



Redakcja techniczna: Zofia Krawczyk, Ewa Dworzańska

Skład i łamanie tekstów: Rafał Gudziński, Ewa Jaczyńska, Andrzej Trojanowski

Projekt okładki i opracowanie graficzne: Ewa Jaczyńska

Projekt medalu z okazji 50 rocznicy IPPT PAN: Urszula Walerzak

ISBN: 83-917926-0-9

Copyright © Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2002

Druk i oprawa: Drukarnia Braci Grodzickich, Piaseczno, ul. Geodetów 47A



Oddajemy do rąk Czytelnika tom przedstawiający panoramę tej przygody naukowej i intelektualnej jaką jest nasz Instytut, w związku z półwieczem jego istnienia.

Jubileusz ten zbiega się w sposób symboliczny z jubileuszami Osób o nieprzemijających zasługach dla Instytutu i dla całej nauki polskiej. Obchodzimy w tym roku setną rocznicę urodzin profesorów Wacława Olszaka i Zbigniewa Wasiutyńskiego. Należy także przypomnieć, że w roku ubiegłym minęła 90 - ta rocznica urodzin jednego z Założycieli Instytutu - prof. Witolda Nowackiego.

Obchodzimy także 90 - tą rocznicę urodzin wciąż aktywnego naukowo profesora Ignacego Maleckiego, pierwszego dyrektora IPPT i Autora dwóch zamieszczonych w niniejszym tomie esejów. Korzystamy z tego miejsca, aby przekazać Jubilatowi nasze serdeczne gratulacje.

Komitet Doradczy Obchodów

Andrzej M. Brandt
Leszek Filipczyński
Władysław Fiszdón
Witold Gutkowski
Stanisław Kajfasz
Aleksandra Królikowska
Ignacy Malecki
Jerzy Mossakowski
Marek Sokołowski
Wojciech Szczepiński

Autorzy artykułów sygnowanych

R. Bogacz, A. Borkowski, A. M. Brandt, J. Deputat, W. Dzieniszewski, L. Filipczyński,
R. Gubrynowicz, W. Gutkowski, J. Holnicki-Szulc, J. Ignaczak, M. Janas, M. Kleiber,
T. Kowalewski, J. Kubik, J. Motylewski, Z. Mróz, W. K. Nowacki, Z. Peradzyński, H. Petryk,
Z. Ranachowski, J. Rychlewski, Cz. Rymarz, K. Sobczyk, W. Szczepiński,
W. Szemplińska-Stupnicka, A. Turski, A. Ziabicki, H. Zorski.

Materiały przygotowali i/lub opracowali fragmenty tekstów

M. Basista, A. Dunajska, S. P. Gadaj, J. Kaczmarek, E. Kossecka, Z. Krawczyk,
B. Lewandowska, J. Lewandowski, Z. Pawęta, E. Pieczyńska, I. Pierkowska, W. Marks,
J. Miastkowski, Z. Mucha, A. Siemaszko, W. Sosnowski, J. Supel, J. J. Telega, Z. Wesołowski,
D. Wincewicz, R. Wojnar, B. Wol-Gajewska.

Wszystkim wymienionym osobom serdeczne podziękowanie za włożony wysiłek, radę,
wsparcie i krytykę składa

Komitet Redakcyjny

Jerzy Etienne,
Marek Janas (przewodniczący),
Joanna Sokół-Supel.

Niesygnowane fragmenty niniejszego tomu odzwierciedlają stan wiedzy Komitetu
Redakcyjnego. Redaktorem odpowiedzialnym jest przewodniczący Komitetu.

SPIS TREŚCI

Słowo wstępne	3
Spis treści	5
Nauki techniczne w Polsce a dziś i jutro IPPT PAN	7
Część I. HISTORIA	
Tak powstawaliśmy	13
Historia i ewolucja struktur Instytutu	19
Profesorowie	25
IPPT 2002	29
Część II. TRWAŁY WKŁAD DO NAUKI	
Teoria sprężystości – podstawy i zastosowania	37
Ośrodki sprężyste z defektami i strukturą	45
Podstawy teorii plastyczności	49
Lepkoplastyczność i plastyczność dynamiczna	55
Mechanika doświadczalna ciała stałego	63
Mechanika płynów	71
Geomechanika i materiały porowate	79
Kompozyty o matrycach kruchych	87
Struktura polimerów	93
Dynamika układów mechanicznych	99
Optymalizacja konstrukcji	107
Teoria konstrukcji niesprężystych	115
Konstrukcje inteligentne	121
Mechanika stochastyczna materiałów i konstrukcji	125
Informatyka stosowana	129
Akustyka fizyczna	135
Akustyczna ochrona środowiska	141
Ultradźwięki w medycynie	145
Analiza i synteza mowy	151
Nieniszczące Badania Materiałów	155
Fale elektromagnetyczne i elektromechaniczne	161
Poła połączone	169
Budownictwo energooszczędne i problemy wykorzystania energii	175
Część III. PROMIENIOWANIE NA ZEWNĄTRZ	
Instytucje wyrosłe z IPPT	183
Współpraca z uczelniami	185
Kształcenie	191

Wydawnictwa i służba biblioteczna	195
Konferencje naukowe	201
Wielopartnerskie projekty badawcze	205
Działalność wdrożeniowa	209
Wyróżnienia – nagrody – oceny	213
W procesie integracji europejskiej	217
IPPT dla społeczeństwa obywatelskiego	221
Założyciele – noty biograficzne 1952	227
Lista profesorów IPPT	233
Kalendarium 1952 – 2002	243
Wykaz publikacji książkowych	261
Indeks	281

NAUKI TECHNICZNE W POLSCE, A DZIŚ I JUTRO IPPT PAN

Michał Kleiber

Badania naukowe są dzisiaj kluczowym elementem szybkiego, stabilnego i zamierzonego na wiele lat rozwoju kraju. Od zdolności państwa do wypracowania mądrej, osadzonej w realiach ekonomicznych i społecznych, dalekosiężnej polityki naukowej oraz jej konsekwentnej i skutecznej realizacji zależy gospodarcza i polityczna pozycja kraju w przyszłości. Ze względów politycznych Polska ma obecnie wyjątkowe szanse na rozwój cywilizacyjny i gospodarczy w jednoczącej się Europie. Wykorzystanie tych możliwości zależeć będzie jednak przede wszystkim od nas samych. Dlatego sprawy nauki, będącej podstawą intelektualnej autonomii państwa, są tak ważne.

W całej problematyce badawczej nauki techniczne pełnią funkcję wyjątkową. Wynika to m.in. z faktu, iż badania w tym zakresie były przez nikogo dziś niekwestionowanym, głównym stymulatorem rozwoju społecznego w ostatnim stuleciu – a nic nie zapowiada aby w nadchodzących latach było inaczej. Wręcz przeciwnie, dynamiczny rozwój takich dyscyplin naukowych jak choćby informatyka, inżynieria materiałowa czy inżynieria biomedyczna leży u podstaw wielu naszych nadziei na szybszy, zrównoważony rozwój gospodarczy i lepszą jakość życia w przyjaznym środowisku.

IPPT PAN jest od półwiecza czołową polską placówką badawczą w obszarze nauk technicznych. Jego pracownicy osiągnęli w tym okresie znaczące wyniki badawcze, które przyniosły Instytutowi status wiodącego ośrodka naukowego w kraju w wielu ważnych obszarach badań. W niektórych z nich uzyskane rezultaty weszły na stałe do kanonu osiągnięć nauki światowej. Działalność Instytutu podsumowujemy w niniejszym tomie – z pewnością uprawnione jest stwierdzenie, że Instytut udowodnił głęboki sens jego utworzenia 50 lat temu przez kilku wybitnych uczonych, rozumiejących dalekosiężne potrzeby państwa.

Ze względu na odmienione w ostatnich latach warunki społeczno-polityczne w Polsce, a także na dynamiczny rozwój nauki i techniki na świecie, nie jest wszakże bezzasadnym pytanie o dalsze perspektywy i uzasadnienie istnienia Instytutu w przyszłości. Zmieniają się bowiem priorytety i metody pracy badawczej, inne niż kiedyś są potrzeby gospodarki, inny okaże się być może narzucony w wyniku konkurencji podział pracy w ramach wspólnego organizmu gospodarczego Unii Europejskiej. Wobec tych wątpliwości – powiedzmy dobitnie – nie widać dla Polski scenariusza rozwoju innego, niż usilne próby tworzenia gospodarki szeroko bazującej na wiedzy obywateli i przedsiębiorstw. Zasoby intelektualne przekładają się dzisiaj na potęgę państw. To wiedza i kwalifikacje stały się obecnie jedynym źródłem długookresowej przewagi konkurencyjnej. Dzięki nowym formom wykorzystywania ludzkich kompetencji i wiedzy, powstają nowe gałęzie gospodarki i nowe rodzaje usług. Aby to osiągnąć nowoczesne państwo musi:

- tworzyć odpowiednie warunki i zachęty ekonomiczne do zwiększenia przedsiębiorczości,
- wspierać badania naukowe i prace rozwojowe owocujące innowacjami,
- odważnie inwestować w kapitał ludzki,

- zapewnić odpowiedni poziom infrastruktury komunikacyjnej, szczególnie ukierunkowanej na rozwój teleinformatyki, oraz wspierać wykorzystywanie technologii informatycznych przez obywateli, gospodarkę i administrację publiczną,
- kształtować warunki do korzystnej współpracy międzynarodowej, szczególnie w ramach Unii Europejskiej.

W pierwszej sprawie instytut o profilu IPPT ma niewiele do zaoferowania, natomiast w czterech pozostałych – bardzo dużo. Prowadzenie nowoczesnych badań naukowych było, jest i musi pozostać sednem funkcjonowania Instytutu. Formuła tych badań zmienia się jednak w czasie i niewątpliwie konieczne będzie dalsze doskonalenie sposobów prowadzenia prac i dobór priorytetowych tematów. Mamy tu powody do optymizmu; priorytetowa problematyka badawcza artykułowana zarówno w Polsce jak i w Unii Europejskiej bardzo dobrze koreluje z aktualnym profilem badawczym Instytutu. Do niekwestionowanych priorytetów należą bowiem w szczególności: problematyka nowych materiałów, badania w zakresie szeroko rozumianej informatyki oraz cały obszar transdyscyplinarnych badań dotyczących zdrowia człowieka, – w tym inżynieria biomedyczna. A te obszary badawcze zaliczyć można bez wahania do instytutowych „specjalności”. Koncentracja badań w tych dyscyplinach była stopniową, ale w pełni świadomą decyzją zespołów badawczych Instytutu. Nie ulega wątpliwości, że zgromadzenie niezbędnej „masy krytycznej” w postaci kompetencji dużych zespołów i nowoczesnej aparatury badawczej w wybranych, ważnych dziedzinach jest dzisiaj warunkiem niezbędnym do przyszłego sukcesu badawczego i, w jeszcze większym stopniu, sukcesu technicznego. Szerzej o perspektywach badawczych Instytutu piszemy w drugim tomie wydanym z okazji tego Jubileuszu.

Inwestycje w kapitał ludzki to cały system edukacji, w tym – co szczególnie ważne dzisiaj – kształcenie na poziomie doktoranckim, różnorodne formy kształcenia podyplomowego i rozwój nowych technik edukacyjnych, umożliwiających zdalne przekazywanie wiedzy. Tradycyjne zaangażowanie Instytutu w tych obszarach musi w przyszłości ulec dalszemu rozwojowi, a nasze obecne działania w tym zakresie, np. konsekwentna rozbudowa Studium Doktoranckiego i ambitne zadania szkoleniowe realizowane przez Centra Doskonałości, jednoznacznie sygnalizują docenianie tej formy aktywności przez Instytut.

Problematyka Społeczeństwa Informacyjnego jest od lat przedmiotem zainteresowania Instytutu. W istocie znaczna część prowadzonych prac badawczych opiera się na nowoczesnych technikach informatycznych. Fakt, że Instytut jest administratorem internetowej domeny ‘gov’ obsługującej całą centralną administrację jest jednym z wielu dowodów na organizacyjne zaangażowanie Instytutu w problematykę SI.

IPPT zawsze był silnie zaangażowany w różnorodne formy współpracy międzynarodowej. W istocie ta forma działalności Instytutu, wynikająca zarówno z wysokiej kompetencji badawczej pracowników jak i z doceniania znaczenia szerokiej konfrontacji poglądów, może być z pewnością wzorcem dla wielu innych placówek naukowych. Zostało to docenione już kilka lat temu, przez przyznanie Instytutowi statusu tzw. Krajowego Punktu Kontaktowego ds. programów badań Unii Europejskiej.

Powyższa pozytywna wizja przyszłości Instytutu nie może przesłaniać istniejących zagrożeń. Zaliczyć do nich trzeba przede wszystkim spadające od lat budżetowe nakłady na naukę, starzenie się kadry i kłopoty z pozyskiwaniem młodych absolwentów, gotowych do ciężkiej pracy nad doktoratem za relatywnie niskie stypendium, niezadowolające powiązania z uczelniami i przemy-

słowymi jednostkami badawczymi oraz utrzymujący się niski poziom zainteresowania przemysłu wdrożeniami osiągnięć badawczych. W tej sytuacji wiele zależeć będzie od tego, jak Instytut radzić sobie będzie w nowej rzeczywistości po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej. Dotychczasowe doświadczenia pozwalają być w tym względzie umiarkowanym optymistą. Umiejętności zdobywania środków spoza budżetu, śmiałe decyzje dotyczące najbardziej obiecującej tematyki badawczej oraz zdolność do wykorzystania potencjału intelektualnego pracowników we współpracy z badawczymi i przemysłowymi ośrodkami krajowymi i zagranicznymi zadecydują o przyszłej pozycji Instytutu. Jest to sprawa ważna nie tylko dla samych jego pracowników. Dla dobra kraju pozycja ta powinna być jak najwyższa.

CZEŚĆ I

HISTORIA



TAK POWSTAWALIŚMY...

Ignacy Malecki

Pięćdziesiąt lat, które upłynęły od powstania Instytutu, to cała epoka nie tylko w rozwoju nauki i narzędzi badawczych, ale także w warunkach ekonomicznych i społecznych działalności naukowej.

Głębokie, zasadnicze zmiany zaszły także w samej społeczności naukowców: w stosunkach międzyludzkich, kryteriach oceny wartości wyników badań, powstawaniu autorytetów naukowych, a nierzadko i postawach etycznych. Były to zjawiska ogólnoświatowe, na które w Polsce w decydujący sposób nałożyły się w latach powojennych nie tylko ujarzmienie polityczne i ustrojowe, ale także żądania odbudowy zniszczonego kraju i kształtowania nowej młodej kadry pracowników naukowych. Same suche liczby zatrudnionych, czy wyliczanie istniejących zakładów są mało mówiące, choć niezbędne dla historycznego zobrazowania rozwoju Instytutu. Często też dane ilościowe są zupełnie nieporównywalne ze stanem obecnym, jak np. roczna liczba publikacji pracowników Instytutu limitowana przez ówczesne, dziś już archaiczne, techniki wydawnicze i znikome możliwości czerpania i selekcjonowania danych ze światowego zasobu informacji naukowej.

Dlatego ograniczę się do ogólnego opisu:

1. Wewnętrznego procesu tworzenia się Instytutu, jako jednego z największych Instytutów Polskiej Akademii Nauk o unikalnym zakresie tematycznym.
2. Miejsce jakie zajmował Instytut i reprezentowana przez jego kierownictwo koncepcja pracy naukowej w realizowanych wówczas zasadach organizacji i planowania w PRL-u struktury placówek badawczych wszystkich typów.

Jeszcze w czasie I-go Kongresu Nauki Polskiej (lipiec 1951) zarysowała się idea powołania w obszarze nauk technicznych instytutu PAN, na bazie istniejących od roku 1950 placówek. Instytut krystalizował się więc stopniowo w toku zacieśniania się współpracy, a następnie formalnego scalania się jednostek naukowych posiadających zwykle status zakładów, ale znacznie różniących się między sobą liczbą pracowników oraz zakresem, a co ważniejsze, również stabilnością i konsekwentną realizacją zamierzonych badań.

Najważniejszymi i decydującymi o kształcie Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN w okresie „prenatalnym” jego organizacji były cztery zakłady:

1. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (kier. prof. Wacław Olszak),
2. Zakład Elektroniki (kier. prof. Janusz Groszkowski),
3. Zakład Badania Drgań (kier. prof. Ignacy Malecki),
4. Zakład Metali (kier. prof. Aleksander Krupkowski).

Współpraca i łączenie się trzech pierwszych zakładów w latach 1951 – 1952 przebiegało niejako w sposób naturalny w oparciu o częściową wspólność i uzupełnianie się tematyki, zwłaszcza w zakresie badań podstawowych. Kierownictwo Akademii liczyło się z zacieśnianiem tej współpracy jako podstawy powołania przyszłego Instytutu. W tym celu, już w czerwcu 1952, Sekretariat Naukowy Akademii powołał wspólną Radę Naukową dla tych Zakładów.

Przez sam fakt lokalizacji w Krakowie, Zakład Metali zajmował w tym zespole nieco wyodrębnioną, ale bardzo ważną dla kompleksowego rozwoju Instytutu pozycję, zapewniając innym zakładom Instytutu współpracę z najbardziej wówczas dynamicznie rozwijającą się gałęzią przemysłu, jaką wtedy była metalurgia i związane z nią działy przemysłu maszynowego.

Formalnie równorzędną pozycję zajmował Zakład Elektrotechniki Teoretycznej (kier. prof. Paweł Szulkin), jednak w praktyce, ze względu na znacznie mniejszą liczebność w porównaniu z wyżej wymienionymi zakładami i daleko idącą odrębność tematyki, odegrał on mniejszą rolę w ogólnym rozwoju struktur i przyszłych kierunków badawczych Instytutu. Z obowiązku rzetelności historycznej, należy zanotować, że w pierwszy skład organizacyjny IPPT wchodziła także „Pracownia Astronautyczna” (kier. prof. Kazimierz Zarankiewicz). Była to jednak mała placówka, dość sztucznie włączona w strukturę Instytutu, o krótkotrwałym okresie działania.

Natomiast zupełnie zasadniczą rolę w powstaniu i rozwoju Instytutu odegrał Sekretarz Wydziału Nauk Technicznych PAN – prof. Witold Nowacki. Wprawdzie nie był On etatowym pracownikiem Instytutu, ale stworzył bardzo silny naukowo i ilościowo zespół mechaników zajmujących się głównie teorią sprężystości. Zespół ten wchodził w skład Zakładu Mechaniki Ośrodków Ciągłych i stanowił jego kluczową część.

Z osobą prof. Witolda Nowackiego wiąże się jednak inny w ostatecznym rozrachunku, nie mniej a może najbardziej decydujący w dziejach Instytutu wkład Profesora jako jego Współtwórcy. Wielki osobisty autorytet naukowy prof. W. Nowackiego i wysokie stanowisko w hierarchii ówczesnej pierwszej kadencji władz PAN, były czynnikami decydującymi o stosunkowo szybkim powołaniu Instytutu przez Sekretariat Naukowy PAN (2 grudnia 1952 r.), a następnie sformalizowaniu i wprowadzeniu w życie tej uchwały przez decyzję Rządu PRL (20.10.1953 r.).

Z perspektywy czasu trzeba jednak tym bardziej przypomnieć, że czynnikiem decydującym o efektywnej pracy dyrekcji IPPT była przyjaźń łącząca jej członków: prof. Nowacki, prof. Szulkin i ja byliśmy dokładnie w tym samym wieku, trochę starszy prof. Olszak też należał do naszego pokolenia. Natomiast ogromną wdzięczność pragnę wyrazić przedwojennym profesorom Groszkowskiemu i Krupkowskiemu, którzy traktowali nas jako swoich przyjaciół i kolegów, byliśmy z nimi po imieniu.

