

Jerzy Ranachowski

**PRZYZYNEK DO HISTORII
AKUSTYKI POLSKIEJ
NA TLE DZIAŁALNOŚCI
INSTYTUTU PODSTAWOWYCH
PROBLEMÓW TECHNIKI**

20/1993

WARSZAWA 1993

Praca wpłynęła do Redakcji dnia 13 maja 1993 r.



56671



N a p r a w a c h r ę k o p i s u

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
Nakład 100 egz. Ark.wyd. 1,50 Ark.druk. 1,7
Oddano do drukarni w maju 1993 r.

Wydawnictwo Spółdzielcze sp. z o.o.
Warszawa, ul. Jasna 1

Jerzy Ranachowski

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN

Centrum Akustoelektroniki

PRZYCZYNEK
DO HISTORII AKUSTYKI POLSKIEJ
NA TLE DZIAŁALNOŚCI
INSTYTUTU PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI

STRESZCZENIE

Szczegółowe opracowanie historii akustyki polskiej dotychczas nie istnieje. Najłatwiej przeprowadzić takie przedsięwzięcie, biorąc za podstawę opis rozwoju poszczególnych zespołów skupionych wokół osobowości. Podjęto próbę opisu dorobku zespołu naukowców działających w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki, współpracujących ściśle z prof. Ignacym Maleckim.

Pierwsze polskie prace z akustyki rozpoczęto w połowie lat trzydziestych. Akustyka była wykładana na konspiracyjnej Politechnice Warszawskiej. Utworzono Katedrę Elektroakustyki Politechniki Warszawskiej. Katedra ta dała początek Zakładowi Badania Drgań PAN, który w 1953 roku wszedł w skład nowo utworzonego Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN. W Instytucie prowadzono badania w zakresie akustyki w kierunkach defektoskopii ultradźwiękowej, akustyki molekularnej, doskonalenia miernictwa hałasów oraz akustyki mowy. Prowadzono tu prace teoretyczne nad analogiami elektro-mechanoakustycznymi i skojarzonymi polami elektroakustycznymi, teoretycznie i doświadczalnie badano ośrodki niejednorodne, zwłaszcza ceramiki. Zainteresowano się hyperdźwiękami i przedstawieniem kwantowym zjawisk akustycznych. Pole dyfrakcyjne i przenoszenie wibracji w kanale usznym opisane zostało metodą kwantową. Nastąpiło przejście od pomiarów prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych do badania aktywnego zachowania się materiałów, czemu odpowiada zjawisko emisji

akustycznej. Przeprowadzono kompleksowe badania mechanizmów powstawania emisji akustycznej i rozwinięto różne pola jej zastosowań. Badano również emisję akustyczną przy kruchym pękaniu i przy reakcjach chemicznych. Prowadzono współpracę naukową z zagranicą i działalność dydaktyczną związaną z prowadzonymi badaniami.

WSTĘP

Historia akustyki polskiej doczekała się syntetycznego ujęcia w książce "Problemy Współczesnej Akustyki" (PWN Warszawa 1991) oraz w artykułach i referatach prof. Filipczyńskiego przedstawionych na Otwartym Seminarium z Akustyki w 1991 i 1992 r. Opracowania te mają jednak charakter czysto faktologiczny i siłą rzeczy nie mogą wchodzić w merytoryczną treść badań naukowych prowadzonych w Polsce przez ponad pół wieku i charakteryzować osiągnięć technicznych w tej dziedzinie.

Kompleksowe ujęcie tak bogatej historii akustyki polskiej byłoby pracą ze wszech miar pożądaną, jednak wymagałoby ogromnego wysiłku, trudnego do podjęcia przez jednego człowieka. Dlatego starano się zająć tą historią w sposób wycinkowy. Wobec interdyscyplinarnego charakteru akustyki i organicznego, nierozzerwalnego powiązania jej poszczególnych dziedzin trudno jest przygotować szczegółowe monografie charakteryzujące historię rozwoju w Polsce tych dziedzin akustyki ze sztucznym wytyczeniem granic między nimi.

Łatwiej będzie podjąć trud opisanie działalności poszczególnych wybitnych osobowości czynnych na polu akustyki polskiej i szkół naukowych, które wokół nich powstały i są związane z określonymi placówkami naukowymi.

Ze względu na przebieg mojej osobistej kariery naukowej czuję się upoważniony do przedstawienia działalności i dorobku naukowego zespołu pracującego od czterdziestu lat w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN i skupionego wokół osoby prof. Ignacego Maleckiego.

1. OKRES 1945-1953 POPRZEDZAJĄCY UTWORZENIE IPPT

Skromna baza doświadczalna, jaką dysponowali polscy akustycy w okresie przedwojennym, została całkowicie zniszczona w czasie okupacji, a zwłaszcza Powstania Warszawskiego. Nieliczni akustycy, którzy pozostali w kraju i ocaleli od śmierci, rozpoczęli odbudowę

uniwersytetów i laboratoriów badawczych. Reaktywowana została placówka akustyczna Uniwersytetu Poznańskiego (M. Kwiek) oraz laboratoria związane z akustyką w Państwowym Instytucie Telekomunikacyjnym (J. Kacprowski, W. Pajewski), które częściowo ocalały, gdyż teren Instytutu nie był objęty Powstaniem Warszawskim. We Wrocławiu budowano od podstaw zakłady elektroakustyki (Z. Zyszkowski) i otolaryngologii (W. Jankowski) na nowo powstałych wyższych uczelniach.

Na Politechnice Gdańskiej ocalały resztki przedwojennego laboratorium akustyki, na podstawie których utworzono Katedrę Akustyki kierowaną przez I. Maleckiego. W 1950 roku prof. Malecki został przeniesiony na Politechnikę Warszawską jako kierownik Katedry Elektroakustyki. Od tej właśnie daty zaczęło się kształcenie zespołu, który wszedł do Zakładu Badania Drgań utworzonego przez Polską Akademię Nauk w oparciu o Katedrę Elektroakustyki Politechniki Warszawskiej. Z chwilą utworzenia Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Zakład Badania Drgań stał się jego integralną częścią. W czasie autonomicznej działalności Zakładu Badania Drgań wykrystalizowały się tam kierunki przyszłej działalności, związane głównie z techniką ultradźwiękową (L. Filipczyński, J. Ranachowski, J. Wehr), akustyką mowy (J. Kacprowski, H. Jabłońska). Część tego zespołu zajmująca się akustyką wnętrz (W. Straszewicz, M. Abramczyk) pozostała na Politechnice. Wśród prac z tego okresu na uwagę zasługuje kompleksowe ujęcie systemu analogii elektro-mechano-akustycznych.

W omawianym okresie początku lat pięćdziesiątych tworzone były zręby współczesnej elektroakustyki na świecie [1, 2]. Konieczne stało się zrewidowanie klasycznego systemu analogii elektro-mechano-akustycznych wg Kelvina. Firestone sformułował "poprawiony" system odnoszący się do układów o stałych skupionych. Prof. Malecki w szeregu prac [3 - 8] przedstawił rozszerzenia obu systemów analogii na ośrodki ciągłe izotropowe, a także na linie długie. Istotne jest tu traktowanie impedancji akustycznej jako pojęcia falowego [9] oraz zastosowanie aparatu matematycznego stosowanego do obliczania linii

długich telekomunikacyjnych do rozchodzenia się fal sprężystych w prętach i bryłach [10]. W swoich późniejszych pracach prof. Malecki wielokrotnie wracał do różnych sposobów posługiwania się systemami analogii elektro-mechano-akustycznych. W wiele lat później podsumował swoje badania w formie książkowej [11] i dalej zajmował się tymi zagadnieniami współpracując z dr R. Uklejewskim [12].

