznych nad polską techniką filmową*, „Studia i materiały z dziejów nauki polskiej“, tom. 3, rocznik 1955, Warszawa 1956.
- A. I. Parfientiew, *Fizyka i technika zwukozapisi kinofilma*, Moskwa 1948, (z książki wzięty został rysunek 9).
- W. A. Burgow, *Osnovy zapisi i wosproizwiedienija zwuka*, Moskwa 1954.
- G. M. Coissac, *Histoire du Cinematographie*, Paris 1925.
- J. Vivie, *Historique et développement de la technique cinematographique t. I*, Paris 1946.
- J. D. Bernal, *Science and industry in the nineteenth century*, London 1953.
- R. Gellatt, *The Fabulous Phonograph*, London 1956.
- J. R. Cameron, *Encyclopedia Sound Motion Pictures*, Coral Gables 1948 (z książki tej wzięte zostały rysunki 1 i 4).
- J. R. Cameron, *Servicing Sound Equipment*, Coral Gables 1943.
- F. L. Rhodes, *Beginning of Telephony*, New York 1929.
- J. H. Roberts, *The Story of the Telephone*, New York 1947.
- W. E. Theisen, *Pioneering in the Talking Pictures* „Journal of SMPTE“ kwiecień 1941.
- J. Hahn, *Der Tonfilm*, Berlin 1949.
- H. Umbehrr, H. Wollenberg, *Der Tonfilm*, Berlin 1930 (z książki tej wzięte zostały rysunki Nr 2, 3, 6 i 7).
- H. Lichte, A. Narath, *Physik und Technik des Tonfilms*, Leipzig 1945, „Technische Filmkronik“ — „Bild und Ton“, Berlin, roczniki 1956—1957.

* Bibliografia szczegółowa podana została w przypisach.

ОЧЕРК ПО ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ЗВУКОЗАПИСИ ОТ ПЕРВЫХ ПОПЫТОК РЕГИСТРАЦИИ ЗВУКА ДО НАЧАЛА ВОЗНИКНОВЕНИЯ КИНЕМАТОГРАФИИ

Статья охватывает период до 1894 г. и является частью обширной работы, описывающей достижения польской техники в области записи и воспроизведения звука, рассматриваемые на фоне истории общего развития техники звукозаписи. Во вступительной части коротко изложена предистория звуковой техники. В первом разделе, посвященном зачаткам развития механической записи, автор дает обзор первых попыток осуществления записи колебаний твердых тел графическим способом, предпринятых во второй половине XIX в. Первый аппарат для регистрации звука „фоноавтограф” был создан Скоттом в 1857 г. Достижения науки во второй половине XIX в. и деятельность телеграфных, а затем телефонных обществ содействовали дальнейшему техническому прогрессу в области механической записи. Автор излагает историю изобретения телефона Белла, микрофона Юза, палеофона Кроса и фонографа Эдисона. В последующие годы эти приборы были значительно улучшены. В статье рассматриваются работы Белла, Тейтнера и Эдисона, а также изобретение граммофона Берлингером. Первые попытки создать „подвижную фотографию”, совпавшие во времени с изобретением „говорящих машин”, привели конструкторов к идее соединения этих двух технических новинок. Автор дает анализ первых работ в области синхронизации звука и изображения, принадлежавших Донисторпу и Диксону. В заключение первого раздела дается описание „кинетофона” Диксона и „хронофотофона” Демени.

Второй раздел посвящен начальному периоду возникновения фотографической записи. После появления в 1841 г. первого аппарата для оптической регистрации звука т. н. „фототипа”, в течение длительного периода наблюдался застой в этой области техники. Только лишь в 1872 году Кёниг построил „манометрическую капсулю” с колеблющимся газовым пламенем. Первый прибор для фотографической записи на передвижном носителе — вращающейся фотографической пластинке был изобретен Сент-Джорджем в 1883 г. Во всех этих приборах воспроизведение звука производилось механическим способом. Открытие Смитом в 1872 г. светочувствительных свойств селена и научные работы по фотоэлектричеству, проведенные многими учеными и физиками, привели к созданию селенового фотоэлемента. Белл применил его на практике в своем „фотофоне” в 1880 г. Механический способ воспроизведения звука был заменен звуковоспроизведением с помощью селена. Появились первые аппараты, предназначенные для этой цели, построенные Сент-Джорджем и „Белл Телефон лаб.”. Дальнейшее усовершенствование фотографической записи было достигнуто благодаря изобретениям, принадлежавшим Гогенштейну и Виксцемскому. Появление целлулоидной киноплёнки в 1887 г. способствовало созданию кинематографии.