W opisie pierwotnej struktury Instytutu nie można też pominąć początkowej roli Rady Naukowej Instytutu. Przewodniczącym Rady był prof. Witold Wierzbicki – pełen godności profesor starej daty, który traktował nas z należyтым dystansem, a bezpośrednio nie włączał się nigdy w działalność Instytutu, choć był specjalistą z dziedziny wchodzącej w zakres IPPT. Paradoksalnie, ale właśnie ta Jego postawa była w tym czasie najbardziej przydatna Instytutowi dla ukierunkowania przyszłych badań. Rada Naukowa prawie nie zajmowała się palącymi sprawami chwili bieżącej, które pozostawały kłopotem dyrekcji. Natomiast prowadzone na jej forum dyskusje merytoryczne stanowiły cenny impuls do podejmowania nowych tematów badawczych.

Wracając do organizacyjnego okresu tworzenia się Instytutu i otoczenia ustrojowego, społecznego i naukowego, trzeba stwierdzić, że nastąpił tu splot względnie sprzyjających warunków. Energiczne działania Sekretariatu Wydziału IV PAN były przez to w pewnym stopniu ułatwione.

Kierownictwu nowo powstałej Akademii bardzo zależało na tym, by wykazać się nie tylko przed władzami, ale także, a może przede wszystkim przed opinią polskiego środowiska naukowego – własnymi, spektakularnymi osiągnięciami. Fakt, że bezpośrednio po powołaniu Akademia przejęła wymienione wyżej Zakłady, o stosunkowo dużym potencjale badawczym i tendencji do dobrowolnej integracji, był jedyną okazją do utworzenia tak dużego, jak na ówczesne stosunki instytutu. Unikalna pozycja Instytutu wynikała też z okoliczności prawnych jego utworzenia. Instytut był jednym z nielicznych, „prawdziwym dzieckiem” PAN o niezaprzeczalnym rodowodzie.

Większość Zakładów wchodzących w skład instytutu powstało ok. 1950 roku, przeważnie jako pół autonomiczne placówki wyższych uczelni lub, jak Zakład Badania Drgań, który był częścią Głównego Instytutu Fizyki Technicznej (o wdzięcznym skrócie GIFT), finansowane bezpośrednio z budżetu Ministerstwa Szkół Wyższych.

Tytuł prawny i własnościowy przejęcia tych placówek i ich bazy doświadczalnej, a częściowo lokalowej, nie budził żadnych wątpliwości ani sprzeciwów ze strony polskiej społeczności naukowej. Tymczasem część instytutów PAN była powoływana i wyposażana w bazę materialną w sposób niejednoznacznie poprawny pod względem prawnym i budzący ostre sprzeciw w kołach naukowych. Działania te przebiegały zwykle wedle dwóch typowych procedur:

- Przejmowanie przez PAN istniejących jeszcze w okresie międzywojennym placówek będących własnością Polskiej Akademii Umiejętności (PAU) lub Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (TWN), przykładem był założony w 1919 roku Instytut Biologii Doświadczalnej im. Nenckiego,
- Tworzenie w arbitralny sposób, czasem na skutek inicjatyw zewnętrznych, nowych instytutów Akademii, przeważnie humanistycznych, którym nieraz starano się nadać zabarwienie ideologiczne. Tworzono dla nich nową bazę materialną przez samą (mającą jednak ograniczone środki) Akademię lub działano na podstawie aktów przeniesienia tytułów własności.

Byłoby jednak krzywdzące uzasadnienie pewnego uprzywilejowania IPPT tylko względami organizacyjnymi. Znacznie ważniejsze dla naukowego rozwoju Instytutu, a także bardziej motywujące i korzystne dla samych jego pracowników, były względy merytoryczne, wynikające z zakresu tematycznego i metod badań prowadzonych w Instytucie.

Podstawowe znaczenie miał bardzo szeroki wachlarz dyscyplin, w skład których wchodziły szczególnie tematy realizowane przez pracowników Instytutu. Porównując ówczesne sprawozdania z działalności Akademii można stwierdzić, że IPPT był jednym z najbardziej interdyscyplinarnych instytutów PAN. O mocnej pozycji Instytutu wewnątrz PAN świadczyło poczesne miejsce jakie w tych sprawozdaniach zajmowały notatki o osiągnięciach Instytutu. Ta „sympatia” władz PAN do interdyscyplinarnego, problemowego charakteru badań prowadzonych w Instytucie miała swoje ogólniejsze uwarunkowania, szczególnie znaczące dla przyszłego rozwoju współpracy międzynarodowej Instytutu.

Początki działalności Instytutu to okres światowego, burzliwego rozwoju nowych dziedzin nauki. Rewolucyjny postęp następował również w kierunkach badań objętych działalnością IPPT, co zilustrują eseje stanowiące trzon niniejszego tomu. Proces ten wywołał w skali światowej, przebiegającą ponad podziałami politycznymi, dyskusję, jaka powinna być optymalna struktura organizacyjna instytucji prowadzących badania naukowe.

Z naszego punktu widzenia istotne znaczenie miał dość powszechnie reprezentowany w skali międzynarodowej pogląd, wedle którego placówki naukowe sklasyfikować można na trzy grupy:

1. uniwersytety, które w oparciu o strukturę wydziałów i katedr prowadzą przede wszystkim badania „zorientowane dyscyplinarnie”;
2. różnego typu laboratoria badawcze, przynależne wszelkiego rodzaju instytucjom społecznym lub komercyjnym i „zorientowane zadaniowo” na realizację konkretnych powierzonych im tematów badawczych;
3. instytuty „zorientowane problemowo”, podejmujące interdyscyplinarne, kompleksowe programy badawcze, w zasadzie przerastające zakres zainteresowań i możliwości pojedynczej katedry uniwersyteckiej.

Ten zasadniczy układ w krajach Europy Zachodniej zarysował się jeszcze w okresie międzywojennym, ale po II wojnie światowej nabral wyraźnego kształtu. Wzrosło znaczenie przemysłowych biur konstrukcyjnych i laboratoriów badawczych, powstawały zupełnie nowego typu instytuty problemowe (CERN), a co najważniejsze z perspektywy PAN, bardzo dynamicznie rozwinęły się instytuty grupujące placówki zorientowane problemowo, jak CNRS we Francji czy Max Planck Institut w RFN.

Przedstawiony wyżej system w dużej mierze odpowiadał strukturze nauki tworzonej po II wojnie w krajach bloku sowieckiego. W zakresie nauk przyrodniczych, ścisłych i technicznych Akademii Nauk tych krajów nastawione były zazwyczaj na prowadzenie badań interdyscyplinarnych. W pełni pasował do tej koncepcji nasz Instytut, co było ważnym argumentem popierania jego rozwoju. Podobieństwo założeń strukturalnych ułatwiało też formalizację współpracy z jego odpowiednikami w Akademii Nauk. Jako ciekawostkę warto wspomnieć, że Prezes Kubańskiej Akademii Nauk powierzył prof. J. Wehrowi zorganizowanie w Hawanie Instytutu Podstawowych Problemów Techniki ściśle wzorowanego na IPPT.

Z perspektywy lat trzeba widzieć, że opisane tu działania organizacyjne przy tworzeniu Instytutu i względnie przyjazne otoczenie, w którym odbywał się ten proces, mogły jednak dać pomyślne rezultaty tylko dzięki spełnieniu jednego zasadniczego warunku – mianowicie zakłady, a przede wszystkim zespoły naukowców, które weszły w skład Instytutu, jeszcze przed jego powstaniem, stanowiły poważny potencjał naukowy. Miały też uznany w kraju i za granicą autorytet i dorobek naukowy, znaczący wkład w tworzenie polskiego przemysłu i budownictwa oraz liczne kontakty osobiste z uczonymi mieszkającymi po obu stronach „żelaznej kurtyny”.

W wielu dziedzinach nieodzowne było rozwinięcie badań laboratoryjnych i weryfikacja doświadczalna dociekań teoretycznych. Rozbudowa bazy doświadczalnej była więc od początku powstania Instytutu sprawą zasadniczą. Ale spełnienie tego zadania wymagało zupełnie innych niż obecnie metod postępowania i organizacji pracy, istniały bowiem minimalne możliwości importu aparatury zagranicznej i prawie zupełny brak seryjnej krajowej produkcji najprostszycy elementów urządzeń laboratoryjnych. W tej sytuacji „domowe” wykonywanie nawet standardowych części układów pomiarowych było absolutną koniecznością i faktycznym ograniczeniem zakresu badań doświadczalnych. Dlatego niezastąpiony, poważny udział w rozwoju wchodzących w skład Instytutu zakładów mieli technicy typu „złota rączka”, którzy często wnosili prawdziwie twórczy wkład w realizację ambitnych zamierzeń naukowców. Nie mogą też pominąć ogromnego wkładu,

jaki w tworzenie od podstaw organizacji Instytutu mieli pracownicy administracji, bibliotek i służb technicznych – harmonijnie współpracujący z naukowcami w trudnych warunkach dnia codziennego.

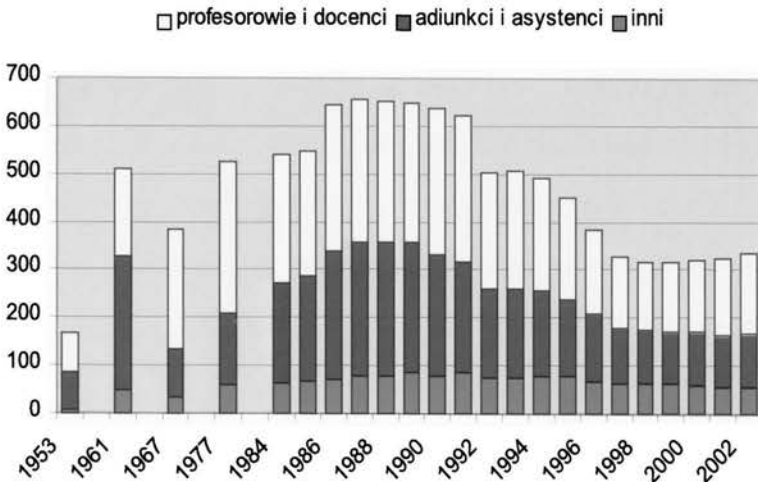
Nie przypadkiem, na zakończenie, nawiązałem do siłą rzeczy bardzo krótkiego i ogólnego, osobistego wspomnienia o wielkim zespole ludzi, z którymi na co dzień pracowaliśmy. Od tego czasu warsztat pracy naukowej uległ zupełnemu przeobrażeniu, nastąpiła też kilkakrotna zmiana pokoleniowa najbardziej dynamicznej i twórczej kadry najmłodszych pracowników Instytutu. Myślę jednak, że pewna ciągłość półwiekowej historii Instytutu powinna być zachowana nie tylko w nowatorskim spojrzeniu na problemy naukowe, ale także w wielu aspektach codziennej pracy zespołowej.

HISTORIA I EWOLUCJA STRUKTUR INSTYTUTU

Pierwszą siedzibą Instytutu został Pałac Staszica, a więc budowla związana z historią polskiej nauki: siedziba Towarzystwa Naukowego Warszawskiego i pierwsza siedziba PAN. Jakkolwiek lokalizacja ta przysparzała prestiżu lokatorowi, to jednak szczupłość pomieszczeń powodowała rozproszenie zespołów Instytutu po całej Warszawie, a nawet poza nią. Przypominało to niemal nowoczesne pojęcie „instytutu wirtualnego”, odpowiadającego powstającym *ad hoc* sieciom badawczym. Niekiedy było to nawet wygodne, jako że regułą była wówczas „unia personalna”: kierownicy zakładów byli jednocześnie szefami katedr na uczelniach. Z ówczesną geografią Instytutu zapoznać można się w Kalendarium (por. rok 1956). W roku 1958 Instytut przeprowadził się do własnej, choć jeszcze nie wykończonej siedziby – kompleksu przy ul. Świętokrzyskiej, dzielonego z Narodowym Bankiem Polskim, którą to siedzibę zajmuje do chwili obecnej. W różnych okresach powstawały ponadto filie IPPT poza Warszawą: w Krakowie, Poznaniu, Białymstoku, Kielcach, które jednak po pewnym czasie przechodziły do bliższych im geograficznie instytucji.

Potencjał ludzki

Prezentację struktur Instytutu zaczynamy od przedstawienia ewolucji najważniejszego elementu – jego potencjału ludzkiego. Ewolucja składu osobowego pokazana jest na poniższym wykresie prezentującym zmienność w czasie liczby osób zatrudnionych, w tym pracowników naukowych.



Ewolucja składu osobowego IPPT w 50-leciu

Dyrekcja

Dyrekcja Instytutu składała się z Dyrektora Naczelnego, powoływanego na kadencję 4-letnią oraz Dyrektora d/s Ogólnych, 1 – 2 Dyrektorów d/s Naukowych oraz 1 – 2 dyrektorów d/s Administracyjnych i Technicznych. Wszyscy Dyrektorzy Naczelni Instytutu byli (są) członkami PAN, a Janusz Groszkowski – także jej Przewodniczącym. Poniżej przedstawiono poczet Dyrektorów Naczelnych IPPT:



Ignacy Malecki
1952 – 1961, 1973 – 1982



Janusz Groszkowski
1961 – 1963



Waław Olszak
1963 – 1969



Leszek Filipczyński
1969 – 1973



Henryk Frąckiewicz
1983 – 1994



Michał Kleiber
od 1995

Dyrektorami do spraw naukowych i ogólnych byli następujący profesorowie:

Dyrektorzy d/s Naukowych (chronologicznie):

J. Groszkowski, W. Olszak, J.L. Jakubowski, W. Urbanowski, M. Sokołowski, A. Smoliński, L. Filipczyński, W. Gutkowski, J. Wehr, W. Derski, J. Ranachowski, Z. Wesołowski, P. Perzyna, K. Sobczyk, Z. Peradzyński, A. Nowicki, W.K. Nowacki.

Dyrektorzy d/s Ogólnych:

S. Kajfasz (1968 – 1992), J. Miastkowski (od 1992).

Rada Naukowa

Rada Naukowa Instytutu powoływana na kadencję trzyletnią (do 1989) lub czteroletnią (od 1990), liczyła od 19. (na początku) do 90. członków (obecnie). Tryb jej powoływania także ulegał zmianie: od mianowania (1953–1980), poprzez epizod wybieralności (1981–1983), do powszechności (profesorowie i docenci oraz kilku wybieranych przedstawicieli adiunktów) od roku 1984. Poniżej przedstawiamy Poczet Przewodniczących Rady:



Witold Wierzbicki
1952 – 1964



Witold Nowacki
1966 – 1978



Jerzy Litwiniszyn
1978 – 1980



Władysław Fiszdon
1981 – 1983



Wojciech Szczepiński
1984 – 1986



Bohdan Ciszewski
1987 – 1989



Leszek Filipczyński
1990 – 1993



Michał Kleiber
1993 – 1995



Marek Sokółowski
1995 – 1998



Andrzej Marek Brandt
1999 – 2002

Rada Naukowa IPPT posiada uprawnienia do nadawania stopni naukowych doktora nauk technicznych i doktora habilitowanego w następujących 7 specjalnościach:

- mechanika,
- inżynieria materiałowa,
- elektronika (z akustyką),
- informatyka,
- automatyka i robotyka,
- budowa i eksploatacja maszyn,
- budownictwo.

Nadała dotychczas 569 stopni doktora (lub swojego czasu: kandydata nauk) oraz 167 stopni doktora habilitowanego (który swojego czasu z kolei nazywał się doktorem n.t.). Bardziej szczegółowe dane z tego zakresu podane są w rozdziale „Kształcenie” Części III.

Struktury

Struktury Instytutu ulegały licznym przekształceniom wraz z ewolucją tematyki badawczej, co nie odbijało się, na szczęście, na atmosferze i stylu pracy, który scharakteryzować można jako „jedność w różnorodności”. Zmiany wynikały w znacznym stopniu z dojrzewania niektórych zespołów badawczych i ich tematyki do zaistnienia jako samodzielne placówki. Proces ten jest opisany w rozdziale „Instytucje wyrosłe z IPPT” Części III niniejszego tomu. Tradycyjna struktura dwupoziomowa (Zakłady i Pracownie) ulegała modyfikacjom w związku z przejściowymi koncepcjami organizacyjnymi, jak np. podział na Pion Badań Podstawowych i Ośrodek Rozwoju Techniki (1985 – 1991), czy powstawanie Centrów tematycznych i Ośrodków (od 1991 r.) grupujących samodzielne Pracownie. Z czasem tradycyjna struktura zaczęła się odradzać w sposób naturalny: pracownie grupowały się w zakłady, stwarzając złożoną strukturę 3-stopniową, jak to ma miejsce w przypadku Ośrodka Mechaniki i Informatyki Stosowanej. Należy oczekiwać, że w następne półwiecze Instytut wkroczy już w sprawdzoną strukturę (Zakłady i Pracownie).

Struktury badawcze pierwszego stopnia na początku kolejnego dziesięciolecia istnienia Instytutu, wraz z nazwiskami ich kierowników przedstawione są na końcu tego rozdziału. Bardziej szczegółowe przedstawienie tych spraw znajduje się w KALENDARIUM.

Rozwój jednostek organizacyjnych o charakterze usługowym nie tylko dla samego Instytutu (Studium Doktoranckie, Biblioteka, Dział Wydawnictw) omawiany jest w odpowiednich artykułach Części III. Poniżej podajemy krótki rys historyczny rozwoju służb informatycznych Instytutu.

Laboratorium Komputerowe zapewniające obecnie obsługę informatyczną Instytutu jest spadkobiercą założonej w 1973 roku Pracowni Obliczeń Numerycznych, kierowanej przez prof. Jacka Mączyńskiego. Jej wyposażeniem była maszyna cyfrowa Odra 1204. W 1982 roku powstał Ośrodek Informatyki, kierowany przez prof. Dominika Rogulę, wyposażony w Odrę 1305. Od 1979 roku pracownicy indywidualnie zaczęli tworzyć (omijając zasady embarga) bazę sprzętową, opartą na komputerach osobistych. O pozycji IPPT w tym procesie świadczy powstanie przy nim (1984) znanego w całej Warszawie Klubu Użytkowników Mikrokomputerów. W roku 1985 powstało Laboratorium Komputerowe, kierowane przez dr Jerzego Supła. Powstała na serwerach SUN, sieć komputerowa Instytutu łączy stacje robocze i komputery klasy PC. Istotnym elementem tej sieci jest łącze światłowodowe z akademicką siecią szkieletową WARMAN, zapewniające wygodny dostęp do krajowej sieci akademickiej Komputerów Dużej Mocy i do zasobów Internetu.

Ewolucja struktur badawczych, wg dziesięcioleci

1952 (Dyrektor: prof. Ignacy Malecki, Przewodniczący RN: prof. Witold Wierzbicki):

1. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wacław Olszak),
2. Zakład Badania Drgań (prof. Ignacy Malecki),
3. Zakład Elektroniki (prof. Janusz Groszkowski),
4. Zakład Metali (prof. Aleksander Krupkowski),
5. Zakład Elektrotechniki Teoretycznej (prof. Paweł Szulkin),
6. Pracownia Astronautyczna (prof. Kazimierz Zarankiewicz).