2. OKRES 1953-1969: POWSTANIE INSTYTUTU PODSTAWOWYCH PROBLEMÓW TECHNIKI PAN I JEGO DYNAMICZNY ROZWOJ

W październiku 1953 utworzony został Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, a na jego dyrektora powołano prof. I. Maleckiego. Był to instytut interdyscyplinarny, który po kilku latach stał się największym wśród instytutów PAN. Najważniejszymi jego działami były: mechanika ośrodków ciągłych, automatyka, elektronika i akustyka. Prace z dziedziny akustyki zostały skupione w Zakładzie Badania Drgań, którym prof. Malecki kierował osobiście, niezależnie od funkcji dyrektora instytutu.

Zakład Badania Drgań został ukierunkowany głównie na technikę ultradźwiękową. W Zakładzie pracował zespół młodych, zdolnych akustyków, którzy dziś są już wszyscy profesorami. Byli to między innymi: J. Wehr, który położył wielkie zasługi w rozwój metod pomiarów prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych [13, 14] i niestety zginął tragicznie w 1977 roku; L. Filipczyński, konstruktor pierwszych polskich defektoskopów ultradźwiękowych [15], który wówczas rozwinął teorię dyfrakcji fal ultradźwiękowych na przeszkodach [16] i teorię przetworników elektroakustycznych. W dalszym ciągu swojej drogi naukowej prof. Filipczyński osiągnął wielkie sukcesy na polu medycznej diagnostyki ultradźwiękowej. Prace zespołu, którym kierował, np [17], przyniosły mu międzynarodowy autorytet. W 1993 roku prof. Filipczyński został wybrany na członka New York Academy of Sciences. W latach 1970-1974 prof. L. Filipczyński był Dyrektorem Naczelnym IPPT, a obecnie jest przewodniczącym Rady Naukowej IPPT. Książka napisana przez niego wspólnie z J. Wehrem

i Z. Pawłowski [18] stanowiła przez wiele lat kompendium wiedzy polskich inżynierów materiałowych. Prof. Z. Pawłowski wniósł duży wkład w prace zakładu jako mechanik i materiałoznawca, publikując też w ramach zakładu szereg prac z zakresu metod badania materiałów [19, 20]. Prof. Ranachowski opracował metody defektoskopii ultradźwiękowej materiałów elektrotechnicznych, a zwłaszcza ceramiki [59] i żywic epoksydowych [61].

Prof. J. Kacprowski, najstarszy po prof. Maleckim członek tej grupy, rozpoczął swą działalność w zespole od stworzenia podstaw czwórnikowej teorii przetworników elektro-mechano-akustycznych [21], by następnie rozwinąć metody miernictwa akustycznego hałasów, np. [22], a potem skoncentrować się na zagadnieniach analizy i syntezy mowy, np. [23], w których był niekwestionowanym autorytetem.

Prof. S. Czarnecki reprezentował w zespole głównie zagadnienia zwalczania hałasów i wibracji, prowadząc na tym polu rozległą działalność techniczną. W jego dorobku było rozwinięcie teorii tłumienia dźwięków przez rezonatory [24] i ekrany [25]. Był on wspólnie z prof. Maleckim inicjatorem wielu prac badawczych i technicznych podejmowanych przez zespół. Niestety zmarł przedwcześnie w pełni sił twórczych.

Zagadnienia akustyki molekularnej reprezentował w zespole prof. R. Płowiec, zajmujący się głównie badaniem tłumienia i prędkości fal ultradźwiękowych w cieczach organicznych, np. [26]. Badania te były prowadzone częściowo przy współpracy z czołowymi laboratoriami europejskimi [27]. R. Płowiec wydał też książkę na ten temat [27a].

Prof. J. Ranachowski był jednym z pierwszych współpracowników prof. Maleckiego w Zakładzie Badania Drgań, a następnie w Instytucie, w którym przez wiele lat pełnił też funkcję zastępcy dyrektora Instytutu. Jego prace naukowe z tego okresu wiążą się ściśle z badaniami prowadzonymi przez prof. Maleckiego. Specjalizując się w technologii ceramiki i metodach ultradźwiękowych badania jej własności rozwinął w szeregu prac, np. [28 - 30], stronę teoretyczną i metody pomiarów właściwości akustycznych materiałów kruchych, w

wielu przypadkach podejmując inicjatywy badawcze prof. Maleckiego i weryfikując doświadczalnie jego rozwiązania teoretyczne.

Aktualna w latach 1950-1955 sprawa odbudowy i rozbudowy polskiego górnictwa stanowiła bodziec do podjęcia przez I. Maleckiego wspólnie z prof. W. Kołtońskim prac laboratoryjnych i terenowych nad zastosowaniem ultradźwięków jako narzędzia prospekcji układów geologicznych [31 - 34]. Badania te kontynuował prof. Kołtoński [35] wraz z dr R. Jaroszewską [36]. Prof. Malecki zajął się natomiast głównie ukierunkowaniem rozwoju techniki ultradźwiękowej w Instytucie i w skali krajowej. Z tego okresu pochodzi szereg opracowań syntetycznych [37 - 47], które miały duże znaczenie dla rozwoju akustyki w kraju, wskazywały bowiem na nierozwiązane jeszcze zagadnienia naukowe, proponowały priorytety przy podejmowaniu zadań technicznych i wykazywały duże znaczenie gospodarcze i społeczne zastosowań akustyki.

Zajęcie się prospekcją złóż geologicznych, a następnie ogólnymi aspektami ultradźwiękowych badań nieniszczących oraz badania właściwości akustycznych ceramiki prowadzone przez prof. J. Ranachowskiego skierowały osobiste zainteresowania prof. Maleckiego na niecałkowicie dotąd opanowaną teorię rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w ośrodkach niejednorodnych. Zajął się on przede wszystkim ośrodkami uziarnionymi, do których należy wiele materiałów technicznych [48 - 54]. Idea polegała na traktowaniu niejednorodności występujących w materiale, np. kulistych porów w porcelanie elektrotechnicznej, jako układu źródeł przestrzennych promieniujących falę zaburzenia. Każdemu takiemu źródłu przyporządkowany zostaje poprzednik o polu odpowiadającemu natężeniu fali zaburzenia. Wiązało się to z wyznaczeniem impedancji pojedynczej przeszkody [55]. Nastąpiło ścisłe powiązanie prac teoretycznych z badaniami ośrodków niejednorodnych prowadzonymi nad właściwościami ceramiki. Prof. J. Ranachowski podjął te badania już w ramach pracy doktorskiej [56] wykonanej we Wrocławiu pod kierunkiem prof. J. Skowrońskiego. Zajmował się w niej rozchodzeniem się fal ultradźwiękowych w ceramice z kulistymi porami. Następnie rozszerzył te rozważania na materiały

z porami elipsoidalnymi [58]. Wprowadziło to w dalszym ciągu do weryfikacji doświadczalnej teorii ośrodków uziarnionych prof. I. Maleckiego. Istotnie, uzyskano dobrą zgodność teorii z doświadczeniem [57]. Tak więc prace badawcze nad materiałami ceramicznymi prowadzone od 1953 roku wiązały ściśle teorię z doświadczeniem, jednocześnie znajdując zastosowanie w akustycznych badaniach izolatorów wysokiego napięcia [59, 60]. Ultradźwiękowa kontrola izolatorów rozwinięta na tej podstawie jest obecnie stosowana w krajowych wytwórniach izolatorów.