В третьем разделе охарактеризованы первые достижения польской техники в области фотографической записи. Автор дает картину общего положения в этом деле на территории Польши до возникновения кинема-

тографии и описывает оживленную деятельность польских конструкторов и изобретателей, занимавшихся вопросами фотографической звукозаписи. Первым польским изобретателем, добившимся крупных успехов в деле развития техники записи и воспроизведения звука, был врач Адам Виксцемский (1847—1889). В 1889 году он получил патент на разработанный им оригинальный способ фотографической записи звуковых колебаний на передвижной светочувствительной плёнке. Эта запись в виде звукового штриха переменной ширины была названа изобретателем „фонограммой”. Виксцемский создал также способ воспроизведения звука с помощью селенового фотоэлемента. Это воспроизведение звука достигается путем просвечивания щелей на краю узкого непрозрачного звуконосителя, которые по своей форме соответствуют записанному раньше звуку. В заключение раздела автор подробно описывает и анализирует изобретения Виксцемского.

Рисунки

Рис. 1 — „Фото-автограф” Скотта (1857)

Рис. 2 — Система „Телефона” Белла (1876)

Рис. 3 — Схема микрофона Юза (1877)

Рис. 4 — Фонограф Эдисона (1877)

Рис. 5 — Схема системы фонографа и граммофона

Рис. 6 — Схема микрофона Эдисона с трансформатором (1881)

Рис. 7 — „Манометрическая капсула” Кёнига (1872)

Рис. 8 — Аппарат для записи звука Сент-Джорджа

Рис. 9 — Схема записывающей системы Виксцемского (1889)

AN OUTLINE OF SOUND TECHNIQUE DEVELOPMENT BEGINNING WITH THE FIRST ATTEMPTS TO HAVE THE SOUND RECORDED TO THE ORIGIN OF MOVING PICTURES

This article embraces the period till 1894 and is a part of a bigger work devoted to the Polish technological attainments in the domain of sound recording and reproduction against the background of the history of sound technique development.

Following short introductory remarks dealing with the prehistory of sound technique the author describes in the first chapter devoted to the beginnings of mechanical recording the various attempts that were tried in the first half of the XIX century to have the solid body vibrations graphically recorded and the first designs of sound recording — the Scott's "Phonoautograph" from 1857. Scientific attainments in the second half of XIX century and the activity of telegraph and later telephone companies contributed to a further technical development of mechanical recording. The author tells the history of Bell's telephone invention, of Hughes microphone, Croscopaleophone and Edison's phonograph. The following years brought an improvement of these apparatuses. The accomplishments of Bell, Tainter and Edison and the invention of gramophone by Berliner are next being discussed. The first proofs of "moving photography" which coincided with the invention of "talking machines" led the constructors to the idea to have these two technical attractions combined together. The author tells of the ideas to

have sound synchronized with pictures as done by Donisthorpe and Dickson. This chapter is concluded with a description of Dickson's "Kinetophone" and Demeny's "Chronophotophone".

The next chapter is devoted to the origin of recording by photography. The appearance in 1841 of the first apparatus for optical sound recording "Phonotype" was followed by a long period of stagnation in this sphere of sound technique. It was only in 1872 that König built his "capsule manométrique" with a vibrating gas flame. The first apparatus for photographic recording mounted on a moveable carrier — a revolving photographic plate was invented by Saint George in 1883. The reproduction of sound in all these arrangements was done by means of mechanical methods. The discovery by Smith in 1872 of selenium's light sensitive properties and scientific studies in the sphere of photoelectricity that were undertaken by many scientists and physicists contributed to the invention of selenium photocell. Bell applied it in practice in his "Photophone" in 1880. The method to have sound reproduced by mechanical means was replaced by reproducing it with the aid of selenium. We see the first apparatuses for this purpose made by Saint George and by "Bell Telephone Lab.". Further improvements in the sphere of photographic recording are due to the inventions of Hogenstein and Wikszemski. The appearance of celluloid film in 1887 contributed greatly to the origin of cinematography.

Chapter three describes the first Polish technical accomplishments in photographic recording. The author presents the situation in Poland prior to the appearance of cinema and tells of the animated activity developed by Polish constructors in the field of photographic technique. A physician — Adam Wikszemski (1842—1889) was the first Pole to have obtained some significant results in sound technique. In 1889 he was awarded a patent for his original way to have sound waves photographically recorded on a moving light sensitive band in the form of sound traces of variable surface. It was named "Phonogramme" by inventor. Wikszemski worked also out a method to have sound reproduced by means of a selenium cell. It consisted in having cuttings whose shape corresponded to the sound traces that were previously fixed located on the border of a narrow opaque sound carrier exposed to light.

In concluding this chapter the author gives a detailed description and an analysis of Wikszemski's inventions.

Figures

- Fig. 1. Scott's "Phonoautograph" (1857)
- Fig. 2. Plan of Bell's "Telephone" (1876)
- Fig. 3. Scheme of Hughes' microphone (1877)
- Fig. 4. Edison's phonograph (1877)
- Fig. 5. Scheme of the plan of a phonograph and a gramophone
- Fig. 6. Scheme of Edison's microphone with a transformer (1881)
- Fig. 7. König's "manométrique capsule" (1872)
- Fig. 8. Saint George's sound-recording apparatus
- Fig. 9. Scheme of Wikszemski's recording plant (1889)