1962 (Dyrektor: prof. Janusz Groszkowski, Przew. RN: prof. Witold Wierzbicki):

1. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wacław Olszak),
2. Zakład Badania Drgań (prof. Ignacy Malecki),
3. Zakład Elektroniki (prof. Witold Rosiński),
4. Zakład Metali (prof. Aleksander Krupkowski) z siedzibą w Krakowie,
5. Zakład Teorii Łączności (doc. Krystyn Bochenek),
6. Zakład Analogii (dr Stefan Czarnecki),
7. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdron),
8. Zakład Badań Izotopowych (prof. Maciej Radwan),
9. Zakład Magnetyków (prof. Adam Smoliński),
10. Zakład Przemian Energii (mgr Zygfryd Jung),
11. Zakład Teorii Konstrukcji Maszyn (prof. Zbigniew Brzoska),

1972 (Dyrektor: prof. Leszek Filipczyński, Przew. RN: prof. Witold Nowacki):

1. Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Henryk Zorski),
2. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Antoni Sawczuk),
3. Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Antoni Sawczuk),
4. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdron),
5. Zakład Układów Mechanicznych (prof. Stefan Ziemba),
6. Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (dr Andrzej Turski),
7. Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski),
8. Zakład Akustyki Fizycznej (dr hab. Jerzy Wehr),
9. Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński).

oraz:

1. Samodzielna Pracownia Pól Odkształceń (prof. Zbigniew Wasiutyński),
2. Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski),
3. Samodzielna Pracownia Teorii Pól Połączonych (prof. Jerzy Kurlandzki),
4. Samodzielna Pracownia Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski),
5. Samodzielna Pracownia Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski).

1982 (Dyrektor: prof. Ignacy Malecki, Przew. RN: prof. Władysław Fiszdron):

1. Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Marek Sokołowski),
2. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wojciech Szczepiński),

3. Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Henryk Frąckiewicz),
4. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Henryk Zorski),
5. Zakład Układów Mechanicznych (prof. Jan Kaczmarek),
6. Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. St. Przeździecki),
7. Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski),
8. Zakład Akustyki Fizycznej (prof. Szymon Pilecki),
9. Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński),
10. Zakład Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski),
11. Zakład Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski),
12. Zakład Aeroakustyki (prof. Stefan Czarnecki),
13. Zakład Problemów Energetyki (doc. Włodzimierz Bojarski).

Samodzielne Pracownie:

1. Pól Odkształceń (prof. Andrzej M. Brandt),
2. Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski),
3. Teorii Materiałów Niesprężystych (prof. Piotr Perzyna),
4. Elektrodynamiki Continuum (doc. Jerzy Kurlandzki),
5. Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski),
6. Geoakustyki (prof. Waclaw Kołtoński),
7. Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem),
8. Teorii Konsolidacji i Termodyfuzji z siedzibą w Poznaniu (dr Walenty Dudziak),
9. Zespół Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (prof. Bogumił Staniszewski).

1992 (Dyrektor: prof. Henryk Frąckiewicz, Przew. RN: prof. Leszek Filipczyński):

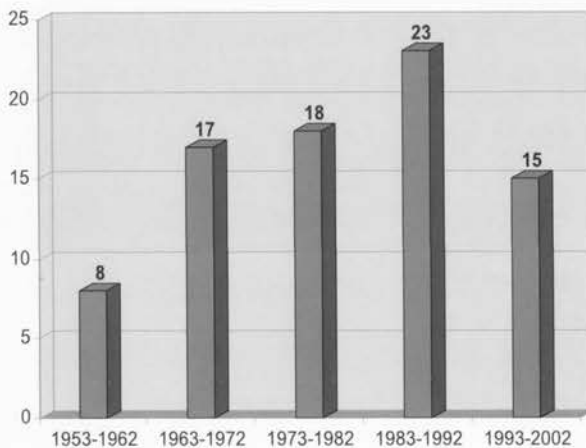
1. Ośrodek Mechaniki (prof. Kazimierz Sobczyk),
2. Centrum Akustoelektroniki (prof. Jerzy Ranachowski),
3. Centrum Helio-Ekostruktur (prof. Wojciech Dzieniszewski),
4. Centrum Mechatroniki (prof. Henryk Frąckiewicz),
5. Centrum Fizyki i Matematyki Stosowanej (prof. Dominik Rogula).

PROFESOROWIE

Nominacje Profesorskie

Liczba samodzielnych pracowników naukowych, a w szczególności profesorów zatrudnionych w instytucji naukowej, stanowi istotny miernik jej potencjału badawczego. Na przestrzeni półwiecza zatrudnionych było w Instytucie 119 profesorów. Znaczna większość z nich uzyskała „laury belwederskie” w czasie pracy w IPPT, na wniosek Rady Naukowej Instytutu. Właśnie liczba uzyskanych tytułów naukowych świadczy o poziomie i prężności naukowej placówki, a w każdym razie o jej ocenie przez środowisko naukowe.

Pierwsze wystąpienie Rady Naukowej IPPT o nadanie tytułów naukowych miało miejsce w 1953 roku i dotyczyło tytułu profesora nadzwyczajnego dla dr J. Czulaka i profesora zwyczajnego – dla prof. M. Łunca. Od tego czasu Rada wnioskowała, z pozytywnym skutkiem, o nadanie tytułu lub o awans na profesora zwyczajnego 100 razy. Poniższy rysunek pokazuje liczbę nadanych pracownikom IPPT tytułów naukowych w kolejnych dziesięcioleciach istnienia Instytutu. W liczbach tych nie są brane pod uwagę awanse z profesora nadzwyczajnego na zwyczajnego.



Liczba pracowników IPPT, którzy otrzymali tytuł profesora, wg dziesięcioleci

Członkowie PAN

W czasie istnienia Instytutu zatrudnionych w nim było łącznie 26 członków PAN, w tym 16 członków rzeczywistych. W czasie trwania zatrudnienia w IPPT 19 osób zostało członkami korespondentami, zaś 12 korespondentów zostało członkami zwyczajnymi. Skład osobowy członków PAN zatrudnionych w Instytucie i ich liczba ulegały ciągłym zmianom, natomiast niezwykle stabilna była łączna liczba członków PAN, zatrudnionych w ciągu kolejnych dziesięcioleci, co pokazuje tabela.

Sumaryczna liczba członków PAN zatrudnionych ciągu dziesięcioleci

10-lecia	1953 – 1962	1963 – 1972	1973 – 1982	1983 – 1992	1993 – 2002
Liczba osób	13	13	10	13	11

Poniżej wymienieni są, w porządku alfabetycznym, wszyscy członkowie PAN z IPPT, z których w chwili obecnej współpracuje z Instytutem, na pełnym etacie lub jako profesor emerytowany, dziewięciu członków PAN.

Członkowie PAN zatrudnieni w IPPT w ciągu pięćdziesięciolecia jego istnienia

Julian Bonder (1900 – 1975);	czł. koresp. 1954; czł. rzecz. 1966;	w IPPT: 1954 – 1962
Leszek Filipczyński (1923);	czł. koresp. 1969; czł. rzecz. 1976;	w IPPT: 1953 – 1993
Władysław Fiszdon (1912);	czł. koresp. 1960; czł. rzecz. 1969;	w IPPT: 1957 – 1982
Henryk Frąckiewicz (1929 – 1999);	czł. koresp. 1986;	w IPPT: 1975 – 1996
Janusz Groszkowski (1898 – 1984);	czł. rzecz. 1952;	w IPPT: 1954 – 1963
Witold Gutkowski (1928);	czł. koresp. 1976; czł. rzecz. 1991;	w IPPT: 1963 – 1999
Jan Kaczmarek (1920);	czł. koresp. 1965; czł. rzecz. 1971;	w IPPT: 1978 – 1999
Sylwester Kaliski (1925 – 1978);	czł. koresp. 1962; czł. rzecz. 1969;	w IPPT: 1954 – 1978
Michał Kleiber (1946);	czł. koresp. 1994; czł. rzecz. 2002;	w IPPT: 1971 –
Aleksander Krupkowski (1894 – 1978);	czł. rzecz. 1952;	w IPPT: 1953 – 1964
Jerzy Litwiniszyn (1914 – 2000);	czł. koresp. 1956; czł. rzecz. 1966;	w IPPT: 1954 – 1963
Michał Łunc (1908 – 1974);	czł. koresp. 1958; czł. rzecz. 1966;	w IPPT: 1960 – 1961
Ignacy Malecki (1912);	czł. koresp. 1954; czł. rzecz. 1958;	w IPPT: 1953 – 1982
Zenon Mróz (1930);	czł. koresp. 1986;	w IPPT: 1955 –
Wacław Olszak (1902 – 1980);	czł. koresp. 1954; czł. rzecz. 1956;	w IPPT: 1953 – 1972
Jan Rychlewski (1934);	czł. koresp. 1973;	w IPPT: 1962 – 2000
Antoni Sawczuk (1927 – 1984);	czł. koresp. 1969; czł. rzecz. 1983;	w IPPT: 1956 – 1984
Adam Smoliński (1910 – 1996);	czł. koresp. 1962; czł. rzecz. 1973;	w IPPT: 1953 – 1965
Kazimierz Sobczyk (1939);	czł. koresp. 1991;	w IPPT: 1965 –
Bogumił Staniszewski (1924 – 1995);	czł. koresp. 1969; czł. rzecz. 1980;	w IPPT: 1983 – 1984
Wojciech Szczepiński (1924);	czł. koresp. 1976; czł. rzecz. 1989;	w IPPT: 1971 – 1995
Paweł Szulkin (1911 – 1987);	czł. koresp. 1952; czł. rzecz. 1961;	w IPPT: 1958 – 1963
Zbigniew Wasutyński (1902 – 1974);	czł. koresp. 1958; czł. rzecz. 1966;	w IPPT: 1955 – 1972
Zbigniew Wesołowski (1933);	czł. koresp. 1989;	w IPPT: 1961 – 1996
Stefan Ziemia (1907 – 1994);	czł. koresp. 1962; czł. rzecz. 1969;	w IPPT: 1954 – 1991
Henryk Zorski (1927);	czł. koresp. 1989;	w IPPT: 1957 – 1997

Do powyższego grona dołączyć trzeba Witolda Nowackiego, członka korespondenta od 1952 r., a członka zwyczajnego od 1956, który kierował faktycznie całą „szkołą” teorii sprężystości w Instytucie, nie będąc nigdy jego etatowym pracownikiem oraz przewodniczył przez 12 lat Radzie Naukowej IPPT.

Także Witold Wierzbicki, członek rzeczywisty PAN od 1952 r., przewodniczył w ciągu 12 lat Radzie Naukowej IPPT nie będąc jego pracownikiem.

Ponadto następujący profesorowie IPPT zostali członkami PAN już po odejściu z Instytutu: Zbigniew Brzoska, Roman Kulikowski, Zdzisław Marciniak, Włodzimierz Prosnak i Witold Rośniński, Wojciech Truszkowski.

W strukturach Akademii

Profesorowie zatrudnieni w IPPT lub trwale z nim związani pełnili wiele zaszczytnych funkcji w strukturach korporacyjnych Akademii i w jej komitetach naukowych. Przechodzenie wybitnych uczonych do zaszczytnych zadań organizacyjnych osłabiało w pewnym stopniu potencjał badawczy Instytutu, w zamian przysparzając mu prestiżu. Poniżej wymieniamy najbardziej ważne z tych funkcji.

- Witold Wierzbicki był wiceprezesem PAN (1952 – 1956);
- Janusz Groszkowski był wiceprezesem (1957 – 1962) i prezesem PAN (1963 – 1972);
- Witold Nowacki był kolejno: sekretarzem IV Wydziału (1952 – 1957), sekretarzem (1957 – 1968), wiceprezesem (1969 – 1977) i prezesem PAN (1978 – 1980);
- Jan Kaczmarek był sekretarzem PAN (1972 – 1980);
- Wacław Olszak był sekretarzem IV Wydziału (1957 – 1960);
- Wojciech Szczepiński był sekretarzem IV Wydziału (1993 – 1995);
- Jan Rychlewski był sekretarzem III Wydziału (1978 – 1980).

Zastępcami sekretarza (obecnie: przewodniczącego) Wydziału IV Nauk Technicznych byli kolejno:

- Jerzy Mossakowski (1966 – 1971),
- Jan Rychlewski (1970 – 1972),
- Witold Gutkowski (1974 – 1980),
- Marek Matczyński (1996 – 2002),
- Stanisław Kajfasz (2000 – 2002).

Michał Kleiber został wybrany na drugą już kadencję Przewodniczącym Rady Dyrektorów Placówek PAN.

Tradycyjnie pracownicy IPPT odgrywają bardzo aktywną rolę w komitetach naukowych PAN. Szczególnie komitety Akustyki oraz Mechaniki prowadzone były przez lata niemal bez przerwy przez pracowników IPPT.

Komitet Akustyki:

- Ignacy Malecki (1963 – 1969) i przewodniczący honorowy Komitetu
- Leszek Filipczyński (1972 – 1996).

Komitet Mechaniki:

- Wacław Olszak (1960 – 1969),
- Witold Nowacki (1970 – 1972),
- Antoni Sawczuk (1973 – 1984),

- Wojciech Szczepiński (1984–1987),
- Witold Gutkowski (1987–1992).

Ponadto przewodniczyli Komitetom:

- Janusz Groszkowski (Komitet Elektroniki i Telekomunikacji, 1952–1969);
- Aleksander Krupkowski (Komitet Metalurgii, 1952–1971);
- Jan Kaczmarek (Komitet Budowy Maszyn, 1981–1992);
- Andrzej M. Brandt (Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej, 1999–2002).

Rozdział niniejszy zawiera podstawowe informacje encyklopedyczne o strukturze i zasobach Instytutu. Schemat organizacyjny (poniżej) uzupełniony jest dalej danymi dotyczącymi składu osobowego oraz jednostek organizacyjnych wszystkich szczebli i ich obecnych kierowników. Bardziej szczegółowe informacje dotyczące tematyki badawczej zespołów znajdzie Czytelnik w omówieniu osiągnięć naukowych (Części II niniejszego tomu). Informacje dotyczące Laboratorium Komputerowego znajdują się w poprzednim rozdziale, zaś inne struktury omówione są w Części III: Centra doskonałości oraz Krajowy Punkt Kontaktowy – w rozdziale „W procesie integracji europejskiej”, Wydawnictwa i Biblioteka – w „Działalności wydawniczej...”, a Studium Doktoranckie – w „Kształceniu”.

Schemat organizacyjny



Pracownicy

Pracownicy ogółem	335
w tym: pracownicy naukowi	169
samodzielni	55
profesorowie	32
docenci	23
pomocniczy	114
adiunkci	101
asystenci	13
pracownicy inżynieryjno-techniczni	83
pracownicy administracyjni	59
Doktoranci ogółem	77
w tym stypendyści	55

Struktura 2002

Dyrekcja

Dyrektor: prof. Michał Kleiber p.o. prof. Wojciech K. Nowacki

Kadencja 4 letnia: 2002 – 2006

Z-cy ds. naukowych: prof. Wojciech K. Nowacki, prof. Andrzej Nowicki

Z-ca ds. ogólnych: prof. Józef Miastkowski

Z-ca ds. administracyjnych mgr Andrzej Krawczyk

Rada Naukowa

Kadencja 4-letnia: 1999 – 2002; 90 członków, w tym 9 spoza IPPT

Przewodniczący: prof. Andrzej M. Brandt

Zastępcy – profesorowie: Adam Borkowski, Julian Deputat, Lech Dietrich

Wykaz jednostek organizacyjnych

Ośrodek Mechaniki i Informatyki Stosowanej

(prof. Wojciech K. Nowacki, p. o. doc Krzysztof Doliński)

Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów (doc. Tomasz Kowalewski)

Pracownia Metod Matematycznych Mechaniki Płynów (doc. Kazimierz Piechór)

Pracownia Przepływów Termicznych i ze Swobodną Powierzchnią (doc. Tomasz Kowalewski)

Zakład Metod Komputerowych (prof. Michał Kleiber)

Pracownia Metod Obliczeniowych Mechaniki Nieliniowej (doc. Włodzimierz Sosnowski)

Pracownia Informatyki Stosowanej (prof. Jan Holnicki-Szulc)

Pracownia Metod Numerycznych Optymalizacji (prof. Stefan Jendo)

Pracownia Systemów Wizyjnych i Pomiarowych (prof. Mariusz Nieniewski)

Zakład Mechaniki Materiałów (prof. Bogdan Raniecki)

Pracownia Pracownia Niesprężystej Analizy Materiałów (prof. Henryk Petryk)

Pracownia Plastyczności Stosowanej (prof. Wojciech K. Nowacki)

Laboratorium Termoplastyczności (doc. Wiera Oliferuk)

Pracownia Warstwy Wierzchniej (dr S. Kucharski)

Zespół Teorii Materiałów Niesprężystych (doc. Wojciech Dornowski)

Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Andrzej Ziabicki)
Samodzielna Pracownia Mechaniki Ośrodków Sprężystych (prof. Józef Ignaczak)
Samodzielna Pracownia Pół Odształceń (prof. Janusz Kasperkiewicz),
Samodzielna Pracownia Fizyki Ośrodków Strukturalnych (prof. Dominik Rogula)
Samodzielna Pracownia Konstrukcji Niesprężystych (prof. Marek Janas)
Samodzielna Pracownia Dynamiki Stosowanej (prof. Wanda Szemplińska-Stupnicka)
Samodzielna Pracownia Dynamiki Stochastycznej (prof. Kazimierz Sobczyk)
Samodzielna Pracownia Teorii Fal Elektromechanicznych (prof. Eugeniusz Danicki)
Samodzielna Pracownia Metod Wariacyjnych i Biomechaniki (prof. Józef J. Telega)

Zakład Wytrzymałości Materiałów (prof. Lech Dietrich)

Pracownia Mechaniki Plastycznego Płynięcia (prof. Józef Miastkowski)
Pracownia Mechaniki Eksperymentalnej (doc. Zbigniew Kowalewski)
Pracownia Technologicznych Zastosowań Laserów (doc. Zygmunt Szymański)
Laboratorium Wytrzymałości (doc. Grzegorz Socha)

Zakład Sterowania i Dynamiki Układów (prof. Roman Bogacz)

Pracownia Pojazdów i Konstrukcji Aktywnych (prof. Roman Bogacz)
Pracownia Dynamiki Kontaktu Tocznego (doc. Czesław Bajer)
Zespół Aeroelastyczności (prof. Miron Nowak)
Zespół Systemów Inteligentnych (prof. Adam Borkowski)

Zakład Ultradźwięków (prof. Andrzej Nowicki)

Pracownia Introskopii Ultradźwiękowej (dr Jerzy Etienne)
Pracownia Metod Dopplerowskich (doc. Grażyna Łypacewicz)
Pracownia Angiografii Ultradźwiękowej (prof. Tadeusz Powalowski)
Pracownia Mikroskopii Akustycznej (dr Jerzy Litniewski)

Zakład Akustyki Fizycznej (doc. Feliks Rejmund)

Pracownia Struktur Materiałowych (doc. Feliks Rejmund)
Pracownia Akustoelektroniki (dr Mikołaj Aleksiejuk)
Pracownia Analizy Sygnału Emisji Akustycznej (doc. Z. Ranachowski)
Zespół do Analizy i Syntezy Mowy (doc. Ryszard Gubrynowicz)

Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (doc. Marek Matczyński)

Pracownia Teorii Defektów Strukturalnych (doc. Marek Matczyński)
Pracownia Ultradźwiękowych Badań Materiałów (prof. Julian Deputat)
Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola (prof. Jan J. Sławianowski)