Dalszym etapem prac opartych na powyższych założeniach było rozciągnięcie zależności na materiały metaliczne. Przedmiotem pracy doktorskiej wykonanej pod kierunkiem prof. Ranachowskiego przez L. Radziszewskiego była ocena metodą akustyczną struktury spieków miedzi [63 - 65].

Zagadnienia teoretyczne i praktyczne postawione przez prof. Maleckiego wymagały precyzyjnych pomiarów prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych, co stanowi przedmiot prac nad aparaturą i metodami pomiarów na przestrzeni trzydziestolecia [66, 67].

Prof. Wehr był konstruktorem aparatów do pomiaru właściwości akustycznych materiałów i serii defektoskopów ultradźwiękowych, oryginalnych i na owe czasy pionierskich w skali europejskiej rozwiązaniach konstrukcyjnych [68]. Aparatura ta w krótkim czasie została wdrożona do praktyki i jest obecnie powszechnie stosowana w laboratoriach i przemyśle [66].

W okresie pracy w kierownictwie PAN w latach 1962-1969 prof. I. Malecki był oderwany od warsztatu pracy doświadczalnej, pracował jednak nadal teoretycznie, a przede wszystkim ukończył monumentalną monografię (ok. 700 stron druku), która ukazała się w 1964 r. w języku polskim [69], a następnie, po wprowadzeniu zmian i uzupełnień, została wydana w języku angielskim przez Pergamon Press (Oxford) w 1969 r [69a]. Niestety oba wydania są dziś całkowicie wyczerpane.

W połowie lat sześćdziesiątych najbardziej obiecującym źródłem fal sprężystych o bardzo wysokiej częstotliwości wydawał się przetwornik wykorzystujący sprzężenie pola mechano-akustycznego z

polem elektromagnetycznym. W rozważaniach teoretycznych prowadziło to do szerszego problemu teorii pól skojarzonych, przy którego opracowywaniu prof. Malecki współdziałał ściśle z prof. S. Kaliskim, w owym czasie czołowym specjalistą w tym zakresie. Zagadnienie polegało na obliczeniu wpływu pola elektrycznego lub magnetycznego na prędkość tłumienia rozchodzenia się fali Rayleigha w warstwie granicznej między ośrodkami. Efekt dyspersji prędkości fali występuje szczególnie wyraźnie, gdy jeden z ośrodków jest idealnym przewodnikiem.

Istotne dla dalszych prac teoretycznych i zastosowań było stwierdzenie, że przy sprzężeniu wiązki elektronów rozchodzącej się nad powierzchnią graniczną dwóch ośrodków z falą akustyczną występuje dodatkowo sprzężenie zwrotne. Przy spełnieniu określonych warunków dotyczących ośrodków i strumienia elektronów pojawia się ujemne tłumienie fali akustycznej, a więc powstaje wzmacniacz elektronowy [70]. Próby laboratoryjne takich wzmacniaczy prowadzone były pod kierunkiem prof. Kaliskiego. Teoria pól skojarzonych była przedmiotem zaproszonego referatu plenarnego prof. Maleckiego na 5 Kongresie Międzynarodowej Komisji Akustyki (ICA) w 1965 r. w Liege [70a].

Niejako na marginesie tego zagadnienia wynikła ocena efektów nieliniowych przy rozchodzeniu się fal akustycznych. W pracach na ten temat [71 - 74] prof. Malecki zwrócił uwagę między innymi na znaczenie trzeciej harmonicznej w pomiarach dystorsji.

W omawianym okresie zespół reprezentujący akustykę w IPPT nie tylko prowadził własne badania naukowe, ale też wpływał na rozwój akustyki w kraju. W latach pięćdziesiątych działalność ta polegała głównie na organizowaniu krajowych konferencji poświęconych problemom techniki ultradźwiękowej. W latach 1953-1966 odbyło się sześć takich konferencji.

Szczególne znaczenie ze względu na pionierski wówczas charakter tej dziedziny miały pierwsze trzy konferencje [75 - 77], które odbyły się kolejno w Krynicy (1953), w Międzyzdrojach (1956) i w Krynicy (1958). Były one poświęcone ultradźwiękom i przetwornikom elektroakustycznym. Pozostałe konferencje o szerokiej tematyce

różnych działów akustyki odbyły się w Warszawie. Konferencje te miały ogromne znaczenie dla stymulacji akustyki w kraju. Miały też wyraźny aspekt międzynarodowy, ponieważ zdołano zapewnić uczestnictwo w tych konferencjach wybitnych akustyków z krajów Europy Zachodniej i Związku Radzieckiego. W okresie zimnej wojny była to jedna z bardzo nielicznych okazji do spotkania dwóch, prawie nic o sobie nie wiedzących, grup naukowców tej samej specjalności. Korzyści takich spotkań były oczywiste dla uczestników, którzy wielokrotnie dawali temu wyraz.

Konferencje były okazją do dorywczych spotkań; potrzebna była jednak także systematyczna współpraca całego środowiska. Obok Polskiego Towarzystwa Akustycznego założonego w 1961 r. przez prof. M. Kwieka, zmarłego tragicznie w parę lat później, istniała konieczność powołania oficjalnej reprezentacji akustyki polskiej i wydawania czasopisma poświęconego akustyce. Chodziło o integrację środowiska akustyków polskich, wspólne działanie i prezentację osiągnięć niezależnie od węższych specjalności poszczególnych akustyków. Po wielu zabiegach doprowadzono do uchwały Prezydium PAN powołującej w 1964 r. Komitet Akustyki PAN. Komitet pełni ważną rolę w prezentacji osiągnięć akustyki polskiej wobec władz, społeczeństwa i zagranicy. Prof. Malecki został pierwszym przewodniczącym tego komitetu i był wybierany na to stanowisko przez dwie następne kadencje, aż do swojego wyjazdu do Paryża w 1969 r. Przewodniczącym Komitetu Akustyki PAN jest od 1970 r. prof. L. Filipczyński; prof. I. Malecki wybrany został honorowym przewodniczącym komitetu.

Kwartalnik "Archiwum Akustyki" wydawany od 1966 r. pod redakcją prof. S. Czarneckiego ma od 1969 r. wersję angielską "Archives of Acoustics", która stała się w 1975 r. samodzielnym czasopiśmie. Obecnie redaktorem "Archives" jest prof. J. Lewandowski.

3. OKRES 1969-1988: STABILIZACJA DZIAŁALNOŚCI INSTYTUTU

W tym okresie uzyskano już znaczące rezultaty w dotychczasowych kierunkach działalności Instytutu w zakresie akustyki, a wzmocnienie

kadry naukowej pozwoliło na dalszy rozwój tematyki rozpoczętej w latach sześćdziesiątych. Jednocześnie podjęte zostały inicjatywy związane z nowymi problemami badawczymi aktualnymi w nauce światowej.

Jednym z tych problemów było wprowadzenie do akustyki metod mechaniki kwantowej. To zagadnienie, mało jeszcze znane, było tematem dwóch książek [78] i [79] oraz szeregu prac naukowych. Najbliższym współpracownikiem prof. Maleckiego był w tych badaniach M.M. Dobrzański.