Zakład Problemów Eko-Budownictwa (prof. W. Dzieniszewski)

Pracownia Optymalizacji w Budownictwie (prof. Wojciech Marks)
Pracownia Modelowania Struktur i Środowiska (prof. Elżbieta Kossecka)
Pracownia Akustyki Środowiska (doc. Mirosław Meissner)
Zespół Energetyki Słonecznej (prof. Wojciech Dzieniszewski)

Struktury międzyzakładowe

Centra Doskonałości Programu Ramowego KE:

AMAS – „Nowoczesne Materiały i Konstrukcje” (prof. Z. Mróz)
ABIOMED – „Modelowanie i Diagnostyka w Medycynie Stosowanej” (prof. J.J. Telega)
LAPROMAT – „Laserowe Przetwarzanie i Zaawansowane Badania Materiałów” (prof. L. Dietrich)

Centrum Doskonałości KBN (wspólne z PW): „Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy” (prof. L. Dietrich)

Studia Doktoranckie – 77 doktorantów w 2002 (prof. Wojciech Marks)

Biblioteka – 80 000 tomów (dr Bogusława Lewandowska)

Dział Wydawnictw – 6 periodyków i 5 serii wydawniczych (mgr Zofia Krawczyk)

Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel)

Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Ramowych Unii Europejskiej

(dr Andrzej Siemaszko) – zlecone Instytutowi przez KBN w wyniku konkursu

Michał Kleiber (ur. 1946)

Dyrektor



Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej PW (1969), Wydziału Matematyki, Informatyki i Mechaniki UW (1972). 1972 – doktorat, 1978 – habilitacja (IPPT), 1984 – prof. nadzwyczajny, 1989 – prof. zwyczajny. Od 1994 członek korespondent, od 2002 – rzeczywisty PAN. Od

1971 w IPPT, w zakładzie ZTK A. Sawczuka, następnie kierownik Prac. Metod. Inf. Techniki (od 1988), później Zakładu MIT, Zakładu Metod Komputerowych. Wiceprzewodniczący (1988 – 1992) i Przew. Rady Naukowej IPPT (1993 – 1994). Dyrektor IPPT od 1995. Przewodniczący Rady Dyrektorów Placówek PAN (od 1998). Członek Centralnej Komisji ds. Tytułów i Stopni Naukowych. Minister Nauki – Przewodniczący KBN (od 2001). Wybitny uczony w dziedzinie mechaniki, informatyki stosowanej oraz metod komputerowych mechaniki. Najważniejsze osiągnięcia to m.in.: sformułowanie podstaw teoretycznych i efektywna implementacja komputerowa metody elementów skończonych w zastosowaniu do nieliniowych problemów mechaniki konstrukcji, opracowanie metody stochastycznych elementów skończonych oraz analiza wrażliwości złożonych nieliniowych układów konstrukcyjnych. Autor ponad 200 publikacji, ok. 10 książek opublikowanych w prestiżowych wydawnictwach światowych w tym monografi: *"The Stochastic Finite Element Method"* i *"Parameter Sensivity in Nonlinear Mechanics"*. Promotor 7 doktoratów, wykładowca na uczelniach w kraju i na świecie. Red. Naczelny czasopism *CAMES* i *Arch. of Comp. Method in Engineering*. Członek RN, kolegiów red. światowych wyd. nauk. i prezydium międzynarodowych stowarzyszeń: EMC, IACM, ISIMM. Laureat Nagrody Funduszu Nauki Polskiej (2001). Doktor honoris causa Politechniki Lubelskiej (2002).

Andrzej M. Brandt (ur. 1930)

Przewodniczący Rady Naukowej



Absolwent Wydziału Budownictwa Lądowego Politechniki Warszawskiej w 1955 ze specjalnością budowy mostów. Od 1954 asystent w Katedrze Budowy Mostów (u prof. Z. Wasiutyńskiego), a od 1955 w IPPT, w pracowni Z. Wasiutyńskiego. W latach 1958 – 1959 studia uzupełniające w Paryżu w

zakresie materiałów i konstrukcji betonowych. Początkowe prace badawcze w dziedzinie mechaniki konstrukcji mostów płytowych, kratowych i łukowych, w dalszym okresie w dziedzinie optymalizacji konstrukcji.

W IPPT: doktorat za rozprawę na temat optymalizacji konstrukcji sprężonych (1962), habilitacja na temat pomiarów odkształceń wewnątrz konstrukcji betonowych (1967). 1979 – profesor nadzwyczajny, a w 1989 – profesor zwyczajny. Kierownik Pracowni Pól Odkształceń (1973 – 2000). W latach 1999 – 2002 przewodniczący Rady Naukowej IPPT PAN. Znany na świecie specjalista w dziedzinie kompozytów o matrycach cementowych (betonów i betonów specjalnych), metod pomiarowych, właściwości mechanicznych, projektowania i optymalizacji tych materiałów.

Autor i współautor ponad 130 publikacji i kilkunastu książek. Promotor 8 doktoratów. Wielokrotne staże, kontrakty i wykłady w uczelniach i laboratoriach za granicą. Członek kilku komitetów redakcyjnych czasopism międzynarodowych oraz międzynarodowych organizacji: CEB, RILEM, ACI. Od 1989r. przewodniczący Komitetu Technicznego ISO/TC98 „*Bases for Design of Structures*”. W latach 1982 – 1990 redaktor naczelny Archiwum Inżynierii Lądowej, w latach 1990 – 1999 sekretarz naukowy, a od 1999 przewodniczący Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN. Doktor honoris causa University of Paisley (Szkocja, 1998).

CZEŚĆ II

TRWAŁY WKŁAD DO NAUKI



Teoria sprężystości – podstawy i zastosowania – *Józef Ignaczak*,

Ośrodki sprężyste z defektami i strukturą – *Henryk Zorski*

Podstawy teorii plastyczności – *Jan Rychlewski, Henryk Petryk*

Lepkoplastyczność i plastyczność dynamiczna – *Wojciech K. Nowacki*

Mechanika doświadczalna ciała stałego – *Wojciech Szczepiński*

Mechanika płynów – *Zbigniew Peradzyński, Tomasz Kowalewski*

Geomechanika i materiały porowate – *Zenon Mróz, Józef Kubik*

Kompozyty o matrycach kruchych – *Andrzej Marek Brandt*

Struktura polimerów – *Andrzej Ziabicki*

Dynamika układów mechanicznych – *Wanda Szemplińska-Stupnicka, Roman Bogacz*

Optymalizacja konstrukcji – *Witold Gutkowski*

Teoria konstrukcji niesprężystych – *Marek Janas*

Konstrukcje inteligentne – *Jan Holnicki-Szulc, Roman Bogacz*

Mechanika stochastyczna materiałów i konstrukcji – *Kazimierz Sobczyk*

Informatyka stosowana – *Adam Borkowski*

Akustyka fizyczna – *Ignacy Malecki*

Akustyczna ochrona środowiska – *Jerzy Motylewski*

Ultradźwięki w medycynie – *Leszek Filipczyński*,

Analiza i synteza mowy – *Ryszard Gubrynowicz*

Nieniszczące badania materiałów – *Julian Deputat, Zbigniew Ranachowski*

Fale elektromagnetyczne i elektromechaniczne – *Andrzej Turski*

Pola połączone – *Czesław Rymarz*

Budownictwo energooszczędne i problemy wykorzystania energii – *Wojciech Dzieniszewski*

Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN w ciągu 50-letniej działalności wniósł trwały wkład do nauki w zakresie prowadzonych dziedzin. Ten wkład został przedstawiony w formie 23 krótkich rozdziałów, opisujących poszczególne kierunki badań, uzyskane wyniki i najważniejsze publikacje. Szeroki zakres tematyki badawczej, objętej tymi rozdziałami, to cecha charakterystyczna stylu działania IPPT: jedność w różnorodności. Co więcej, tematyka ta zmieniała się wraz z upływem lat wobec rozwoju nauki światowej, rosnących potrzeb i możliwości, a także wraz z dopływem nowych badaczy, o różnorodnych talentach i koncepcjach. Różnorodność jest więc widoczna zarówno w treści tych rozdziałów, jak i w subiektywnym sposobie ujmowania i przedstawiania zagadnień przez autorów.

Instytut stanowił od początku miejsce rozwoju i inkubacji szeregu kierunków badań w szeroko rozumianym zakresie podstaw nauk technicznych: od fizyki molekularnej przez podstawy mechaniki materiałów i konstrukcji aż do prognoz zapotrzebowania energii w kraju. Wiele z tych kierunków rozwinęło się w Instytucie w taki sposób, że okazało się celowe ich wyodrębnienie w niezależne placówki, jak na przykład Instytut Podstaw Metalurgii, Instytut Badań Systemowych, Instytut Mechaniki Górotworu, Instytut Technologii Elektronowej i szereg innych. Są one wzmiankowane w innej części tego tomu, natomiast ich osiągnięcia nie są tutaj przedstawione z oczywistych powodów. Okoliczność zapoczątkowania tych kierunków badawczych w IPPT pozostaje jednak ważnym elementem udziału w rozwoju nauk technicznych w Polsce.

Poszczególne rozdziały uzupełnione zostały notkami biograficznymi pracowników Instytutu, których działalność i wyniki badań wniosły w ubiegłym 50-leciu ważne elementy do uprawianych przez nich dziedzin. Zbiór notek biograficznych nie obejmuje osób, które prowadzą obecnie czynną działalność etatową w Instytucie, a noty dotyczące założycieli Instytutu umieszczone są w innej części tomu.

Kolejne rozdziały zawierają tylko krótkie opisy badań i prac, zrealizowanych w ubiegłych 50 latach. Wiele z tych kierunków jest dalej rozwijanych i wraz z nowymi tematami podejmowanymi w przyszłości będą decydować o Instytucie jako ważnym ośrodku naukowym w kraju i na świecie w XXI wieku.

TEORIA SPRĘŻYSTOŚCI – PODSTAWY I ZASTOSOWANIA

*Józef Ignaczak **

Wkrótce po drugiej wojnie światowej ukazało się w naszym kraju kilka podręczników akademickich z teorii sprężystości i dziedzin pokrewnych, wśród nich „Teoria sprężystości” Maksymiliana T. Hubera (1948), „Mechanika budowli” Witolda Wierzbickiego (1948) oraz „Zagadnienia stateczności sprężyste” Jarosława Naleszkiewicza (1952). Ten krąg naukowców powołał do życia w 1949 roku czasopismo „Archiwum Mechaniki Stosowanej” (AMS), obecnie „Archives of Mechanics”, którego znaczenie dla rozwoju polskiej mechaniki jest trudno przecenić. W skład komitetu redakcyjnego wchodziło: M. T. Huber, W. Nowacki, W. Olszak i W. Wierzbicki. Już po śmierci nestora polskiej mechaniki Maksymiliana T. Hubera pozostali założyciele AMS zaangażowali się w organizację Instytutu Podstawowych Problemów Techniki, który po swym ukonstytuowaniu przejął od Politechniki Gdańskiej wydawanie AMS i prowadzi je do chwili obecnej.

Ze względu na ewolucję w czasie kierunków badań dominujących w teorii sprężystości, a w pewnym sensie także i stylów badawczych, celowe wydaje się podzielenie prezentacji wyników w tej dziedzinie na dwa ćwierćwiecza działalności Instytutu.

Tematyka badań w okresie 1952–1976

Teoria sprężystości i konstrukcji inżynierskich

Wokół profesora Witolda Nowackiego (patrz. Nota Biograficzna) zgromadził się zespół młodych naukowców, których badania, właściwie ukierunkowane ku dojrzałym do podjęcia w ówczesnej sytuacji problemom, zaczęły przynosić wkrótce godne uwagi rezultaty. Pierwsze kilka lat działalności tej grupy są okresem rozwiązywania klasycznych problemów elastostatyki, zarówno izotropowej jak i anizotropowej, oraz zagadnień inżynierskich, prezentowanych głównie we wspomnianym „Archiwum Mechaniki Stosowanej”. Otrzymane rozwiązania przyciągnęły uwagę specjalistów i były cytowane w wielu światowych monografiach. Wśród znaczących wyników z tego okresu należy wymienić przykładowo co najmniej:

- Reprezentacje rozwiązań elastostatyki dla ciała poprzecznie izotropowego (W. Nowacki, Z. Mossakowska),
- Uogólnienie klasycznego rozwiązania Michella dla półnieskończonej płyty na przypadek płyty anizotropowej (J. Mossakowski),
- Powierzchnie wpływowe dla ortotropowego półpasma płytowego (Z. Cywińska, J. Mossakowski),
- Rozwiązania statyki i dynamiki płyt wzmocnionych żebrami (W. Nowacki).

* Podziękowanie: Autor dziękuje dr Ryszardowi Wojnarowi za udostępnienie materiałów dotyczących rozwoju Teorii Sprężystości w IPPT w latach 1952–2002, bez których niniejszy artykuł nie mógłby się ukazać.

Jak widać z powyższego wyliczenia, dominowało wówczas poszukiwanie rozwiązań elastostatyki dla ośrodków anizotropowych oraz zainteresowanie zastosowaniami do teorii konstrukcji przestrzennych. To ostatnie zaowocowało w latach 60 i 70 serią monografii i wartościowych podręczników dotyczących powłok (Cz. Woźniak 1966), płyt (A. Kacner 1969) i przestrzennych układów prętowych (Cz. Woźniak 1970, W. Gutkowski, 1973). Jako swojego rodzaju podsumowanie tego okresu można potraktować monografie i podręczniki W. Nowackiego: „Dynamika konstrukcji sprężystych” (1963), „Teoria sprężystości” (1970) i „Dźwigary powierzchniowe” (1979).

Zainteresowanie teorią powłok traktowanych jako ośrodki z więzami (Cz. Woźniak, Z.F. Baczyński) było kontynuowane w późniejszym okresie przy modelowaniu ośrodków kompozytowych.

Termosprężystość

Zainteresowanie naprężeniami cieplnymi wiąże się z poszukiwaniem nowych rozwiązań w technice lotniczej i maszynowej, a także z początkami energetyki jądrowej. Koniec lat pięćdziesiątych znamionuje przesunięcie się centrum zainteresowań zespołu wokół W. Nowackiego od problemów elastostatyki izotermicznej do zagadnień termosprężystości statycznej i dynamicznej.

Marek Sokołowski (ur. 1927)



absolwent Wydz. Inż. Lądowo-Wodnej Politechniki Gdańskiej (1951), 1955 – doktorat (IPPT), 1957 – docent, 1961 – prof. nadzw., 1971 – prof. zwyczajny. Pracownik naukowy Politechniki Gdańskiej (1947–1952). Od 1952 do 1997 w IPPT. Kierownik Prac. Mechaniki Ciała Stałego, z-ca dyrektora IPPT d.s. Naukowych (1963–1970), kier. Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych. Od 1993 zastępca Przewodniczącego, a w latach 1995–1999 Przewodniczący Rady Naukowej IPPT. Redaktor naczelny Arch. Mech. Stosowanej (1982–1997), Rozpraw Inżynierskich (1986–1998). Sekretarz Kom. Red. 10-tomowego wydawnictwa PAN „Encyklopedia Mechaniki Technicznej”, współautor i red. tomu IV pt. „Sprężystość”. Autor ponad 60 prac dotyczących teorii sprężystości, zwłaszcza ośrodków i płyt anizotropowych, naprężeń cieplnych i termosprężystości, teorii naprężeń momentowych oraz teorii pękania i propagacji szczelin w ośrodkach ciągłych. Promotor 6 doktoratów.

Zaowocowało to wkrótce licznymi oryginalnymi wynikami. Powstało wiele ścisłych i przybliżonych rozwiązań zagadnień termosprężystości dla ciał o rozmaitych kształtach i różnych sposobach ogrzania. Otrzymano m.in.:

- rozwiązania osobliwe przedstawiające odpowiedź układu na działanie źródeł ciepła (W. Nowacki);

- rozkłady naprężeń wywołane nieciągłymi polami temperatury (J. Ignaczak 1958);

- rozszerzenia tych rozwiązań na pola sprężone (M. Sokołowski).

Rozwiązanie J. Ignaczaka (AMS, 1958) dla ustalonych naprężeń cieplnych w długim walcu z nieciągłym ogrzaniem poboczniczy zostało uogólnione w innych ośrodkach na problemy nieustalone w czasie. Tematykę tę podjął w latach 80. T. Roźnowski, co zaowocowało monografią „Ruchome źródła ciepła w termosprężystości” (PWN 1988, wyd. angielskie 1989). Praca, M. Sokołowskiego (1960) o naprężeniach cieplnych w kuli i w walcu wykonanych z materiału o własnościach zależnych od temperatury, została przetłumaczona w roku 1961

przez US Army Air Force. Z. Olesiak z I.N. Sneddonem (Arch. Rat. Mech. Analysis, 1960) otrzymali ścisłe rozwiązanie problemu termosprężystości dla ciała ze szczeliną kołową cytowane w wielu monografiach. Szereg rozwiązań dla naprężeń cieplnych w powłokach i obszarach ograniczonych powierzchniami zakrzywionymi uzyskał Z. F. Baczyński.

Wyniki te zostały podsumowane w monografii W. Nowackiego „Problemy termosprężystości” (1961), tłumaczonej i wznawianej (1962, 1986), a także stały się m. in. trzonem sesji naukowej w CISM (1977) i odpowiedniego tomu w serii Springerera.

Elastodynamika

W latach 1961 – 1965 uzyskano kompletny opis elastodynamiki izotermicznej w naprężeniach i przy pomocy tego opisu podano rozwiązania szeregu zagadnień, które w opisie przemieszczeniowym były nieznanne; w szczególności podano nowe rozwiązania opisujące fale powierzchniowe w niejednorodnej półprzestrzeni sprężystej (J. Ignaczak, AMS, 1963). Ten naprężeniowy opis elastodynamiki trafił do renomowanych monografii i podręczników. Kontynuacja tej tematyki w latach 90 przyniosła m.in. tensorową klasyfikację fal sprężystych (J. Ignaczak, 1993).

W kontekście elastodynamiki należy także wymienić prowadzone w IPPT badania z zakresu akustyki ośrodków sprężystych. Ich wynikiem jest m. in. podręcznik Z. Wesołowskiego „Akustyka ciała sprężystego” (1989). Rezultaty te, wraz z poprzednio wymienionymi oraz z wynikami badań w zakresie teorii nieliniowej (patrz poniżej) stały się też kanwą poświęconej nieliniowej elastodynamice specjalnej sesji CISM koordynowanej przez Z. Wesołowskiego i powstałego w jej wyniku odpowiedniego tomu z serii Springerera (1978).

W. K. Nowacki i B. Raniecki (Proc. Vibr. Probl., 1967) uogólnili metodę Goodiera kwazistatycznej termosprężystości na przypadek dynamicznej termosprężystości i termolepkosprężystości ilustrując je rozwiązaniem jednowymiarowego problemu uderzenia termicznego na półprzestrzeń.

Prace K. Sobczyka (1966, 1974) dotyczące m. in. rozpraszania fal sprężystych na powierzchniach z losową chropowatością omawiane są w artykule „Stochastyczna mechanika materiałów i konstrukcji”

Należy tu także wymienić wspomniany już fundamentalny podręcznik W. Nowackiego „Dynamika konstrukcji” (1961, tłumaczenia: angielskie 1963, rosyjskie 1963, niemieckie 1974).