Badania w zakresie akustyki kwantowej podjęte w Instytucie dotyczyły dwóch nieco odmiennych zagadnień: (1) doskonalenia metod akustyki kwantowej dla opisanego układów, w których struktura kwantowa pola akustycznego nie daje się aproksymować metodami akustyki klasycznej; dotyczy to przede wszystkim hyperdźwięków; (2) wykorzystania metody kwantowej jako dogodnego narzędzia analizy pól akustycznych o częstotliwościach niższych, łącznie z problemami audio-akustyki.

W pierwszym obszarze do ważniejszych rezultatów badań należało: (a) obliczenie rozproszenia fononowego przez odwrócenie spinów przeszkody [80], (b) użycie równania Airy do opisu warunków brzegowych w kwantowym układzie zamkniętym [81, 83], (c) określenie zakresu zastosowań warunków brzegowych wynikających z użycia równania Hamilton-Jacobi [84]; (d) opis interakcji fononów z ekscytonami [88].

W drugim obszarze uzyskano wyniki o dużym znaczeniu metodologicznym. Opracowane metody oparte o ujęcie quasi kwantowe pozwalają na nowy sposób przedstawienia rozchodzenia się fal akustycznych. W szczególności zaproponowano [86, 87] ujęcie fali akustycznej jako strumienia quasi-fononów, odpowiadających ruchomym oscylatorom o wyróżnionych liczbach falowych [85, 90, 92]. Użyteczność takiego przedstawienia pokazano na przykładzie obliczenia akustycznego rozproszenia wokół przeszkody sprężystej w ośrodku płynnym [82]. Okazało się, że ciekawe wyniki może dać rozszerzenie systemu analogii elektro-akustycznych na systemy kwantowe [83, 86].

Nową ideą było zastosowanie metody akustyki kwantowej do opisu procesów przenoszenia sygnałów dźwiękowych w uchu wewnętrznym.

Wykazano, że ujęcie kwantowe jest przydatne dla przedstawienia nieciągłych procesów zachodzących przy pobudzeniu narządu słuchu na granicy progu słyszalności [91 - 95]. Kanał uszny przedstawiony został jako łańcuch quasi kwantowych oscylatorów falowych. Określono przy tym graniczną wartość natężenia dźwięku padającego na bębenek uszny, przy której zachodzi potrzeba zastosowania metod kwantowych. Praca ta wzbudziła zainteresowanie wśród specjalistów z akustyki fizjologicznej.

Prace z dziedziny akustyki kwantowej zainicjowane w Instytucie przez prof. Maleckiego rozwijane są teoretycznie i doświadczalnie przez jego bliskich współpracowników. Zjawiska kwantowe najlepiej obserwować na częstotliwościach hyperdźwiękowych, to też punktem wyjścia było skonstruowanie rezonansowych i termicznych źródeł hyperdźwięków przez M. Aleksiejuka [96]. Pracował on w zespole z W. Lareckim [97] i S. Piekarskim [98], którzy zajmowali się teorią kwantowych pól akustycznych.

W tym czasie pomyślnie rozwijała się współpraca naukowa z zagranicą w dziedzinie akustyki. Zawarto szereg porozumień o wymianie naukowej, brano aktywny udział w wielu konferencjach międzynarodowych, a kilku akustyków przebywało na długoterminowych stażach w czołowych laboratoriach zagranicznych. Nie ma potrzeby szczegółowego omawiania tej działalności, warto jednak wspomnieć o dwóch wydarzeniach, które miały większy wpływ na kształtowanie się współpracy zagranicznej.

Szczególnie pomyślnie rozwijała się współpraca naukowa z Francją. Prof. Malecki i prof. Pimonow (CNET Paryż) byli współprzewodniczącymi Polsko-Francuskich *Colloque sur Ultrasons* [99 - 101]. Odbywały się one co dwa lata na przemian w Jabłonce pod Warszawą i w Paryżu w latach 1978, 1980, 1982, 1984 i 1987. Był to rzadki przykład systematycznej współpracy zaprzyjaźnionych naukowców z obu krajów.

Największą imprezą międzynarodową z dziedziny akustyki odbyłą dotychczas w Polsce był II Kongres Federacji Akustycznych Towarzystw Europejskich (FASE), który odbył się w Warszawie w 1978 r [102]. Były

to początki działalności tej organizacji: pierwszy kongres FASE odbył się w Paryżu w 1975 r. Prof. Malecki był prezydentem kongresu. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego i głównym animatorem obrad był nieżyjący dziś prof. S. Czarnecki. Po raz pierwszy tak wielu akustyków z zagranicy (w kongresie brało udział ok. 350 osób) mogło zapoznać się z polskimi osiągnięciami.

4. OKRES OD 1983 ROKU: NOWE PROBLEMY BADAWCZE

Na początku lat osiemdziesiątych zespół kierowany przez prof. J. Ranachowskiego zajął się badaniem emisji akustycznej (EA) i jej zastosowaniami. Z zespołem współpracuje prof. I. Malecki, który w 1983 przeszedł na emeryturę. Zespół podszedł kompleksowo do zagadnienia przedstawiając jego różne aspekty w szeregu artykułów [103, 105 - 107] i referatów na kongresy międzynarodowe [104, 108 - 111].

Emisja akustyczna okazała się źródłem unikalnych informacji o strukturze materiałów i przebiegu procesów fizyko-chemicznych.

Rezultatem badań podjętych przez zespół było lepsze poznanie i wyjaśnienie generacji sygnałów EA w procesie kruchego pęknięcia. Odkryte zostały ogólne zasady dotyczące zależności między pojawianiem się pierwszych sygnałów EA a wytrzymałością materiału, a także oceny "czasu życia" materiałów ceramicznych i betonów na podstawie aktywności EA [112 - 114]. Obecnie prowadzone są badania wpływu szoków termicznych na sygnały EA [115] i związku między właściwościami elektrycznymi materiału a aktywnością EA. Ważne też było stwierdzenie przydatności metody EA do oceny stanu izolatorów wysokiego napięcia i konstrukcji betonowych po dłuższej ich eksploatacji.

Metody EA rozpowszechniły się w kraju i są stosowane w wielu laboratoriach badawczych. Stało się to możliwe dzięki stworzeniu pod kierownictwem prof. J. Ranachowskiego w IPPT przy współpracy z kilkoma przedsiębiorstwami bazy dla konstrukcji i stopniowego doskonalenia analizatorów sygnałów EA dostosowanych do różnorodnych potrzeb użytkowników [62, 68]. Niektóre rozwiązania techniczne

zastosowane w tej aparaturze (na przykład konstrukcje Z. Ranachowskiego) wzbudziły zainteresowanie w ośrodkach zagranicznych (Niemcy, Rosja), z którymi nawiązano bliższą współpracę.

Trzeba w tym miejscu przypomnieć, że zespół J. Ranachowski, J. Rzeszotarska i J. Motylewski był jednym z pierwszych w Polsce, który podjął badania efektu fotoakustycznego i jego zastosowań w miernictwie ośrodków, na przykład proszków i gazów [116 - 121]. Powyższy zespół zajął się ostatnio konstrukcją sensorów akustycznych na fale powierzchniowe. Sensory te nadają się jako czujniki do kontroli składu mieszanin gazowych, w szczególności do wykrywania zanieczyszczeń gazowych, co ma zasadnicze znaczenie dla monitorowania stanu środowiska. Aparatura skonstruowana przez zespół jest już w tym celu używana [122, 123].

Kolejnym problemem podjętym przez zespół prof. Ranachowskiego w omawianym okresie było badanie właściwości akustycznych nadprzewodników wysokotemperaturowych. W Instytucie tą problematyką zajmuje się głównie M. Aleksiejuk przy współpracy z J. Raabe [124], między innymi wykorzystując złącza nadprzewodnikowe do generacji hyperdźwięków [125]. W badaniach prowadzonych w Instytucie biorą udział L. Woźny i B. Mazurek z Politechniki Wrocławskiej [126].

Na uwagę zasługują również badania zastosowań emisji akustycznej do kontroli podzespołów w przemyśle elektronicznym.

Najbliższymi współpracownikami prof. Maleckiego są: dr J. Rzeszotarska zajmująca się zjawiskami emisji akustycznej w reakcjach chemicznych - wykryła ona między innymi specyficzne efekty emisji akustycznej zachodzące przy reakcjach oscylacyjnych [127] - oraz dr Z. Ranachowski, konstruktor aparatury do analizy sygnałów emisji akustycznej, zajmujący się elektroniczną obróbką tych sygnałów, w szczególności w zastosowaniu do betonów [112]. Wspólnie z dr M. Meisnerem zajął się on źródłami wzorcowymi emisji akustycznej. Przedmiotem pracy jest konstrukcja źródeł wzorcowych i propagacja sygnałów przez nie generowanych [128].

Podjęte w kilku ośrodkach badania nad wpływem procesów termomechanicznych na aktywność emisji akustycznej (EA) posłużyły do

studium porównawczego [115] aktywności EA przy zmianach temperatury w różnych materiałach i procesach, umożliwiając przy tym na stwierdzenie występowania pewnych prawidłowości polegających przede wszystkim na asymetrii aktywności EA przy nagrzewaniu i chłodzeniu materiału. W obszar badań EA wchodzi też praca teoretyczna prof. I. Maleckiego nad określeniem rozkładu częstotliwościowego i rozkładu amplitudowego sygnałów EA w zależności od stopnia uporządkowania przestrzennego i skorelowania źródeł EA [129], a także praca F. Witosa nad deskryptorami EA [130].

Podsumowanie dotychczasowych osiągnięć zawarto w porównawczej analizie zastosowań EA publikowanej w *Archives of Acoustics* [131].

Okazało się jednak, że najskuteczniejszym sposobem integracji badań z dziedziny akustyki były w latach 1975-1990 programy badawcze koordynowane na szczeblu rządowym, które zresztą ulegały reorganizacjom (problemy kluczowe, programy centralne). Jednak dzięki miejscu, jakie wywalczyła sobie akustyka w nauce polskiej i wobec władz Polskiej Akademii Nauk, tematyka akustyczna była cały czas obecna w tych programach. Przyczyniły się do tego w znacznej mierze prace II Kongresu Nauki Polskiej, gdzie przedstawiony został referat o znaczeniu naukowym i praktycznym akustyki [132].

W latach 1975-1985 akustykę reprezentował Program Międzyresortowy MRI-24 pt. "Akustyka w technice i medycynie", który został następnie przekształcony w Centralny Program Badań Podstawowych CPBP 02-03 pt. "Zagadnienia akustyki w technice, medycynie i kulturze oraz ich wykorzystanie do projektowania urządzeń i procesów". Program był prowadzony w latach 1985-1990 aż do zlikwidowania całego systemu centralnego planowania nauki.

Przez piętnaście lat działania tych programów prof. J. Rana-chowski był ich koordynatorem w skali kraju. Ze zgodnej opinii środowiska wynika, że programy te znacznie przyczyniły się do integracji środowiska akustyków, rozwoju twórczej krytyki i obiektywnej oceny prac, wreszcie do podniesienia autorytetu akustyki w nauce. Najlepszą okazją do tego były coroczne konferencje sprawozdawcze w Jabłonie. Sprawozdania z programów wydawane co pięć

lat [133, 134] stanowiły trwałą syntezę dorobku polskich akustyków. Przy zmienionym obecnie systemie finansowania nauki zagadnienia akustyki uległy pewnemu rozproszeniu wobec zupełnej niezależności finansowania, jeśli chodzi o finansowanie grantów Komitetu Badań Naukowych. Z oceny Komitetu Akustyki PAN wynika, że zaakceptowano około pięćdziesięciu grantów związanych z akustyką. By zapobiec ujemnym skutkom takiego rozproszenia, Komitet Akustyki PAN zwołał konferencję zorganizowaną przeze mnie - symposium nt. realizacji grantów KBN z dziedziny akustyki w latach 1991-1992 (Mądralin, luty 1993), która, jak się wydaje, skutecznie przyczyniła się do zacieśnienia współpracy między realizatorami grantów (publikacja w przygotowaniu).

ODNOSNIKI

1. Malecki I., Problems of Research Work on Electroacoustic Transducers, w: Proceedings of the Conference on Electroacoustic Transducers, 5-15, Krynica, (1959).
2. Malecki I., Kacprowski J., Pomiary elektroakustyczne w przemyśle, Przegląd Telekom., 9, s. 283-292, (1953).
3. Malecki I., Nowe zastosowanie metod analogii elektromechanicznych do obliczania elementów maszyn i konstrukcji, Arch. Mech. Stos., 4, s. 23-42, (1952).
4. Malecki I., Poprawiony układ analogii elektromechanicznych i jego interpretacja fizyczna, Przegląd Elektrotechn., 1, s. 1-7, (1952).
5. Malecki I., Application of Electromechanical Analogies to the Study of Continuous Isotropic Mediums, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. Ser., 4, s. 6-9, (1953).
6. I. Malecki, Primienienie metoda elektromechaniczeskich analogji, Biul. Pol. Ak. Nauk, 4 7-10 (1953).
7. Malecki I., Rozszerzenie poprawionego systemu analogii elektromechanicznych na ośrodki ciągłe izotropowe, Arch. Elektrotechn., 3, s. 103-107, (1953).

8. Malecki I., Rozwój zastosowań analogii elektromechanicznych w technice, Nauka Polska, 1, s. 15-36, (1953).
9. Malecki I., Oporność akustyczna jako pojęcie falowe, Zesz. Nauk. P. Warsz., Elekt., 1, s. 7-20, (1953).
10. Malecki I., Zastosowanie analogii w elektroakustyce, Mat. XXVII, sem. otw. z akustyki, Warszawa-Puławy, 1, s. 1-9, (1980).
11. Malecki I., Analogie elektro-mechano-akustyczne, wydawnictwo Wydziału Elektroniki PW, Warszawa, (1981).
12. Malecki I., Uklejewski R., On the Method of Construction of Electromechanical Analogies Systems by Means of Dimensional Analysis, Bul. Pol. Acad. Sci. Technical Ser., 39, s. 359-370, (1991).
13. Wehr J., Pomiary prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych, PWN, Warszawa, (1972).
14. Wehr J., Improvement in the Ultrasonic Method Poisson's Ratio Determination, Proc. 7th Int. Conf. Nondestructive Testing, Warsaw, Paper J 14, (1973).
15. Filipczyński L., Defektoskopia ultradźwiękowa, Elektryka, 8, s. 43-57, Warszawa, (1955).
16. Filipczyński L., Etienne J., Theoretical Study and Experiments on Spherical Focusing Transducers with Gaussian Surface Velocity Distribution, Acustica, 28, s. 121-128, (1973) oraz Archiwum Akustyki, 8, s. 341-360, (1973).
17. Etienne J., Filipczyński L., Firek A., Groniowski J., Kretowicz J., Łypacewicz G., Sałkowski J., Intensity Determination of Ultrasonic Beams Used in Ultrasonography in the Case of Gravid Uterus, Ultrasound in Medicine and Biology, 2, s. 119-122, (1976).
18. Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., Ultradźwiękowe metody badania materiałów, PWT, Warszawa, (1959).
19. Pawłowski Z., Applications of New Ultrasonic Unit in Industry, Ultrasonics London, 42-45, (1971).