Nieliniowa teoria sprężystości

Z początkiem lat sześćdziesiątych nastąpił zwrot zainteresowań szeregu badaczy z IPPT-owskiej szkoły teorii sprężystości w kierunku statycznej i dynamicznej teorii sprężystości nieliniowej. Otrzymano szereg wartościowych wyników dotyczących stateczności i drgań elementów konstrukcyjnych przy skończonych deformacjach (Z. Wesołowski, AMS, 1963, 1964) i małych deformacji nałożonych na duże (H. Zorski). Powstało wreszcie kilka cennych monografii Cz. Woźniaka i Z. Wesołowskiego, także dotyczących zastosowań do konstrukcji (patrz wykaz na końcu).

Henryk Zorski (ur. 1927)



Mechanik, absolwent Szkoły Inżynierskiej Wawelberga i Rotwanda (1951) i WAT (1954). 1955 – doktorat, 1960 – habilitacja, 1962 – prof. nadzwyczajny, 1973 – prof. zwyczajny, 1989 – członek korespondent PAN. Pracownik IPPT od 1957 do 1997, kierownik pracowni Teorii Sprężystości (1962–1968), Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych (1968–1980) i Zakładu Mechaniki Cieczy i Gazów (1980–1995). Dziedziny Jego działalności naukowej: teoria płyt i powłok; teoria dyslokacji; podstawy teorii ośrodka ciągłego; mechanika nieliniowa i biopolimery; mechanika i termomechanika łańcuchów dyskretnych i ciągłych. Autor ok. 100 publikacji w renomowanych czasopismach, promotor 18 doktoratów. Reprezentant Polski w zgrupowaniu ogólnym IUTAM (1991–2002). Organizator konferencji krajowych i międzynarodowych. Jeden z założycieli, we władzach a potem czł. honorowy International Society for Interaction between Mechanics and Mathematics (ISIMM). Członek Akademii Nauk w Bolonii. Laureat Nagrody im. T. Hubera.

Należy zwrócić też uwagę na pracę G. Zhong-Henga ze swym promotorem W. Urbanowskim (AMS, 1963) o stateczności niekonserwatywnych układów poddanych skończonym odkształceniom, która zapoczątkowała światową karierę doktoranta – późniejszego Członka Zagranicznego PAN.

Teoria kompozytów sprężystych

W teorii tej zagadnieniem podstawowym jest określenie uśrednionych własności kompozytu na podstawie geometrii i własności materiałowych jego składników. Cz. Eimer podjął tematykę kompozytów już w latach sześćdziesiątych widząc w niej podstawową dyscyplinę pozwalającą opisać zachowanie betonu. Zwrócił przy tym uwagę na konieczność uwzględnienia warstwy granicznej przy formułowaniu zagadnień brzegowych dla takich ośrodków (Arch. Mech., 1968). Zagadnienie to rozwinął w rozprawie doktorskiej A. Trzęsowski. Podejście stochastyczne do tego zagadnienia reprezentują prace K. Sobczyka (np. Proc. Vibr. Probl., 1970) omawiane w osobnym artykule.

Badania nad kompozytami betonopodobnymi omawiane są w artykule „Kompozyty o

matrycach kruchych”, zaś późniejszym wynikiem dotyczącym uśredniania własności kompozytów poświęcony jest poniżej rozdział „Ośrodki z mikrostrukturą i homogenizacja”

Elastoptyka

Badania w dziedzinie elastoptyki omawiane są w artykule „Mechanika doświadczalna ciała stałego”. W tym miejscu wzmiankujemy jedynie wyniki teoretyczne mające zastosowanie w tej technice.

R. Wojnar (1973, 1977) zaproponował metodę określania dynamicznego pola naprężeń w izotropowej płycie elastoptycznej, polegającą na kombinacji obrazu izochrom otrzymanych doświadczalnie z rozwiązaniem naprężeniowego równania ruchu, oraz wprowadził do elastoptyki zastosowanie macierzy Jonesa. Podał on również nowy sposób wyznaczania współczynnika Poissona, wykorzystując rozwiązanie teorii sprężystości dla czystego zginania oraz odbiciową metodę mory. Należy tu też wymienić prace J. Komorowskiego i J. Stupnickiego dotyczące błędów w odczycie rzędu izochromy. Związek z metodologią badań elastoptycznych miały także prace M. Rogozińskiego, który zaproponował ciekawą 2-wymiarową metodę Mory.

Podobnie jak i w innych działach teorii sprężystości, analizę elastoptyczną wspomagały w tym czasie elektroniczne maszyny cyfrowe. Prace w tej dziedzinie omawiane są w rozdziale „Mechanika komputerowa” artykułu „Informatyka stosowana”. Tu możemy przypomnieć, że jedne z pierwszych zaawansowanych zastosowań technik numerycznych dotyczyły badań doświadczalno-numerycznych zapór wodnych prowadzonych przez grupę R. Doroszkiewicza przy cennym udziale J. Szmeltera (WAT).

Tematyka badań w okresie 1977 – 2002

Podsumowaniem prac z teorii sprężystości prowadzonych w IPPT w latach 1952 – 1976 i zapowiedzią kierunków dalszej działalności w tej dziedzinie jest dzieło zbiorowe „Sprężystość” (PWN, 1978) po redakcją M. Sokołowskiego. Autorami poszczególnych rozdziałów byli: Z. Mossakowska (Samonapężenia i dyslokacje), W. Nowacki (Teoria sprężystości), M. Sokołowski (Termosprężystość) i Z. Wesołowski (Nieliniowa teoria sprężystości). Rok 1978 jest też rokiem założenia czasopisma „Journal of Thermal Stresses” przez R. B. Hetnarskiego, wychowanka Instytutu, a wtedy profesora w Rochester Institute of Technology.

Termosprężystość z czasami relaksacji

W termosprężystości z jednym czasem relaksacji zarówno pola mechaniczne jak i termiczne propagują się ze skończonymi prędkościami. Jednym z pierwszych, który zaczął uprawiać w IPPT termosprężystość z czasami relaksacji był S. Kaliski (1965).

W omawianym okresie opublikowano dziesiątki artykułów z tej dziedziny, napisanych m.in. przez J. Ignaczaka i współpracowników (M. Jakubowska, J. Biały, R. Wojnar). Wśród tych artykułów na uwagę zasługują prace zawierające twierdzenia o obszarze wpływu dla anizotropowych niejednorodnych termosprężystych ciał z czasami relaksacji i ścisłe rozwiązanie jednowymiarowego problemu dynamicznej termosprężystości dla półprzestrzeni oraz rozwiązanie problemu Rayleigha–Lamba w termosprężystości z dwoma czasami relaksacji. Na uwagę zasługują modele nieliniowej termosprężystości przenoszące fale solitonopodobne, zaproponowane przez R.B. Hetnarskiego i J. Ignaczaka. Uogólniona termosprężystość opisująca propagację fal w warstwie doprowadziła do powstania teorii wielomianów termosprężystości (J. Ignaczak, 1989)

Alternatywny model ciała, w którym zaburzenia propagują się ze skończonymi prędkościami (tzw. „semi-empiryczna skala temperatur”) zaproponowali również W. Kosiński i P. Perzyna (AMS, 1972) wykorzystując podejście z parametrami wewnętrznymi. Rozwinięciem tej koncepcji jest model przedstawiony przez W. Kosińskiego, m.in. z V.A. Cimmellim (1989), z jedną skalarną zmienną reprezentującą historię temperatury. Teoria ta znalazła eksperymentalne podstawy dla bardzo niskich temperatur i dla krótkich impulsów laserowych.

Tensor sprężystości i symetria praw fizycznych

J. Rychlewski ze współpracownikami (J. Ostrowska-Maciejewska, A. Blinowski) badał strukturę matematyczną tensora sprężystości. Nadając ścisłą postać matematyczną znanym uwagom Piotra Curie o symetrii przyczyn i skutków w układach fizycznych udowodnił twierdzenie o możliwości sprowadzenia każdej anizotropowej funkcji do funkcji izotropowej z dodanymi tensorami

parametrycznymi odpowiedzialnymi za anizotropię. Wyniki te zostały zebrane w monografii: J. Rychlewski „Symetria przyczyn i skutków” (PWN, 1991).

Fundamentalne, acz nieoczekiwane wnioski otrzymano rozważając najprostsze, ale i najważniejsze dla zastosowań – prawo Hooke’a. Tensorem parametrycznym opisującym anizotropię ciała sprężystego jest tu tensor sztywności. Rozwinięto dwa podstawowe rozkłady tensora sztywności:

- rozkład spektralny (1984), wprowadzając pojęcie stanów własnych modułów sztywności nazwanych modułami Kelvina
- rozkład izotropowy (2000) wydzielający z tensora sztywności jednoznacznie określoną część izotropową i część całkowicie bezśladową.

Podane rozkłady są wielokrotnie cytowane w nowych pracach z tej dziedziny. Pozwoliły m. in. na wykrycie klasy materiałów anizotropowych przewodzących fale podłużne tak jak materiały izotropowe oraz materiałów istotnie anizotropowych ale o jednakowym module ścinania dla każdej pary kierunków.

Ośrodki z mikrostrukturą i homogenizacja

Badania w tej dziedzinie były rozwinięciem wczesnych wyników omawianych w rozdziale „Teoria kompozytów sprężystych”. W latach 1990–2000 prowadzono badania własności zastępczych niejednorodnych ośrodków sprężystych, takich jak kompozyty, ośrodki porowate, ośrodki niejednorodne modelujące tkankę biologiczną, i inne. Cz. Woźniak, Z. F. Baczyński i J. Ignaczak zaproponowali nową teorię sprężystych i termosprężystych laminatów mikroperiodycznych z mikrostrukturą (ZAMM, 1996; J. Therm. Str., 1997).

Teoria ośrodków mikroniejednorodnych i kompozytów oparta na wykorzystaniu deterministycznych i stochastycznych metod homogenizacji została rozwinięta w latach 90 przez zespół J. J. Telegi. Przedmiotem badań były ośrodki sprężyste i niesprężyste oraz wpływ pól niemechanicznych (termicznych, elektrycznych, magnetycznych oraz dyfuzji) na własności efektywne. Obszerna monografia (T. Lewiński, J. J. Telega, 2000) stanowi podsumowanie wieloletnich badań w tej dziedzinie, jak również w zakresie projektowania optymalnego sprężystych płyt i powłok z wykorzystaniem metod relaksacji i homogenizacji.

Wykorzystując wyższe człony rozwinięcia w asymptotycznej teorii homogenizacji B. Gambin wraz z E. Krönerem (Stuttgart) otrzymali nielokalne związki konstytutywne dla materiału sprężystego o periodycznej niejednorodności. Związki te stanowią punkt wyjścia do teorii propagacji fal w kompozytach uwzględniającej efekt skali, a więc zjawiska dyspersji, rozpraszania i tłumienia. Wyniki te przedstawiono w szeregu publikacji, a na ich podstawie powstał skrypt dla doktorantów (Politechnika Poznańska, 1986).

Pseudosprężystość materiałów z pamięcią kształtu

Wyjaśnienie mechanizmów występowania zjawiska pamięci kształtu w niektórych stopach wymagało budowy adekwatnych modeli fizycznych. Jeden z takich modeli zaproponowany został przez K. Wilmańskiego i I. Muellera (Nuovo Cimento, 1980) i jest rozwijany do dzisiaj.

W ramach współpracy IPPT z ośrodkami w Japonii i Francji B. Raniecki z zespołem oraz K. Tanaka i Ch. L'excellent zbudowali jedną z pierwszych w świecie trójwymiarową teorię ter-

modynamiczną zjawiska pseudosprężystości objawiającego się w formie zamkniętej pętli histerzy przy odkształcaniu stopów z pamięcią kształtu w wysokich temperaturach. Teoria ta (Arch. Mech., 1992; Eur. J. Mech. A, 1998) znalazła duży oddźwięk w literaturze i była do tej pory ponad 100-krotnie cytowana. Teoria Ranieckiego–Lexcellenta–Tanaki (RLT) jest weryfikowana doświadczalnie w Japonii i w IPPT (por. artykuł „Doświadczalna mechanika ciała stałego”).

Podstawy mikrotermomechaniki przemian fazowych zostały przedstawione w obszernej pracy B. Ranieckiego w książce „Podstawy termomechaniki materiałów z pamięcią kształtu” (red. W. K. Nowacki, IPPT, 1996).

Zakończenie

Powyższa prezentacja dotyczy wyników uzyskanych w IPPT w dziedzinie dość wąsko pojętej teorii sprężystości, t.j. klasycznej (statycznej i dynamicznej) sprężystości i termosprężystości. Wyniki w dziedzinach pokrewnych do tak pojętej teorii omawiane są w innych artykułach, choć często dotyczą osób wymienianych powyżej. Badania w zakresie dyslokacji, szczelin oraz niesymetrycznej sprężystości i ośrodków ze strukturą omawiane są w artykule „Ośrodki sprężyste z defektami i strukturą”, wyniki dotyczące zagadnień sprzężonych (głównie – sprężysto-magnetycznych) – w artykule „Teoria Pól Połączonych”, zaś aspekty termodynamiczne badań – w związku z artykułem „Lepkoplastyczność i plastyczność dynamiczna”.

Pewnym miernikiem dorobku IPPT oraz jego udziału w polskiej twórczości naukowej w omawianych dziedzinach jest bardzo znaczny liczbowy udział pracowników Instytutu w publikacjach książkowych polskich autorów. Zainteresowanych odsyłamy do opracowania bibliograficznego polskich źródeł mechaniki: J. J. Telega, R. Wojnar „Main Polish historical and modern sources on applied mechanics”, Appl. Mech. Rev. (1996).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Nowacki W., *Problemy termosprężystości*, PWN, Warszawa 1961; wyd. angielskie: PWN-Pergamon, 1962, rozszerzone wznowienie: 1986.

Nowacki W., *Dynamiczne zagadnienia termosprężystości*, IPPT, Warszawa 1966; wyd. angielskie PWN-Noordhoff, 1975.

Woźniak Cz., *Nieliniowa teoria powłok*, IPPT-PWN, Warszawa 1966.

Woźniak Cz., *Podstawy dynamiki ciał odkształcalnych*, IPPT-PWN, Warszawa 1969.

Nowacki W., *Teoria sprężystości*, PWN, Warszawa 1970; wyd. rosyjskie: Mir 1975.

Wesołowski Z., Woźniak Cz., *Podstawy nieliniowej teorii sprężystości*, IPPT-PWN, Warszawa 1970.

Wesołowski Z., *Dynamiczne problemy nieliniowej teorii sprężystości*, PWN, Warszawa 1974., wyd. rosyjskie: Naukova Dumka, Kiev 1981.

Sokołowski M. [red.], *Sprężystość*, w serii Mechanika Techniczna, PWN, Warszawa 1978.

Wesołowski Z. [ed.], *Nonlinear dynamics of elastic bodies*, CISM Lecture Notes & Courses, Springer, Wien-N.York 1978.

Ignaczak J., *Termosprężystość ze skończonymi prędkościami falowymi*, Ossolineum, Wrocław 1989.

Nowacki W., Olesiak Z. S., *Termodyfuzja w ciałach stałych*, PWN, Warszawa 1991.

Kleiber M., Woźniak Cz., *Nonlinear mechanics of structures*, PWN-Kluwer, Warszawa-Dordrecht 1991.

Lewiński T., Telega J. J., *Plates, laminates and shells, asymptotic analysis and homogenization*, World Scientific, Singapore 2000.

ÓŚRODKI SPRĘŻYSTE Z DEFEKTAMI I STRUKTURA

Henryk Zorski

Klasyczna teoria ośrodków ciągłych z trzema lokalnymi stopniami swobody okazała się niewystarczającą do opisu rzeczywistych materiałów o złożonej strukturze i skomplikowanych ruchów. Stąd wynikła konieczność wprowadzenia do teorii klasycznych dodatkowych stopni swobody (np. obrotów), defektów (dyslokacje, pęknięcia, dysklinacje), struktur wewnętrznych i więzów. Miało to na celu, w pierwszym rzędzie, uwzględnienie własności materiałów i zjawisk na poziomie układów dyskretnych i różnych skal.

W Polsce prekursorem badań w powyższych dziedzinach był zespół Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych zgrupowany wokół profesora Witolda Nowackiego. Jego prace na temat niesymetrycznej sprężystości stanowiły zaczątek „polskiej szkoły” w tej dziedzinie. O międzynarodowej pozycji tej szkoły świadczą m. in. prowadzenie przez naukowców IPPT sesji naukowych w Międzynarodowym Centrum Nauk Mechanicznych (CISM, Udine) poświęconych nielokalnym i niesymetrycznym teoriom.

Teoria defektów skupionych i ich pól

Opracowano ogólną teorię defektów powierzchniowych w ośrodku sprężystym (H. Zorski, Arch. Mech., 1966). Znalaziono statyczne i dynamiczne rozwiązania równań pola defektów punktowych (małe pętle dyslokacji i dysklinacji, wtrącenia, wakansje); zbadano charakter osobliwości pól naprężeń, (E. Kossecka, J. Kossecki, Z. Mossakowska J.P. Nowacki).

Wykazano istnienie i zbadano własności masy połowej defektu punktowego. Wyprowadzono zasadę wariacyjną i równania ruchu defektów punktowych w liniowym ośrodku sprężystym (E. Kossecka, H. Zorski, 1967). Opracowano model defektu skupionego w ośrodku nieliniowym (H. Zorski, Int. J. Solids Struct., 1974).

Wyprowadzono brzegowe równanie całkowite opisujące równowagę płaskiej szczeliny w zewnętrznym polu naprężeń (E. Kossecka, 1971). Sformułowano dynamiczny problem niezgodności i podano ogólne rozwiązania równań pola w ośrodku z niezgodnościami. Wykazano równoważność trzech możliwych ujęć statycznej i dynamicznej teorii dyslokacji i dysklinacji (E. Kossecka; Arch. Mech., 1974, 1977).

Szereg wymienionych tu wyników dotyczących pól naprężeń od defektów wykorzystano w opracowaniu Z. Mossakowskiej „Samonapężenia i dyslokacje” (por. monografia „Sprężystość”, 1978).

Ciągłe rozkłady dyslokacji

Przedstawiono konstrukcję i zbadano własności geometrii riemannowskich i nieriemannowskich ośrodków z ciągłymi rozkładami dyslokacji, charakterystyki których wyrażają się przez tensory krzywizny skręcenia i t.p. Podano odpowiednie własności metryczne i niemetryczne. Wyniki te podsumowano w monografii: „Théorie mathématique des dislocations”, Dunod, 1967.

Marek Żórawski (1934–1987)



Absolwent Wydziału Budownictwa Przemysłowego PW (1957) oraz Wydz. Matematyki U.W. (1959). Doktorat (1960) i habilitacja (1963) w IPPT. W latach 1957–1967 i 1975–1987 w IPPT (od 1963 – docent). 1963–1966 – wykładowca na Uniwersytecie w Sheffield, 1967–1970 na

Uniwersytecie Paryskim (Sorbona), 1972–1975 na Politechnice Sztokholmskiej. Wybitny naukowiec z dziedziny teorii dyslokacji. Autor pierwszej polskiej monografii w tej dziedzinie (*Théorie mathématique des dislocations*, Dunod, Paris 1967). Naukowiec i artysta: muzyk, malarz, twórca teatralny, filmowiec. W czasie pobytu w Sheffield – zwycięzca konkursu Chopinowskiego w tym mieście. Pobyt w Paryżu – to 2 indywidualne wystawy malarskie. Pobyt w Sztokholmie – to także wystawa malarska i prace reżyserskie w Teatrze Królewskim. Szwedzka TV wystawiła m. in. jego sztukę wg bajki o plutonie, którą opowiadał swemu synkowi. Badacz religii ezoterycznych; autor filmu etnograficznego o sekcje Woodoo.

Do teorii rozkładów ciągłych dyslokacji Ł. Turski (1970) wprowadził pojęcie pól z cechowaniem; zbudowano tu odpowiednią zasadę wariacyjną, równania podstawowe ruchu i zachowania. Prace z tego zakresu kontynuowano później w innych placówkach badawczych w kraju.

W ramach statystycznej teorii ciągłych rozkładów dyslokacji zbudowano dwa modele (sprowadzające się do defektów punktowych w liniowych ośrodkach sprężystych): dla defektów punktowych w 3D i prostych linii dyslokacji w 2D (H. Zorski, 1968; A. Radowicz 1969, B. Gambin, W. Larecki, H. Zorski, 1999, 2000).

Na podstawie równań ruchu defektów punktowych, przy wykorzystaniu metod fizyki statystycznej, wyprowadzono równania dynamiki mieszaniny: liniowe ciało sprężyste i „gaz” dyslokacji. Wyprowadzono równania zachowania i przeanalizowano podstawowe własności nieliniowej mieszaniny: hiperboliczność i powstawanie powierzchni nieciągłości. Znalaziono rozwiązania szczególne dla przypadku jednowymiarowego.

Teoria pękania, szczeliny

Badania w dziedzinie teorii pękania materiału były przedłużeniem zainteresowania w latach 60. zagadnieniami płyt i tarcz o nieciągłych warunkach brzegowych. W ramach ogólnej teorii defektów zbudowano modele szczeliny dla wszystkich trzech typów jej obciążenia (M. Matczyński, M. Sokołowski). Wyznaczono siły oddziaływania pola zewnętrznego na szczelinę i szczelin na siebie (M. Matczyński, M. Sokołowski, H. Zorski, 1979, 1982).

Podano podstawowe rozwiązania dla ruchu szczelin ze stałą prędkością; zbadano ich zachowanie pod wpływem obciążeń periodycznie zmiennych w czasie (M. Matczyński, 1975).

Zbadano problemy kontaktowe związane z częściowym otwieraniem się i zamykaniem szczelin pod wpływem obciążeń i temperatury (M. Matczyński, M. Sokołowski, *Theor. Appl. Fracture Mech.*, 1989) oraz szczelin wypełnionych przewodzącym gazem (M. Matczyński, 1999).

Defekty strukturalne i nieklasyczne ośrodki ciągłe (D. Rogula)

W dziedzinie defektów strukturalnych opracowano dynamiczną teorię dyslokacji w ośrodkach z akustyczną dyspersją przestrzenną (1965). Opracowano dyskretne modele atomowe dyslokacji i szczelin. Na podstawie twierdzenia Noethero dla symetrii materiałowych skonstruowano

teorię sił materiałowych działających na niejednorodności i defekty strukturalne (1977). Opracowano teorię nieregularnych struktur dyskretnych.

W dziedzinie ośrodków strukturalnych i nieklasycznych ośrodków ciągłych zbudowano model pseudokontinuum. Wykazano istnienie rezonansów kinematycznych w układach dyskretnych o strukturze periodycznej. Opracowano teorię osobliwości rozwiązań podstawowych dla ośrodków gradientowych dowolnego rzędu i dla oddziaływań nielokalnych.

W dziedzinie metod topologicznych fizyki kontinuu opracowano teorię topologicznych konfiguracji pól i defektów opartych na teorii homotopii (1976). Przy pomocy metod teoriogrupowych wyznaczono topologiczne przestrzenie parametrów porządku dla złożonych struktur krystalicznych. Rozwiązano problem geometrycznej kompatybilności topologicznych pól dystorsji w układach płaskich.

Ośrodki z wewnętrzną strukturą i dodatkowymi stopniami swobody

Ogólna teoria liniowych ośrodków sprężystych z wewnętrznymi stopniami swobody była intensywnie rozwijana od początku lat 60. przez W. Nowackiego. Wykorzystując klasyczne i nowe potencjały sprężyste sformułował on i usystematyzował ogólną teorię oraz podał ogólne postacie rozwiązań zagadnień granicznych. Wyniki te zostały przedstawione w jego fundamentalnej monografii „Teoria niesymetrycznej sprężystości”, która począwszy od pierwszego wydania (1971) była wznawiana w kolejnych rozbudowanych wersjach.

S. Kaliski podał dyskretny model ośrodka z sześcioma stopniami swobody, zaś Cz. Rymarz przedstawił (1968) wersję teorii Cosserata uwzględniającą wyższe gradienty pól deformacji. Autorzy ci rozwiązali (1968) zagadnienie fal powierzchniowych (na gałęziach akustycznej i optycznej) w ośrodkach złożonych, podając krzywe dyspersyjne. Cz. Rymarz przedstawił mikrostrukturalny model ciągły kryształu jonowego stosując metodę pseudokontinuum.

Teoria ośrodków włóknistych sformułowana przez Cz. Woźniaka umożliwiła tworzenie modeli ciągłych układów siatkowych. Wprowadzenie dodatkowych stopni swobody do ośrodka Cosserata pozwoliło na budowanie modeli ciągłych konstrukcji inżynierskich.

Teoria więzów wewnętrznych w ośrodkach ciągłych została zbudowana przez Cz. Woźniaka. Określono podstawy mechaniki takich ośrodków – równania ogólne i zastosowania inżynierskie. Rozwinięto teorię ciał wiotkich, w szczególności dla materiałów tekstylnych.

Ciekłe kryształy, których stan przejawia jednocześnie cechy cieczy i ciała stałego były badane przez Cz. Rymarza oraz E. Radzikowską i R. Kotowskiego. Przedstawiono mechaniczno-elektromagnetyczne modele ośrodka ciekłokrystalicznego (równania konstytutywne, równania ruchu i zachowania, zasady wariacyjne) oparte na rozwinięciu dwóch wariantów teorii mezoskopowych: direktorowej (Cz. Rymarz) oraz mikropolarnej (E. Radzikowska, Cz. Rymarz).

Związki pomiędzy równaniami ośrodków Cosserata a równaniami fizyki (Heaviside'a, Maxwella i Diraca) badane w szeregu prac (1982–1997) J. Kurlandzkiego pozwoliły na jednolite podejście do niektórych liniowych równań mechaniki i fizyki.

Wewnętrzne stopnie swobody okazują się być konsekwencją dyskretności równań mechaniki, co wykazał H. Zorski (1974). Zbadał on strukturę tensora naprężeń i innych wielkości ośrodka ciągłego, która – jak wykazano – wynika w sposób deterministyczny z równań układów punktowych.

Ogólne podstawy nieklasycznych teorii nieliniowych zostały przedstawione przez K. Wilmańskiego (Arch. Mech., 1968). Podano zasadę wariacyjną dla układów z oddziaływaniami da-

lekozasięgowymi. Zdefiniowano przestrzenie klasycznych i mikroskopowych stopni swobody. Z powyższych wynikają modele szczególne (np. Cosserat); zbadano przejścia asymptotyczne prowadzące do modeli przybliżonych.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Żórawski M., *Théorie mathématique des dislocations*, Dunod, Paris 1967.

Woźniak Cz., *Siatkowe dźwigary powierzchniowe*, PWN, Warszawa 1970.

Nowacki W., *Teoria niesymetrycznej sprężystości*, PWN, Warszawa 1971, 264; 2 wyd. rozszerzone: 1981, 1 wyd. ang.: CISM Courses & Lectures, Springer 1972; 2 wyd. rozszerzone: PWN-Pergamon 1986.

Czarnota-Bojarski R.E., Sokołowski M., Zorski H. [eds.], *Trends in Elasticity and Thermoelasticity – Witold Nowacki Anniversary Volume*, Wolters-Noordhoff, Groningen 1971.

Sokołowski M., *O teorii naprężeń momentowych w ośrodkach ze związanymi obrotami*, PWN, Warszawa 1972, wyd. ang.: CISM Lecture Notes & Courses, Springer, Wien-N.York 1972.

Nowacki W., Olszak W. [eds.], *Micropolar Elasticity*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien-N.York, 1974.

Mossakowska Z., *Samonaprężenia i dyslokacje: Sprężystość*, [red.] Sokołowski M. *Mechanika Techniczna t. IV*, PWN, Warszawa 1978.

Rogula D. [ed.], *Nonlocal Theory of Material Media*, CISM Courses & Lectures, Springer-Verlag, Wien-N.York 1982.

Maczyński M., Sokołowski M., Zorski H., [in:] *Defects and Fracture*, Eds. Sih G., Zorski H., Nijhoff, Haga 1982.

Woźniak Cz., Kleiber M., *Nieliniowa mechanika konstrukcji*, PWN, Warszawa 1982, rozszerzone wyd. ang.: PWN-Kluwer, 1991.

Zorski H. [red.], *Podstawy mechaniki, Mechanika Techniczna T. I*, PWN, Warszawa 1985, wyd. ang.: PWN-Elsevier, Warszawa–Amsterdam 1992.

Rymarz Cz., *Mechanika ośrodków ciągłych*, PWN, Warszawa 1993.

PODSTAWY TEORII PLASTYCZNOŚCI

Jan Rychlewski, Henryk Petryk

Początki – Waław Olszak

Był to czas dźwignania kraju, odbudowy, a i budowania od podstaw całej struktury nauki polskiej: uczelni, instytutów, zespołów badawczych, Polskiej Akademii Nauk. Wszyscy, nauczyciele i uczniowie, pracowali z zapałem i wiarą. Zespoły naukowe, które w tym pionierskim, niepowtarzalnym czasie ukształtowały się i zaczęły niebawem sprawdzać się, tworzone były przez ludzi dobrze wykształconych przed wojną, w kraju i w Europie, w kwiecie wieku, mających w świecie wiele przyjaźni, pełnych werwy i stęsknionych do działania.

Takim właśnie liderem był w naszym przypadku Waław Olszak (patrz nota biograficzna). Cechy osobowe, a w tym przede wszystkim ogromna życzliwość i kultura osobista, a także umiejętność uważnej oceny możliwości adeptów – zapaleńców, pozwoliły Waławowi Olszakowi skupić wokół siebie w ciągu kilku lat zespół zdolnych młodych ludzi, większość z których wkrótce stała się znana ze swych wyników, przynosząc mu chlubę. Jego doświadczenie, wiedza i wyczuwanie dały także możliwość wyboru dobrych kierunków badawczych. Głównym wyborem była *teoria plastyczności*.

Od samego początku grupa W. Olszaka, której tron powstał w IPPT, była najszerzej otwarta na żywe kontakty z całym środowiskiem naukowym kraju w tej dziedzinie, zwłaszcza politechnicznym (Z. Marciniak, M. Życzkowski, W. Szczepiński, H. Frąckiewicz, W. Gutkowski i inni).

Seminarium poniedziałkowe

Od początku, przez blisko 50 lat, w prawie każdy poniedziałek zbiera się założone przez W. Olszaka, kierowane kilkadziesiąt lat przez niego, a później przez jego uczniów, Seminarium. Bez tego seminarium – polskiej szkoły teorii plastyczności by nie było. Ono było i pozostaje szkołą nauki, ale także i szkołą naukowej rzetelności oraz stałą wielką lekcją wzajemnego wzbogacania się i szacunku.

Seminarium poniedziałkowe było i jest w istocie permanentnie działającym sympozjum. Wystąpienie na nim jest zaszczytem. Prezentowali się tu uczeni z całego świata, a jego regularnymi uczestnikami bywali tacy znani dziś uczeni, odbywający długotrwałe staże naukowe w IPPT, jak S. Murakami, T. Inoue, B.E. Pobiedria. W pracy seminarium niemal od początku do dziś uczestniczą M. Janas, Z. Mróz, P. Perzyna, J. Rychlewski.

Pierwszy wybór – niejednorodność

Dość szybko ukształtował się pierwszy własny kierunek grona skupionego wokół Waława Olszaka. Była to *niejednorodność sprężysta i plastyczna*. Wybór okazał się trafny. Dziedzina zapowiadała się i okazała przyszłościową, nie była jeszcze na świecie szerzej uprawiana, miała oczywiste związki z opisem wielu konstrukcji i realnych ciał naturalnych, stwarzała wreszcie możliwości szybkiego startu młodzieży bez uciążliwych i zbyt długotrwałych inwestycji wstępnych.

Zespół teorii plastyczności IPPT i współpracujących uczelni stał się dość szybko znanym w świecie gronem ekspertów w obranej dziedzinie. Dowodem jego prężności i osiągniętego poziomu było zorganizowanie w Warszawie już w 1958 roku Sympozjum IUTAM „Non-homogeneity in elasticity and plasticity”, z udziałem wybitnych międzynarodowych autorytetów w mechanice ciała stałego (M.A. Biot, D.C. Drucker, W.T. Koiter, N. I. Muschelishwili, F.K.G. Odqvist, W. Prager, W.W. Sokolowski).

Opis niejednorodności był rozwijany w IPPT w pierwszych 10-15 latach. Rozważano ciągłą zmianę modułów sprężystych i plastycznych wielu obiektów (problemy płaskie, konstrukcje). Nieciągłym zmianom własności (ciała i konstrukcje łączone) poświęcona była jedna z habilitacji. Osiągnięte przez zespół wyniki zreasumowane zostały w ujęciu monograficznym przez W. Olszaka, J. Rychlewskiego i W. Urbanowskiego w sławnej serii *Advances in Applied Mechanics* [1962]. Znacznie wzbogacone i rozszerzone ujęcie w języku rosyjskim [1964] odegrało znaczącą rolę w krajach ZSRR i krajach Europy Środkowej.

Zainteresowanie niejednorodnością dało później asumpt do nowoczesnych badań mikrostrukturalnych (uśrednianie modułów, homogenizacja itp.).

„Problem polski” – energetyczne kryteria uplastycznienia

Blisko 100 lat temu nieznanemu młodemu człowiekowi w nieznanym polskim czasopiśmie zaproponował jako kryterium lokalne wyczerpanie się sprężystości ciała izotropowego, osiągnięcie pewnej wartości progowej przez energię sprężystego odkształcenia postaciowego. Kryterium to stało się sławne, ale ... przypisane zostało R. von Misesowi a nie M.T. Huberowi.

Powstał problem uogólnienia energetycznej interpretacji kryterium Hubera na ciała anizotropowe, opisywane przez tensor sztywności sprężystej C i tensor graniczny sprężystości H , wprowadzony przez Misesa. Problem był żywo dyskutowany w Polsce (W. Burzyński i inni). Podejmując tę polską sztafetę zajęli się nim po wojnie w IPPT W. Olszak i W. Urbanowski (później J. Ostrowska i inni). Pełne rozwiązanie udało się wszakże znaleźć dopiero po trzydziestu latach, stosując technikę spektralnych rozkładów tensorów. Okazało się, że każde kwadratowe kryterium uplastycznienia ma jednoznaczny sens energetyczny: koniec sprężystości następuje wówczas, gdy pewna, ściśle określona dla pary C, H , suma energii sprężystych osiąga wartość progową (J. Rychlewski). Technika rozkładów spektralnych i inwariantnych tensorów czwartego rzędu pozwoliła później autorowi na zaproponowanie całkiem nowego podejścia do anizotropii ciał sprężystych i wykrycia nieoczekiwanych rodzajów ciał sprężystych.

Główne monografie

Pierwsza dekada intensywnej pracy zespołu teorii plastyczności dała podstawę do stworzenia w 1965 roku nowoczesnego podręcznika – monografii [1965]. Był on dziełem liczego zespołu (Z. Marciniak, Z. Mróz, W. Olszak, P. Perzyna, J. Rychlewski, A. Sawczuk, W. Szczepiński, M. Życzkowski). Mimo pewnej naturalnej niejednorodności, monografia była dostatecznie spójna, a co ważniejsze, klarowna i kompletna, obejmując praktycznie wszystkie działy rozwinięte i uprawiane podówczas w teorii plastyczności na świecie. Przez szereg lat monografia służyła jako podstawa zaawansowanego kształcenia zdolnych studentów i doktorantów. Jej zalety zostały dostrzeżone szeroko. W Rumunii ukazał się udoskonalony przez Autorów przekład.

Uznanie zyskał też przegląd nowoczesnych tendencji rozwojowych teorii plastyczności [1963], napisany przez W. Olszaka, Z. Mroza i P. Perzynę, później przetłumaczony na język rosyjski i czeski.

Wojciech Szczepiński (ur. 1924)



Absolwent Wydz. Mechanicznego Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda (1947) i Wydz. Mechanicznego Technologicznego PW (1954). 1960 – doktorat, 1964 – habilitacja (IPPT), 1971 – profesor nadzw., 1977 – prof. zwyczaj., od 1976 czł. koresp., a od 1989 czł. rzeczywisty PAN.

W IPPT 1962–1995, kierownik Prac. Badań Doświadczalnych Plastyczności (później Prac. Mechaniki Plastycznego Płynięcia), a także kierownik ZMOC (od 1982), przew. RN (1984–1986).

Jego działalność naukowa obejmuje głównie mechanikę stosowaną. Jest uznanym specjalistą w skali międzynarodowej w zakresie opracowania metod projektowania wytrzymałościowej konstrukcji wg kryterium nośności granicznej oraz doświadczalnej i teoretycznej analizy mechanizmów plastycznego płynięcia metali.

Autor 10 monografii o światowym zasięgu, ponad 120 prac; promotor 13 prac doktorskich; wieloletni członek prezydium PAN, Sekretarz (Przewodniczący) IV Wydz. Nauk Technicznych PAN, wice- a następnie przew. Komitetu Mechaniki PAN (1980–1986); czł. zwyczajny WTN; czł. Centralnej Komisji ds. Tytułów i Stopni Naukowych (1973–1993); delegat do CISM i IUTAM. Doktor honoris causa WAT i Politechniki Świętokrzyskiej.

nowiąca podstawowe źródło informacji o aktu alnym stanie rozwoju teorii plastyczności w skali międzynarodowej. W monografii [1985], powstałej z wybranych prac prezentowanych na drugiej konferencji pod znamienym tytułem „Plastyczność Dzisiaj”, znaczący udział mają nieprzypadkowo prace powstałe w IPPT, w tym artykuł wstępny autorstwa M. Kleibera i B. Ranieckiego.

Rozwijanie klasycznych działów teorii plastyczności

Deformacyjnej teorii plastyczności nie poświęcano u nas większej uwagi. Wiele zrobiono natomiast w teorii plastycznego płynięcia.

Rozwijano i stosowano teorię idealnie plastycznych stanów płaskich (J. Rychlewski). W. Szczepiński wraz ze swymi współpracownikami (L. Dietrich i inni) skonstruował szereg pól

W latach późniejszych w IPPT powstawały podręczniki i ujęcia monograficzne rozwijające wspomnianą monografię z roku 1965. W. Szczepiński napisał książkę poświęconą teorii obróbki plastycznej metali i jej zastosowaniom [1967]. Jej walory, w tym zarówno zakres jak i przystępne ujęcie przedmiotu, były szeroko docenione, także za granicą gdyż ukazała się rozszerzona wersja książki w języku angielskim [1979], a także chińskim. Dydaktyczne ujęcie teorii plastycznego płynięcia zawarł W. Szczepiński w innej monografii-podręczniku [1978]. Monografie W. Szczepińskiego [1974] i Z. Mroza (z R. Izbićkim) [1976] przedstawiały teorię ośrodków idealnie plastycznych w zastosowaniu do ośrodków sypkich, gruntów i skał – ta tematyka jest omówiona szerzej w innym rozdziale niniejszego tomu. Monografie opracowane przez A. Sawczuka ze swymi współpracownikami, przedstawione bliżej w rozdziale dotyczącym teorii konstrukcji, mogą być traktowane jako kolejne zastosowania teorii plastyczności rozwijanej w IPPT.