20. Pawłowski Z., Experience in Evaluation of Gray Cast Iron Tensile Strength with Ultrasonics, Proc. 7th Int. Conf. Nondestructive Test., Warsaw, Paper I-07, (1973).
21. Kacprowski J., Czwórnikowa teoria przetworników elektro-mechano-akustycznych, PWN, Warszawa, (1959).
22. Kacprowski J., Podstawy metrologii hałasów, Arch. Akust., 6, s. 115-136, (1971).
23. Kacprowski J., Theoretical Bases of the Synthesis of Polish Vowels w "Speech Analysis and Synthesis", red. W. Jassem, IPPT Warsaw 1, s. 219-287, (1968).
24. Czarnecki S., Vogt M., Glińska E., Optimal Conditions of Cancellation of Acoustic Waves by Using Acoustic Resonators, Proc. 8th ICA Congress, London, 47-52, (1974).
25. Czarnecki S., Engl Z., Mielnicka A., Technika korelacyjna i impulsowa dla identyfikacji fal przechodzących przez ekran, Arch. Akust., 4, s. 317-330, (1979).
26. Płowiec R., Ultradźwiękowe wyznaczanie lepkości sprężystych właściwości cieczy, Prace IPPT Nr 19, (1971).
27. Płowiec R., Ernst S., Waciński M., Compressional and Shear Viscous Processes in Solutions of Electrolites in Glycerol, Acustica, 45, 1, (1980)
- 27a. Płowiec R., Lepkość i sprężystość cieczy określana za pomocą ultradźwiękowych metod ścinania, PWN, Warszawa, (1990).
28. Ranachowski J., Etude de certaines propriétés des matières ceramiques a l'aide de méthodes ultrasonores, Colloque sur ultrasons, Paris, (1978).
29. Ranachowski J., Rejmund F., Librant Z., Akustyczne metody badania ceramiki, Rp. 28, Prace IPPT, Warszawa (1978).
30. Ranachowski J., Rejmund F., Selected Acoustic Methods in the Investigation of Materials, Scientific Instrumentation, 5, s. 167-192, (1990).
31. Kołtoński W., Malecki I., Application de la méthode ultrasonore dans les recherches géologiques, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. ser., 4, 3, s. 115-118, (1953).

32. Malecki I., Die wissenschaftlichen Grundlagen der Verwendung des Ultraschallverfahrens im Bergbau und in der Geologie, Acta Technica Academiae Scientiarum Hungaricae, XIII, Fasc. 3/4, s. 397-404, (1955).
33. Malecki I., Kołtoński W., Zastosowanie ultradźwięku do badania struktury jednorodnych złóż geologicznych, Arch. Gór. Hut., 2, s. 157-204, (1955).
34. Malecki I., Kołtoński W., Ultrasonic Method for the Exploration of the Properties and Structure of Mineral, Acustiq., 8, 307, (1958).
35. Kołtoński W., Propagacja fal ultradźwiękowych w skałach i jej praktyczne zastosowania, PWN, Warszawa, (1969).
36. Jaroszevska A., Badanie warunków wzbudzenia i propagacji fal refrakcyjnych w próbkach skał, Arch. Akust., 15, s. 385-398, (1980).
37. Malecki I., Kołtoński W., Straszewicz W., Zwalczenie hałasów w zakładach przemysłowych, PWT, Warszawa, (1954).
38. Malecki I., Kierunki rozwojowe techniki ultradźwiękowej, w: Materiały z konferencji techniki ultradźwiękowej, IPPT PAN, Warszawa, (1955).
39. Malecki I., Niszczące metody badania materiałów w przemyśle i eksploatacji, Przegląd Techniczny, 6, s. 247-251, (1956).
40. Malecki I., Polish Research Work on Properties and Applications of Ultrasound, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. Ser., 4, s. 35-44, (1956).
41. Malecki I., Polskie badania naukowe nad właściwościami i zastosowaniami ultradźwięków, Nauka Polska, 4, s. 67-76, (1956).
42. Malecki I., Rozwój nieniszczących metod badania materiałów w Polsce, Nauka Polska, 2/3, s. 253-258, (1956).
43. Malecki I., Zakres zastosowań i perspektywy rozwojowe nieniszczących metod badania materiałów, Przegląd Techniczny, 5, s. 170-175, (1958).

44. Malecki I., The State and Development of Nondestructive Material Testing in Poland, w: Proc. of 3 International Conference NDT, Tokyo, (1960).
45. Malecki I., Nieniszczące metody badania materiałów, 3 Światowy Kongres w Tokio, Nauka Polska, 3, s. 219-222, (1960).
46. Malecki I., Neue Probleme in der zerstörungsfreien Ultraschallmethode für Materialprüfung, Wiss. U. Hochsch. Schwermaschin., 5, s. 77-84, Magdeburg, (1961).
47. Malecki I., Rozwój nieniszczących metod badania materiałów na tle zadań gospodarczych, Przegląd Techniczny, 22, 4, 6, też: Nauka Polska, 4, s. 53-58, (1961).
48. Malecki I., Attenuation and Scattering in Ultrasonic Waves in a Medium with Spherical Inhomogeneities, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. Ser., 4, 3, s. 173-178, (1956).
49. Malecki I., Metoda "źródeł przestrzennych" w badaniach rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w ośrodkach uziarnionych, Arch. Elektrotechn., 5, s. 645-679, (1956).
50. Malecki I., Ranachowski J., Acoustic Methods for Investigation of the Nonhomogeneity of Ceramic Materials, Proc. 1st Spring School on Acoustic, Gdańsk-Wieżyca, (1980).
51. Malecki I., The Testing of Non-metallic Materials by Means of Ultrasonic Methods, w: Atti del congresso scientifiche elettronica, 3, s. 495-507, Roma, (1956).
52. Malecki I., Determination of Field Distribution in a Granular Medium, w: Proc. of 2th Conf. Ultrasonics, 49-55, Warsaw, (1957).
53. Malecki I., Kozłowski Z., K issledovanniju razprostranienja ultrazwukowych wołn w nieodnorodnych sriedach, Primienienije ultraakustiki k issledovaniju veschestwa, 21, s. 112-119, Moskwa, (1965).
54. Malecki I., Ultrasonic Evaluation of Mechanical Inhomogeneties of Materials, w: Proceedings of 5th Int. Conf. Nondestr. Test., s. 419-422, Montreal, (1967).