A. Sawczuk zorganizował w latach 1972 i 1983 dwie ważne konferencje międzynarodowe z zakresu teorii plastyczności, które zgromadziły szereg wybitnych uczonych z całego świata. Rezultatem pierwszej z nich była dwutomowa monografia [1972], przez kilka lat sta-

statycznie dopuszczalnych dostarczających dolnej oceny nośności granicznej elementów konstrukcji; z tej tematyki obroniono dwie habilitacje i kilka doktoratów. Z. Mróz otrzymał wiele wyników w nośności granicznej i optymalnym projektowaniu, zwłaszcza płyt i powłok. J.A. König otrzymał znaczące wyniki w teorii przystosowania ciał sprężysto-plastycznych, podsumowane w monografii [1987]. H. Petryk uzyskał szereg rozwiązań metodą linii poślizgu dla ustalonych procesów plastycznego płynięcia z nieznanym brzegiem swobodnym.

Prawa konstytutywne plastycznej deformacji i wzmocnienia

Zenon Mróz (ur. 1930)



Absolwent Wydziału Mechaniczno - Konstrukcyjnego PW (1952), 1959 – doktorat, 1965 – habilit., 1971 – profesor nadzw., 1978 – profesor zwyczajny, 1986 – czł. koresp. PAN, członek honorowy Węgierskiej Akademii Nauk. Od 1955 pracownik IPPT; kierownik Pracowni Badań Do-

świadczalnych Reologii w ZMOC (od 1969), kier. Prac. Mechaniki Ośrodków Sypkich i Kruchych (od 1979), kier. Samodzielnej Pracowni Niesprężystej Analizy Materiałów i Konstrukcji (1988 – 2000). Dyrektor AMAS (Centre of Excellence for Advanced Materials and Structures) (od 2000).

Wybitny specjalista w dziedzinie mechaniki materiałów i konstrukcji. Główne osiągnięcia badawcze dotyczą: stanów granicznych, analizy wrażliwości i optymalizacji konstrukcji, analizy deformacji metali w zakresie niesprężystym, analizy niesprężystej w geomechanice oraz mechaniki warstw kontaktowych. Twórca wielopowierzchniowego modelu Mroza w plastyczności. Najczęściej cytowany uczony polski w dziedzinie nauk technicznych.

Autor 265 publikacji (180 artykułów w czasopiśmie naukowych, 85 konferencyjnych i opracowań książkowych, w tym współautor 7 monografii), redaktor 6 tomów konferencyjnych. Promotor 22 doktoratów. Członek Komitetów Naukowych 16 konferencji międzynarodowych, 16 komitetów redakcji renomowanych czasopism. zagranicznych. Doktor H.C. 4 uczelni (Uniwersytet w Miskolcu, Węgry, Faculté Polytechnique de Mons, (Belgia), Politechnika Krakowska, Uniwersytet Waterloo, Kanada). Laureat nagród, w tym Nagrody Państwowej II st.

Od początku lat 60. zainteresowania grupy plastyczności w IPPT przesuwają się do dziedziny podstawowych praw konstytutywnych deformacji plastycznej i wzmocnienia, przy dowolnych deformacjach.

Z. Mróz jest znany jako jeden z pionierów niestowarzyszonych praw plastycznego płynięcia. Przeanalizował on warunki jednoznacznej odpowiedzi materiału słuchającego takiego prawa, jak również materiałów przyrostowo nieliniowych.

Powszechnie znanym pomysłem Z. Mroza jest wielo-powierzchniowy model anizotropowego wzmocnienia plastycznego metali, z koncepcją pola modułów wzmocnienia i odpowiednim prawem translacji powierzchni obciążania [J. Mech. Phys. Solids, 163-175, 1967]. Koncepcja okazała się przydatna do opisu cyklicznej deformacji metali. Wzbudziła ona zainteresowanie w wielu ośrodkach, pojawiło się szereg zastosowań aż do implementacji w komercyjnych programach komputerowych włącznie. Sam autor i jego współpracownicy zastosowali pomysł wielopowierzchniowych modeli wzmocnienia do opisu deformacji plastycznej gruntów.

Wypracowane koncepcje posłużyły Z. Mrozowi i współpracownikom do rozwinięcia oryginalnych modeli w dziedzinie mechaniki rozwoju uszkodzeń i zniszczenia materiałów kruchych, a później w mechanice stref kontaktowych z uwzględnieniem poślizgu, tarcia i oddziaływania w układach wielowarstwowych.

A. Sawczuk, obok głównych prac z zakresu teorii konstrukcji, omawianych w odrębnym rozdziale, miał również osiągnięcia w zakresie równań konstytutywnych teorii plastyczności; znana jest jego praca z A. Baltovem zawierająca propozycję uwzględnienia obrotu powierzchni plastyczności.

Prace P. Perzyny były od początku związane z dynamiką ciał sprężysto-plastycznych. W sposób naturalny prowadziło to do konieczności uwzględnienia efektów lepkich. P. Perzyna zaproponował znany szeroko i nadal używany model związku konstytutywnego dla deformacji lepkoplastycznych, stanowiący uogólnienie prostego modelu ciała Binghama (poświęcone temu wyniki opisane są w niniejszym tomie w oddzielnym opracowaniu).

Zagadnienia jednoznaczności i stabilności

W teorii plastyczności, obok podstawowych koncepcji i równań konstytutywnych, ważną rolę odgrywają problemy związane z jednoznacznością i stabilnością rozwiązań oraz sformułowania wariacyjne. Tzw. „niestateczność plastyczna” jest aktualnym tematem badawczym na świecie, zwłaszcza w odniesieniu do lokalizacji odkształceń w materiałach. Również w tej tematyce IPPT odnotował osiągnięcia.

B. Raniecki opracował warunek jednoznaczności rozwiązania przyrostowego w ciałach sprężysto-plastycznych o niestowarzyszonym prawie plastycznego płynięcia przy skończonych deformacjach. To rozszerzenie teorii Hilla, uzyskane w wyniku wprowadzenia nowego ciała porównawczego, stało się szeroko znane.

J.J. Telega podał sformułowanie wariacyjne i zasady ekstremalne dla zagadnień brzegowych niestowarzyszonej plastyczności oraz matematyczne uogólnienie dla nieliniowych, niepotencjalnych operatorów.

M. Duszek-Perzyna i P. Perzyna rozwijali warunki lokalizacji odkształceń w kryształach i polikryształach metali z uwzględnieniem szeregu czynników, w tym zmian temperatury.

H. Petryk zaproponował energetyczne kryterium niestabilności procesów deformacji plastycznej. W cyklu prac wykazano, iż eliminując rozwiązania niestabilne według tego kryterium można prowadzić symulacje deformacji pokrytycznych w materiałach przyrostowo nieliniowych.

Teorie mikromechaniczne

Ten przyszłościowy kierunek badań w ramach teorii plastyczności rozwijany jest w IPPT przez kilka grup badawczych (P. Dłużewski, W. Gambin, H. Petryk, R. Pęcherski i inni), a uzyskane dotychczas wyniki są obiecujące. Z uwagi na względnie krótki okres od ich uzyskania, trudno już teraz formułować wnioski odnośnie ich znaczenia w szerszej skali. O aktywności świadczy powstanie kilku habilitacji i doktoratów. Należy się spodziewać, iż teorie i modele mikromechaniczne materiałów plastycznych zajmą eksponowane miejsce w przyszłych zestawieniach osiągnięć IPPT PAN.

Podsumowanie

Nie ulega wątpliwości, iż osiągnięcia w tematyce dotyczącej podstaw teorii plastyczności w znacznym stopniu wykreowały i ugruntowały pozycję naukową IPPT w kraju i na arenie międzynarodowej. Niniejsze opracowanie miało za celu syntetyczne ujęcie rozwoju tej tematyki w IPPT na

przeźrzeni 50. lat, z uwypukleniem początków tego długotrwałego procesu. Charakter tego opracowania i ograniczoność miejsca spowodowały, iż tylko niektóre nazwiska i osiągnięcia zostały wymienione; nie pomniejsza to oczywiście znaczenia innych istotnych wyników tu pominiętych.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Olszak W., Rychlewski J., Urbanowski W., *Plasticity under non-homogeneous conditions*, Acad. Press, New York 1962; tłum. rosyjskie: Mir, Moscow 1964.

Olszak W., Mróz Z., Perzyna P., *Recent trends in the development of the theory of plasticity*, Oxford-Warszawa 1963.

Marciniak Z., Mróz Z., Olszak W., Perzyna P., Rychlewski J., Sawczuk A., Szczepiński W., Życzkowski M., *Teoria plastyczności*, PWN, Warszawa 1965; tłum. rumuńskie Editura Technica, Bucuresti 1970.

Szczepiński W., *Wstęp do teorii procesów obróbki plastycznej*, PWN, Warszawa 1967; tłum. angielskie Sijthoff and Noordhoff, The Netherlands 1979; tłum. chińskie.

Sawczuk A. [ed.], Vol. I. *Foundations of plasticity*, Vol. II. *Problems of plasticity*, 1974; Noordhoff, Leyden.

Szczepiński W., *Stany graniczne i kinematyka ośrodków sypkich*, PWN, Warszawa 1974.

Szczepiński W., *Mechanika plastycznego płynięcia*. PWN, Warszawa 1978.

Bianchi G., Sawczuk A., [eds.], *Plasticity today: modeling, methods and applications*, Elsevier, London 1985.

König J.A., *Shakedown of elastic-plastic structures*, PWN – Elsevier, Warszawa - Amsterdam 1987.

Perzyna P. [ed.], *Localization and fracture phenomena in inelastic solids*, CISM Courses and Lectures, Springer, Wien-N.York 1998.

Petryk H., [ed.], *Material instabilities in elastic and plastic solids*, CISM Courses and Lectures, Springer, Wien-N.York 2000.

Gambin W., *Plasticity and textures*, Kluwer, London-Dordernecht 2001.

LEPKOPLASTYCZNOŚĆ I PLASTYCZNOŚĆ DYNAMICZNA

Wojciech K. Nowacki

Badając zachowanie się materiałów i elementów konstrukcji metodami teorii plastyczności stwierdzono, że istnieją znaczne różnice między otrzymanymi rezultatami teoretycznymi a wynikami badań doświadczalnych. Na drodze doświadczalnej stwierdzono, że wiele materiałów jest wrażliwych na prędkość deformacji. Wynika stąd konieczność uwzględnienia w opisie zachowania się materiałów efektów reologicznych. Istotne jest to zwłaszcza przy badaniu procesów dynamicznych związanych z propagacją fal naprężenia jak też przy określeniu wytrzymałości konstrukcji poddanych intensywnym obciążeniom dynamicznym. Prowadzone w IPPT badania w zakresie lepko plastyczności obejmowały zagadnienia zarówno z zakresu statyki jak i dynamiki ośrodków sprężysto-lepko-plastycznych, przy uwzględnieniu w niektórych przypadkach zjawisk termicznych.

Równania konstytutywne lepkoplastyczności i problemy dynamiczne

Badania zagadnień dynamicznych związanych z propagacją fal naprężeń w ośrodkach niesprężystych były prowadzone w zespołach kierowanych przez S. Kaliskiego (por. PWN 1966, 1986) i P. Perzynę (por. PWN 1966, 1978, Ossolineum 1971). Badania te prowadzono głównie dla ośrodków lepkoplastycznych, uwzględniając wpływ prędkości deformacji na związki odkształcenie-naprężenie. W równaniach opisujących zachowanie się materiału uwzględniano również inne czynniki jak temperaturę, pole elektromagnetyczne i napromieniowanie.

Rozważania te głównie bazowały na modelu ciała sprężysto/lepkoplastycznego zaproponowanego przez P. Perzynę, opublikowanego w 1963 r. w *Quart. Appl. Math.* Jest to najczęściej cytowana na świecie praca z zakresu lepkoplastyczności. Model ten jest uogólnieniem praw fizycznych podanych przez W.W. Sokołowskiego (1948) i L.E. Malverna (1951), którzy analizując zagadnienia rozprzestrzeniania się jednowymiarowych fal plastycznych w prętach, jako pierwsi uwzględnili wpływ prędkości odkształcenia. Przyjęli oni założenie, że wzrost prędkości odkształcenia plastycznego jest proporcjonalny do różnicy między aktualnym naprężeniem a naprężeniem wyliczonym z krzywej statycznej (Malvern) lub granicą plastyczności na rozciąganie (Sokołowski). Ta różnica wytwarza prędkość odkształcenia zgodnie z prawem lepkości. Zakładano ponadto, że składowa sprężysta odkształcenia jest niezależna od prędkości odkształcenia i że odciążenie jest sprężyste. W modelu P. Perzyny założona jest nieliniowa funkcja nadwyżki (potęgowa lub wykładnicza) określona na podstawie badań doświadczalnych. Model ośrodka sprężysto/lepkoplastycznego, początkowo zaproponowany do opisu zachowania się metali był konsekwentnie uogólniany. Pierwszym uogólnieniem było zastosowanie go do opisu zachowania się gruntów poprzez uwzględnienie dylatacji ośrodka i uwzględnienie w funkcji uplastycznienia również pierwszego niezmiennika tensora naprężenia (W. Olszak, P. Perzyna, 1964).

Na podstawie koncepcji parametrów wewnętrznych opracowano termodynamiczną teorię materiałów lepkoplastycznych, wrażliwych na prędkość odkształcenia. Sformułowano pełny układ równań konstytutywnych dla skończonych odkształceń (P. Perzyna, M. Duszek-Perzyna, 1994).

Przeprowadzono analizę podstawowych założeń teorii lepkoplastyczności w świetle mikrodynamiki plastycznego płynięcia i fizycznej teorii aktywowanych procesów dla metali. Przeprowadzono na bazie fizyki metali szczegółową interpretację wprowadzonych parametrów wewnętrznych.

W zakresie termodynamiki materiałów z osobliwościami powierzchniowymi przedstawiono podstawy, główne pojęcia oraz równania kinematycznej teorii fal, tj. teorii promieni (W. Kosiński, PWN 1981). Przedstawiono geometrię poruszających się powierzchni osobliwości pól mechanicznych i termicznych, wyprowadzono kinematyczne i geometryczne związki zgodności dla nieciągłości pierwszych, drugich i wyższych rzędów pochodnych pól fizycznych. Podano prawa bilansu dynamiki i nierelatywistycznej termodynamiki wraz z odpowiadającymi im równaniami bilansu.

Piotr Perzyna (ur. 1931)



Absolwent Wydziału Mechanicznego, Technologiczno-Konstrukcyjnego PW (1956). 1959 – doktorat, 1963 – habilitacja, 1971 – profesor nadzw., 1978 – prof. zwyczajny. Od 1953 asystent w Katedrze Mechaniki Ogólnej PW. Od 1956 w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych IPPT. Od 1964 kierownik Pracowni Teorii Lepkoplastyczności, od 1979 Prac. Teorii Materiałów Niesprężystych. Kierownik Studium Doktoranckiego IPPT (1978 – 1980), z-ca dyrektora ds. naukowych IPPT (1980–1982). Wykładowca na Wydz. Matematyki UW (1963 – 1973) oraz za granicą. Twórca teorii lepkoplastyczności. Na szczególną uwagę zasługują badania i uzyskane rezultaty w dziedzinie modelowania materiałów lepkoplastycznych (prawo Perzyna) dla opisu lokalizacji i zniszczenia, badania niestabilności procesów plastycznego płynięcia i teorii zniszczenia, termodynamiki materiałów niesprężystych, opisu własności mechanicznych materiałów napromieniowanych. Organizator międzynarodowych kursów i konferencji, członek EUROMECH (1981–1986), członek komitetów redakcyjnych. Autor ponad 200 artykułów i rozpraw, 6 monografii, 2 podręczników akademickich, promotor 17 doktoratów. Laureat nagród naukowych krajowych i zagranicznych: im. M.T. Hubera, Max Planck Research Award, Nagród Państwowych II stopnia (1968, 1984).

macji. Opracowano zagadnienia modelowania konstytutywnego w celu prawidłowego opisu zjawiska lokalizacji i zniszczenia.

Opracowano zarys termodynamiki ośrodków ciągłych (K. Wilmański, PWN 1974), w którym wyjaśniono szereg problemów pojawiających się w takich zagadnieniach jak: i) propagacja powierzchni osobliwych, ii) materiały termosprężyste, iii) termodynamika reakcji chemicznych, iv) teoria równań konstytutywnych, v) konsekwencje twierdzenia I-Shih Liu dla termodynamiki, vi) termodynamika mieszanin oraz vii) propagacja fal akustycznych w ośrodku dyssypatywnym.

W ostatnich latach opracowano termodynamiczną teorię niesprężystych kryształów z uwzględnieniem ewolucji struktury dyslokacyjnej (P. Perzyna). Ogólny model konstytutywny został zbudowany w ramach termodynamicznych podstaw struktury kowariantnej typu prędkościowego ze skończonym zbiorem parametrów wewnętrznych. W opisie uwzględnione zostały efekty oraz zjawiska współdziałające: sprzężenia termodynamiczne, wpływ członów kowariantnych, deformacja i obrót siatki krystalicznej oraz spin plastyczny, ewolucja struktury dyslokacyjnej, odejście od prawa Schmidta oraz wrażliwość na prędkość deformacji. Przeprowadzono analizę metod regularyzacji dla modeli dyspersyjnych materiału: i) przez uwzględnienie efektów lepkoplastycznych, dla których parametrem regularyzacji jest czas relaksacji oraz ii) przez dodanie wyższych przestrzennych gradientów defor-

Zaproponowano termodynamiczną teorię sprężysto-lepkoplastyczności monokryształów uwzględniającą ewolucję mikrostruktury. Zbadano zjawiska lokalizacji deformacji plastycznych w monokryształach na przykładzie pojedynczego poślizgu i symetrycznego podwójnego poślizgu (R. Pęcherski, Z. Nowak). Rezultaty tych badań zostały wykorzystane do zbadania wpływu efektów napromieniowania kryształów na zjawiska lokalizacji deformacji plastycznych. Szczególnie istotne okazało się wprowadzenie dodatkowego parametru wewnętrznego uwzględniającego koncentrację defektów punktowych oraz uzależnienie prędkości zmian wszystkich parametrów wewnętrznych od strumienia napromieniowania.