55. Malecki I., Pajewski W., Radiation Impedance of Systems with Arbitrary Shape, w: ICA Congress, Raport 10, 42, Copenhagen, (1962).
56. Ranachowski J., Badanie rozchodzenia się fal ultradźwiękowych w ośrodkach niejednorodnych, Prace Inst. Elektrotech. (Praca doktorska) Warszawa (1963).
57. Ranachowski J., Propagation of Ultrasonic Waves in Porous Ceramics, Ultrasonics, 13, s. 203-210, (1975).
58. Krehr W., Ranachowski J., Rejmund F., Influence of Inclusion Shape on Ultrasonic Waves Propagation, Ultrasonics (1977).
59. Ranachowski J., Wehr J., O możliwości strukturalnych badań materiałów elektroizolacyjnych metodami ultradźwiękowymi, Przegl. Elektrot., 1, (1958).
60. Ranachowski J., Rejmund F., Librant Z., Wytrzymałość mechaniczna tworzyw ceramicznych i nowoczesne metody jej badania, Elektr. i akust. metody badania mater., red. J. Ranachowski, IPPT Warszawa, s. 115, (1982).
61. Ranachowski J., Wehr J., Zastosowanie defektoskopii ultradźwiękowej do prób ceramicznych izolatorów wysokonapięciowych, Przegl. Elektrot., 10-11, (1955).
62. Bosek M., Ranachowski J., Badanie izolatorów długopniowych metodą ultradźwiękową, Nieniszczące metody badania materiałów, Zesz. Probl. Nauki Polskiej, Ossolineum, 24, 326, (1965).
63. Radziszewski L., Ranachowski J., Porowatość i moduły sprężystości spieków miedzi wyznaczone metodą rezonansową, Prace IPPT, 38, (1985).
64. Radziszewski L., Badania własności sprężystych i porowatości spiekanych proszków miedzi metodami akustycznymi, Praca doktorska, Wydział Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Warszawskiej, (1987).
65. Radziszewski L., Ranachowski J., Influence of the Technology of Processing and Microstructure on Elastic Properties of Sintered Copper Determined by Means of Resonance Method, Brittle Matrix Composites, ed. A. Brandt, Elsevier, London, (1989).

66. Ranachowski J., Rejmund F., Pomiary prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych do oceny niejednorodności strukturalnych materiałów ceramicznych, w: Problemy i metody współczesnej akustyki, s. 81-103, PWN, Warszawa, (1989).
67. Ranachowski J., Remund F., Selected Acoustical Methods in the Investigation of Materials and Polish Apparata, Scient. Instrumentation, 5, 167, (1990).
68. Ranachowski J., Rejmund F., Utilization of Acoustical Signals Informational Contents in Technology and Medicine, Scient. Instrument., 4, 17, (1989).
69. Malecki I., Teoria fal i układów akustycznych, PWN, Warszawa, (1964).
- 69a. Malecki I., Physical Foundations of Technical Acoustics, Pergamon Press, Oxford, (1969).
70. Malecki I., Pola skojarzone elektromagnetyczne i sprężyste i ich zastosowania w akustyce, Arch. Akust, 1, s. 51-76, (1966).
- 70a. Malecki I., Les champs conjugués electromagnetiques et elastiques et leurs applications aux problems d'acoustique, w: 5 Congres international d'acoustique (ICA), 2, s. 173-197, Liege, (1965).
71. Malecki I., General Problems of Nonlinear Vibrations, Zagadnienia Drgań Nieliniowych, 5, s. 12-13, (1963).
72. Małecki I., Teoria rozchodzenia się fal akustycznych o skończonej amplitudzie, w: Akustyka molekularna i nieliniowa, s. 233-306, Wrocław, (1965).
73. Malecki I., Internation of Finite Amplitude Waves in Solids, w: Proc. Conf. on Acoustics of Solid Media, s. 155-161, Warszawa, (1966).
74. Malecki I., Teoria ciśnienia promieniowania fal ultradźwiękowych, w: Materiały z konferencji techniki ultradźwiękowej, IPPT PAN, Warszawa, (1955).
75. Materiały. Konferencja Techniki Ultradźwiękowej, Krynica 1953, IPPT PAN, PWN, Warszawa, (1954).

76. Proc. of the II Conference on Ultrasonics, Międzyzdroje 1956, PWN, Warszawa, (1957).
77. Proc. of Conference on Elektroacoustic Transducers, Krynica, PWN, Warszawa, (1959).
78. Malecki I., Podstawy teoretyczne akustyki kwantowej, PWN, Warszawa, (1972).
79. Malecki I., Akustyka współczesna i jej prezentacja kwantowa, Ossolineum, Wrocław, (1975).
80. Malecki I., Dobrzański M.M., Phonon Scattering Changed by Reversion of Obstacle Spins, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. Ser., 6, s. 583-588, (1969).
81. Malecki I., Use of the Notions of Quantum in the Wave-Acoustics, w: 4th Conference on Acoustic, Rep. 20 D1, Budapeszt, (1967).
82. Malecki I., Dobrzański M.M., Quasi-Phonon Model of Acoustic Scattering on a Real Obstacle, Bull. Pol. Acad. Sci., Techn. Ser., 10, s. 849-855, (1968).
83. Malecki I., System analogii między mechanicznymi układami kwantowymi a zamkniętymi układami akustycznymi, w: Wybrane zagadnienia elektroniki i telekomunikacji, s. 609-623, Warszawa (1968).
84. Malecki I., Dobrzański M.M., Reprezentacja zaburzonego pola akustycznego w ośrodku płynnym za pomocą modelu quasi-fonowego, Arch. Akust., 1, s. 74-83, (1969).
85. Malecki I., Znaczenie przedstawienia kwantowego we współczesnej akustyce, Arch. Akust., 3, s. 302-312, (1974).
86. Malecki I., An Electro-Mechanical Representation of the Phonon Distribution, Proc. Vibr. Probl., 1, s. 3-10. (1966).
87. Malecki I., Zakres i metody akustyki kwantowej, Postęp Fizyki, s. 535-551, (1976).
88. Malecki I., Phonon Interaction with Excitons, 9 ICA Congress, 2, Madrid, (1977).

89. Dobrzański M.M., Quantization Conditions for the Acoustic Field, Bull. Pol. Acad. Sci., Technical Ser., 22, s. 9-15, (1974).
90. Malecki I., Aleksiejuk A., Badanie oddziaływań fonon-fonon w materiałach ferroelektrycznych, w: Elektryczne i akustyczne metody badań materiałów, s. 581-589, Warszawa-Jabłonna, (1984).
91. Malecki I., Introduction de la presentation quantique dans l'audioacoustique, w: Colloque sur les ultra-sons, s. 15-35, Paris, (1978).
92. Malecki I., How the Structure of a Medium Is "Seen" by an Acoustic Wave, Arch. Acoust., 4, s. 131-140, (1979).
93. Malecki I., La physique dans la technique contemporains, w: Melanges "Theodor Vogel", s. 291-306, Bruxelles, (1978).
94. Dobrzański M.M., Jessel M.J., Un model quasi-classique de diffusion des ondes hypersonores, Acustica, 33, s. 243-250, (1975).
95. Dobrzański M.M., Akustyka kwantowa i biofizyka, w książce: Problemy i metody współczesnej akustyki, Warszawa, 1, s. 55-65, (1989).
96. Aleksiejuk M., Prezentacja kwantowa fal akustycznych, w książce: Problemy i metody współczesnej akustyki, Warszawa, 1, s. 27-54, (1989).
97. Malecki I., Larecki W., Effect of Transducer Initial Condition on Interpretation of Finite-Amplitude Ultrasonic Waves, Fortschritte der Akustik-FASE/Daga 82, s. 811-819, (1982).
98. Piekarski S., Zastosowanie metody stanów kowergentnych w akustyce, Arch. Akust., 8, s. 155-162, (1983).
99. Colloque sur les ultra-sons, Ecole Pratique des Hautes Etudes - IIIe Section (EPHE) et le Centre Scientifique de l'Academie Polonaise des Sciences, Paris, (1978).
100. Colloque sur les Ultra-sons. IPPT PAN, Ecole Pratique des Hautes Etudes (EPHE), Warszawa, (1989).
101. Colloque sur les Ultra-sons et Acoustique Physique, Ecole Pratique des Hautes Etudes - IIIe Section (EPHE) et le Centre

- Scientifique de l'Academie Polonaise des Sciences, Paris, (1982) oraz (1987).
102. Proc. of the Second Congress of the Federation of Acoustical Societies of Europe, IPPT PAN, Warszawa, vol. I, II, III, (1978).
 103. Malecki I., Ranachowski J., Moderne Anwendunge Tendenzen der physikalischen Akustik, Jahreshaupttagung der Physialischen Gesellschaft, Berlin, s. 1-23, (1980).
 104. Malecki I., Ranachowski J., Physical Acoustics in Poland, Research Trends and Its Applications, Proc. Int. Conf. on Ultrasonics, New Delhi, (1980).
 105. Malecki I., Zastosowanie fizyki ultradźwięków w technologii materiałowej, Arch. Akust., 1, s. 3-20, ang. wersja Arch. Acoust., 2, 3-20, (1977).
 106. Malecki I., Ranachowski J., Physical Foundations of Ultrasonics Research in Poland, Chinese Journ. of Acoust., 3, s. 261-279, (1984).
 107. Malecki I., Some Industrial Applications of Ultrasonics, Impact, 35, s. 167-175, (1985).
 108. Malecki I., Ranachowski J., New Application of Acoustic Emission, Fortschritte der Akustik, DAGA 90, Wien, s. 643-646, (1990).
 109. Malecki I., Ranachowski J., New Measurement Methods of Acoustic Emission, Proc. of 9th FASE Symposium, Balatonfüred, s. 399-403, (1991).
 110. Bochenek W., Malecki I., Ranachowski Z., Computers in Acoustic Emission Processing, Proc. 6th FASE Congress, Zürich, s. 33-36, (1992).
 111. Malecki I., Ranachowski J., The New Applications of Acoustic Emission, Proc. 14th ICA Congress, Beijing, Paper L1-1, (1992).
 112. Ranachowski Z., Application of Acoustic Emission Method to Determine the Limit of Proportionality and the Static Strength of Concrete, w książce: Brittle Natrix Composite, red. Brant A.M., Elsevier, s. 234-239, (1991).

113. Ranachowski J., Rejmund F., Librant Z., Emisja akustyczna w zastosowaniu do wyznaczania parametrów materiałów kruchych, w książce: *Problemy i metody współczesnej akustyki*, red. J. Ranachowski, PWN, Warszawa, s. 105-118, (1989).
114. Ranachowski J., Rejmund F., Librant Z., Badanie ośrodków kruchych metodą emisji akustycznej na przykładzie ceramiki i betonu, *Prace IPPT Nr. 28*, Warszawa, (1992).
115. Malecki I., Ranachowski J., Rejmund F., Rzeszotarska J., Generation of Acoustic Emission Signals by Termomechanical Processes, *Acustica*, 74 (1993) (w druku).
116. Ranachowski J., Motylewski J., Rzeszotarska J., Opydon S., Photoacoustic Cells for Liquids and Solids Investigation, *Acousto-optics and Application*, red. A. Sliwiński, SPIE, New York, 271, (1993).
117. Motylewski J., Ranachowski J., Rzeszotarska J., Spektroskopia foto i elektroakustyczna do badania właściwości materiałów, *Akust. Molek. i Kwant.*, 2, 119, (1981).
118. Ranachowski J., Rzeszotarska J., Wykorzystanie akustycznych fal powierzchniowych w analizie chemicznej gazów, *Akust. Molek. i Kwant.*, 12, 321, (1991).
119. Motylewski J., Rzeszotarska J., Ranachowski J., Badania fizykochemicznych własności materiałów metodami spektroskopii fotoakustycznej i akustoelektrycznej, *Prace IPPT*, 37, (1983).
120. Ranachowski J., Adamczyk E., Rzeszotarska J., Motylewski J., Spektroskopia fotoakustyczna w badaniach fizykochemicznych właściwości materiałów, *Problemy i Metody Współczesnej Akustyki*, red. J. Ranachowski, PWN, Warszawa, 1, 199, (1989).
121. Malecki I., Ranachowski J., Rzeszotarska J., Photoacoustic and Photothermal Spectroscopy, *Acoustooptics and Application*, 4th Spring OA School, red. A. Sliwiński, World Scientific, Singapore, s. 175, (1989).
122. Ranachowski J., Rzeszotarska J., Librant Z., Sensory w ochronie środowiska, *Ak. Molek. i Kwant.*, Warszawa, 11, 177, (1990).

123. Ranachowski J., Adamczyk E., Rzeszutarska J., Czułość sensorów ultradźwiękowych i ich zastosowanie w analizie gazów, Ak. Molek. i Kwant., Warszawa, 13, (1992).
124. Aleksiejuk M., Raabe J., Ranachowski J., Technology and Acoustical Properties of the Ceramic High-Temperature Superconductors, Arch. Acoust., 16, s. 387-412, (1991).
125. Aleksiejuk M., Dobrzański M.M., Larecki W., Zastosowanie elementów nadprzewodnikowych do generacji i detekcji hyperdźwięków, Arch. Acoust., 5, s. 251-260, (1980).
126. Woźny L., Mazurek B., Ranachowski J., Acoustic Emission out of Superconducting Materials, Bull. Pol. Acad. Sc. Ser. Techn., 39, 321, (1991).
127. Mikiel W., Ranachowski J., Rejmund F., Rzeszutarska J., Information Contents of Acoustic Emission Exemplified by the Selected Physico-Chemical Processes, Arch. Acoust., 15, s. 185-192, (1990).
128. Meissner M., Ranachowski Z., Modelling of Acoustic Emission Sources, Acustica, (w druku).
129. Malecki I., Spectrum Analysis of Acoustic Emission Signals, Bull. Pol. Ac. Sci., Techn. Ser. 41, (1993).
130. Malecki I., Witos F., Opilski A., The Acoustic Emission Signals in Rocks, Acustica, (w druku).
131. Malecki I., Ranachowski J., Methods and Applications of Acoustic Emission - Comparative Analysis, Arch. Acoust., 18, (1993) (w druku).
132. Filipczyński L., Kacprowski J., Ryffert H., Stan i perspektywy rozwojowe akustyki, Materiały II Kongresu Nauki Polskiej, Ossolineum, PWN, 2, 672, (1974).
133. Przegląd wyników badań w Problemie MRI-24 w latach 1981-1985, koordynator J. Ranachowski, IPPT Warszawa, (1985).
134. CPBP Nr. 02.03, Zagadnienia akustyki w technice, medycynie i kulturze oraz ich wykorzystanie do projektowania urządzeń i procesów, Kierownik Programu J. Ranachowski, IPPT Warszawa, (1990).