Na podstawie zaproponowanego modelu ośrodka sprężysto/lepkoplastycznego rozwiązano szereg zagadnień związanych z rozprzestrzenianiem się fal. Wymienimy najważniejsze z nich (w kolejności chronologicznej):

- Rozprzestrzenianie się fal w pręcie wykazującym wzmocnienie (J. Bejda, P. Perzyna, T. Wierzbicki).
- Rozprzestrzenianie się fali sferycznej, cylindrycznej promieniowej, cylindrycznej fali ścinania i fali płaskiej w półprzestrzeni - w niejednorodnym ośrodku lepkoplastycznym. Wykazano, że rozwiązanie tych zagadnień można sprowadzić do rozwiązania jednego zagadnienia matematycznego (J. Bejda, P. Perzyna, T. Wierzbicki, W. Wojno).
- Rozprzestrzenianie się płaskich fal naprężenia w półprzestrzeni sprężysto/lepkoplastycznej spowodowanych uderzeniem termicznym na jej brzegu oraz fal kulistych wywołanych uderzeniem termicznym wewnątrz sfery znajdującej się w nieograniczonej przestrzeni (W.K. Nowacki, PWN 1974, Pergamon 1978).
- Rozprzestrzenianie się fal podłużnych i fal ścinania w półprzestrzeni sprężysto/lepkoplastycznej wywołanych dwuparametrowym obciążeniem dynamicznym na jej brzegu (S. Kaliski, W.K. Nowacki, E. Włodarczyk).
- Rozprzestrzenianie się fal przestrzennych. Zaproponowano metodę numeryczną rozwiązywania prawie-liniowych równań różniczkowych cząstkowych typu hiperbolicznego w przypadku więcej niż jedna zmienna przestrzenna (J. Bejda).
- Rozprzestrzenianie się fal przestrzennych w półprzestrzeni sprężysto-lepkoplastycznej zawierającej pustkę sferyczną lub cylindryczną, wewnątrz której następuje eksplozja (W.K. Nowacki).
- Zaproponowanie hiperbolicznego modelu przewodnictwa ciepła. Zbadanie rozprzestrzeniania się fali silnej nieciągłości w materiale z wewnętrznymi zmiennymi stanu (parametrami wewnętrznymi). Wyznaczenie prędkości fal w sztywnym przewodniku ciepła (W. Kosiński, P. Perzyna).
- Zbadanie propagacji fal termomechanicznych oraz zjawiska drugiego dźwięku. Szczegółowe zbadanie modelu z jedną skalarną zmienną stanu, pełniącą funkcję dynamicznej skali temperatury (W. Kosiński, World-Sc. 1992).
- Rozwiązanie metodą fal stacjonarnych problemu uderzenia płyty w płytę, której zachowanie dynamiczne opisano teorią endochroniczną (W. Kosiński).

- Rozprzestrzenianie się sferycznej sprężystej fali silnej nieciągłości, w ramach teorii skończonych odkształceń materiału lepkosprężystego modelującego zachowanie się skał. Podano warunek zniszczenia ośrodka wynikający z nieograniczonego wzrostu amplitudy na czole fali (W. Kosiński, W. Wojno).
- Zaproponowanie nieliniowego termodynamicznego modelu materiału sprężysto-reologicznego, w którym tensor odkształcenia Lagrange'a jest sumą odkształcenia sprężystego i niesprężystego, oraz związki konstytutywne są analogiczne do tych z teorii hypersprężystości (W. Wojno).
- Zaproponowanie opisu i modelowania zjawisk powierzchniowych i na granicach kontaktu ciecz/ciecz i ciecz/ciało stałe (A.I. Murdoch, CISM Courses, 1991).
- Propagacja makroszczeliny wzdłuż powierzchni styku dwóch elementów z takich samych materiałów sklejoną warstwą z innego materiału – oba materiały są opisywane przy pomocy modelu sprężysto-lepkoplastycznego z izotropowym wzmocnieniem-osłabieniem (W. Dornowski, P. Perzyna).
- Zbadanie roli dyspersji i oddziaływania fal w wyznaczaniu lokalizacji odkształceń w materiałach poddanych obciążeniom impulsowym (A. Glema, T. Łodygowski, P. Perzyna).
- Opis zjawisk lokalizacji i zniszczenia w teorii sprężysto-lepkoplastyczności (W. Dornowski, A. Glema, T. Łodygowski, P. Perzyna).

Oprócz badań związanych z rozprzestrzenianiem się fal rozwiązano szereg ważnych w zastosowaniach problemów dynamicznych dla ciał, których zachowanie jest wrażliwe na prędkość odkształcenia:

- Badania zagadnienia dynamicznego dla belek lepko-szywno-plastycznych z uwzględnieniem ścinania i bezwładności obrotu (P. Perzyna, T. Wierzbicki).
- Niefałowe zagadnienie dla nagle obciążonego naczynia kulistego z materiału szywno-plastycznego, wrażliwego na prędkość odkształcenia (T. Wierzbicki, Arkady 1980).
- Rozwiązanie problemu lepkoplastycznego cylindra uderzającego o sztywną ścianę (W. Kosiński, A. Nowińska).
- Uzyskanie rozwiązań w postaci zamkniętej dla przypadków obciążenia kuli, płyt kołowych i belek z materiału lepko-szywno-plastycznego (P. Perzyna, T. Wierzbicki, W. Wojno).
- Rozwiązanie przypadku lepkoplastycznej płyty kołowej uderzonej sztywną masą (T. Wierzbicki).
- Rozwiązanie problemu dużych ugięć swobodnie podpartych płyt kołowych poddanych działaniu impulsu ciśnienia oraz dynamiczne zagadnienia powłoki cylindrycznej (T. Wierzbicki, W. Wojno).

Problemy falowe w plastyczności natychmiastowej

Niezależnie od badań zjawisk falowych w ciałach lepkoplastycznych rozwijano badania dla ośrodków sprężysto-plastycznych (nie uwzględniając wpływu prędkości deformacji na związki między naprężeniami i odkształceniami). Stosowanie w rozwiązywaniu zagadnień początkowo-brzegowych teorii ośrodków sprężysto-plastycznych miało uzasadnienie w dość szeroko opracowanej teorii tego zagadnienia oraz dobrym, praktycznym przybliżeniu, jakie daje ona dla pewnej klasy materiałów. Badania w zakresie rozprzestrzeniania się fal w ciałach sprężysto-plastycznych były rozwijane w zespole kierowanym przez prof. S. Kaliskiego. Zapoczątkowane były pracą doktorską prof. J. Osieckiego. Zaproponowany został model tzw. „sztywnego odciążenia”, który z powodzeniem może być stosowany np. w rozwiązywaniu zagadnień falowych w uwodnionych gruntach. Istota tego modelu polega na założeniu procesu odciążenia przy stałym odkształceniu. W przypadku zagadnień trójwymiarowych przyjmuje się w odciążeniu stałą wartość intensywności odkształcenia. Tak przyjęty model znacznie upraszcza rozwiązania zagadnień początkowo-brzegowych. Z matematycznego punktu widzenia, procesy falowe w ośrodku sprężysto-plastycznym, opisywane układem quasiliniowych równań różniczkowych cząstkowych, w przypadku ciała ze „sztywnym odciążeniem” sprowadzają się do rozwiązania równania różniczkowego zwyczajnego. Posługując się tym modelem rozwiązano szereg istotnych z punktu widzenia zastosowań zagadnień rozprzestrzeniania się sprężysto-plastycznych fal silnej lub słabej nieciągłości jak też fal uderzeniowych (S. Kaliski, W.K. Nowacki, J. Osiecki, E. Włodarczyk i inni). Rozwiązaniom tych zagadnień jest poświęcony duży rozdział w pracy zbiorowej „Drgania i fale”, pod red. S. Kaliskiego.

Innym tematem badań było rozprzestrzenianie się fal naprężenia w półprzestrzeni sprężysto-plastycznej spowodowanych uderzeniem termicznym na jej brzegu oraz podobnego zagadnienia – rozprzestrzeniania się fal kulistych w przestrzeni nieograniczonej z pustką sferyczną, wewnątrz której pojawia się nagle temperatura, powodująca uplastycznienie się materiału (B. Raniecki).

Sporo uwagi poświęcono zagadnieniom rozprzestrzeniania się fal przyspieszenia w ośrodku sprężysto-plastycznym z pamięcią dyskretną (P. Guelin, W.K. Nowacki i inni). Użyte równania konstytutywne charakteryzują nieodwracalność ewolucji elementu materialnego. Badane były zagadnienia rozprzestrzeniania się fal płaskich dla przypadku kinematyki bezobrotowej jak też obrotowej. Rozważania przeprowadzono w układzie współrzędnych konwekcyjnych w zakresie skończonych deformacji.

W ostatnich latach prowadzono liczne badania związane z propagacją fal w ciałach niesprężystych w zakresie skończonych deformacji, przy uwzględnieniu sprzężeń termo-mechanicznych (Nguyen H. V., W.K. Nowacki). Uogólniono równania konstytutywne Mandela na przypadek deformacji metali w warunkach wysokich ciśnień i zmiennych temperatur (B. Raniecki, Nguyen H.V.). Posługując się tymi równaniami określono możliwe prędkości propagacji fal prostych. Rozwiązano przypadek fal skrętnych i podłużnych w rurze, w warunkach adiabatycznych i izotermicznych (Nguyen H. V., K. Podolak, B. Raniecki). Analizowano zagadnienie Taylora (uderzenie pręta w przegrodę) i na drodze numerycznej porównano otrzymane wyniki z własnym eksperymentem (M. Malatyński, W.K. Nowacki, W. Oliferuk). Prowadzono badania nad dynamicznym ścinaniem – powstawaniem adiabatycznych pasm ścinania w metalach (S.P. Gadaj, Nguyen H.V., W.K. Nowacki). Przeprowadzono symulację numeryczną procesu prostego ścinania w warunkach quasistatycznych i

dynamicznych z dużymi prędkościami deformacji. Uwzględniano sprzężenia termomechaniczne.

Należy wspomnieć o badaniach aplikacyjnych. Przeprowadzono analizę teoretyczną zagęszczenia gruntów uwodnionych metodą wybuchową (W.K. Nowacki, B. Raniecki). Przyjęto, że zachowanie gruntu uwodnionego w warunkach wysokich ciśnień można opisać modelem ciała trójskładnikowego: kwarc, woda i gaz, pomijając naprężenia ścinające, które nie odgrywają większej roli w procesie dynamicznego, globalnego zagęszczania gruntu. W takich warunkach, w procesie obciążenia grunt w przybliżeniu zachowuje się jak ciecz idealna. Założono ponadto, że proces odciążenia odbywa się przy stałej gęstości ośrodka. Opracowano szereg nomogramów dla celów inżynierskich. Metoda wybuchowego zagęszczania gruntów była stosowana przy budowie elektrowni jądrowej w Żarnowcu (badania teoretyczne były prowadzone we współpracy z Politechniką Gdańską i Instytutem Morskim w Gdyni).

Badania własności materiałów przy dużych prędkościach deformacji

Od wielu dziesięcioleci problemy uderzeń w ciałach stałych znajdowały się w kręgu zainteresowań środowisk militarnych. W związku z rozwojem cywilizacji zagadnienia związane z intensywnymi, krótkotrwałymi obciążeniami pojawiały się coraz częściej w życiu codziennym. Obecnie, konieczne jest badanie odpowiedzi konstrukcji poddanych działaniu takich obciążeń w celu uniknięcia nieszczęśliwych wypadków. Głównym celem tych badań jest zbadanie zachowania się różnorodnych materiałów będących elementami konstrukcji.

Pierwszą maszyną do badań własności materiałów, skonstruowaną w Instytucie na początku lat 60. była skręcarka koncepcji Z. Marciniaka, która ulegała ciągłej modernizacji i przystosowaniu do badań prędkościowych. W roku 1969 zapoczątkowano konstrukcję pierwszego urządzenia do pomiaru własności dynamicznych metali (J. Klepaczek). Urządzenie to, w pełni mechaniczne, było oparte na zasadzie pręta Hopkinsona (aparatu Kolsky'ego), składało się z dwóch prętów pomiarowych, pomiędzy którymi umieszczano próbkę oraz trzeciego pręta pocisku wystrzelianego z wyrzutni mechanicznej. Kolejne tego typu urządzenie, zaprojektowane również przez J. Klepaczkę, zmodernizowane i wyposażone w wyrzutnię pneumatyczną oraz cyfrowy pomiar impulsów powstało w roku 1972. Na urządzeniu tym prowadzono liczne badania związane z:

- określeniem własności dynamicznych różnych metali (w zakresie wysokich prędkości deformacji – do 10^4 1/s) – dla cienkich próbek cylindrycznych. W analizie wyników uwzględniano wpływ bezwładności poprzecznej i podłużnej badanej próbki, jak też tarcie na kontakcie próbka-pręty (J. Klepaczek, M. Malatyński, J. Malinowski);
- przeprowadzeniem oceny odporności na pękanie w warunkach obciążeń dynamicznych oraz określeniem prędkości propagacji szczeliny podczas procesu dynamicznego pęknięcia próbki z karbem (J. Klepaczek);
- przeprowadzeniem testu Taylora: wystrzelianie długiej próbki cylindrycznej bezpośrednio w pręt pomiarowy (transmitujący). Nowością w tym teście był pomiar temperatury powierzchni próbki w trakcie jej uderzenia w pręt pomiarowy. Użyto w tym celu kamerę termowizyjną przystosowując ją do pomiaru szybko zmiennych procesów dynamicznych (M. Malatyński, W. K. Nowacki, W. Oliferuk);

- wyznaczaniem granicy wytrzymałości na rozciąganie materiałów kruchych: mikrobetony, ceramika, kruche materiały elastooptyczne (W.K. Nowacki, W. Olineruk).

To zmodernizowane stanowisko badawcze było produkowane przez istniejący przy Instytucie TECHPAN i sprzedawane w Polsce i w wielu krajach europejskich. W tym samym okresie zostało zaprojektowane i wykonane w Instytucie stanowisko do badania cienkościennych próbek metalowych na skręcanie w zakresie wysokich prędkości deformacji. Zbudowano również stanowisko do pomiaru procesu zniszczenia w próbkach z karami (J. Klepaczek).

W latach 60. prowadzono w Instytucie również inne badania dynamiczne takie jak badanie rozkładu odkształceń w elementach betonowych obciążanych udarowo – zagadnienia te wiązały się z konstrukcją filarów mostów betonowych narażonych na obciążenia udarowe. (J. Jaworski).

Należy również wspomnieć o interesujących badaniach elastooptycznych, wykonanych na konstruowanej w Instytucie unikatowej aparaturze, dotyczących propagacji impulsowej fali naprężenia w przęciu ze strefą niejednorodności (J. Lietz, B. Michalski, M. Skłodowski).

W ciągu ostatnich lat można zaobserwować znaczny postęp w rozwoju badań doświadczalnych nad własnościami mechanicznymi metali, skał i ośrodków granulowanych w szerokim zakresie zmian prędkości deformacji i temperatur. Badania te mają na celu dostarczenie danych dla sformułowania równań konstytutywnych, słusznych dla różnych typów obciążeń: monotonicznych i cyklicznych oraz ważnych dla szerokiej gamy temperatur.

W roku 1999 skonstruowano nowe stanowisko badawcze (W.K. Nowacki), którego głównym elementem jest zmodyfikowany pręt Hopkinsona wyposażony w wyrzutnię hydrauliczno-pneumatyczną oraz zestaw różnych prętów pomiarowych i nowoczesną aparaturę pomiarową wraz z oprogramowaniem (częściowo własnym) do rejestracji i przetwarzania wyników. Na stanowisku tym można prowadzić badania zarówno w zakresie dynamicznego rozciągania i ściskania jak też prostego ścinania w dużym zakresie prędkości deformacji do 10^4 s^{-1} z jednoczesnym pomiarem temperatury wywołanej odkształceniami plastycznymi próbki. Zaproponowano nową metodę badania materiałów - dynamicznego prostego ścinania, przy użyciu której otrzymuje się jednorodne pole deformacji w zakresie bardzo dużych deformacji bez lokalizacji odkształceń, jak to ma miejsce w przypadku powszechnie prowadzonych dynamicznych doświadczeń skręcania cienkościennych próbek cylindrycznych. Przeprowadzono badania materiałów takich jak: stale konstrukcyjne, stal austenityczna, stopy TRIP, poliamidy.

Z inicjatywy Instytutu oraz Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej powołano do życia w roku 2000 Środowiskowe Laboratorium Badań Dynamicznych Materiałów Konstrukcyjnych. Laboratorium to mieści się na terenie Wojskowej Akademii Technicznej. Celem prac ma być określenie własności dynamicznych nowoczesnych materiałów w bardzo szerokim zakresie prędkości deformacji. Na wyposażeniu laboratorium jest nowoczesny pręt Hopkinsona, skonstruowany w Instytucie w roku 2000, wyposażony w nowoczesny pomiar elektroniczny wielkości mechanicznych oraz skonstruowany w IO WAT system optycznego, bezstykowego, pomiaru prędkości punktów powierzchni badanych próbek (system „VISAR”). W stadium konstrukcji jest urządzenie do badań z bardzo dużymi prędkościami deformacji – schemat zderzenia „płyta-płyta” wyposażone w wyrzutnię pozwalającą otrzymać prędkości pocisku rzędu 800 m/s.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

- Kaliski S. [red.], *Drgania i fale w ciałach stałych*, PWN, Warszawa 1966
- Perzyna P., *Teoria lepkoplastyczności*, PWN, Warszawa 1966.
- Perzyna P., Klepaczko J., Bejda J., Nowacki W.K., Wierzbicki T., *Zastosowania lepkoplastyczności*, Ossolineum, Warszawa 1971.
- Nowacki W.K., *Zagadnienia falowe w teorii plastyczności*, PWN, Warszawa, 1974; wyd. rosyjskie, MIR, Moskwa 1978.
- Wilmański, K., *Podstawy fenomenologicznej termodynamiki ośrodków ciągłych*, PWN, Warszawa 1974.
- Nowacki W.K., *Stress waves in non-elastic solids*, Pergamon Press, Oxford 1978.
- Perzyna P., *Termodynamika materiałów niesprężystych*, PWN, Warszawa 1978.
- Wierzbicki T., *Obliczanie konstrukcji przy obciążeniach dynamicznych*, Arkady, Warszawa 1980.
- Kosiński W., *Wstęp do teorii osobliwości pola i analizy fal*, PWN, Warszawa 1981; wyd. angielskie: PWN, 1986.
- Kaliski S. [ed.], *Drgania i fale*, [w:] *Mechanika Techniczna*, tom 3, PWN, Warszawa 1986.
- Kosiński, W. Larecki W., Morro A., Zorski H., [eds.], *Thermodynamics and kinetic theory, series on advances in mathematics for applied sciences*, vol.12, World Scientific, Singapore-N. Jersey 1992.
- Perzyna P. [ed.], *Localization and fracture phenomena in inelastic solids*, CISM Lecture Notes and Courses, Springer, Wien-N.York 1998.

MECHANIKA DOŚWIADCZALNA CIAŁA STAŁEGO

Wojciech Szczepiński

Badania doświadczalne prowadzone w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych stanowiły istotny element działalności Instytutu niemal od początku jego istnienia. We wczesnym okresie skoncentrowane były w pracowniach Doświadczalnej Analizy Naprężeń oraz Teorii Konstrukcji (później zwanej Pracownią Pól Odształceń). Badania tej ostatniej grupy skupionej wokół prof. Z. Wasutyńskiego a dotyczące głównie betonu omawiane są w artykule „Kompozyty o matrycach kruchych”.

Znaczącą datą w badaniach podstawowych było powstanie w roku 1965 Pracowni Badań Doświadczalnych Plastyczności kierowanej przez 30 lat przez prof. W. Szczepińskiego, na bazie której powstał w roku 1996 Zakład Wytrzymałości Materiałów kierowany przez prof. L. Dietricha. W poniższym omówieniu skoncentrowano się na badaniach dotyczących podstaw mechaniki ciała stałego, głównie na osiągnięciach w dziedzinie metodologii badań i weryfikacji modeli konstytutywnych oraz metod obliczeniowych. Niezbędne dla „docierania” metod badawczych prace dotyczące konkretnych zagadnień inżynierskich omawiane są w rozdziale „Wdrożenia” niniejszego tomu.

Nieco odrębną dziedziną są badania dotyczące technologicznych zastosowań laserów, w których ogromną rolę odegrał prof. H. Frąckiewicz. Prowadzone były początkowo w Zakładzie Mechaniki Cieczy i Gazów, a obecnie w Zakładzie Wytrzymałości Materiałów.

Elastoptyka

Prace doświadczalne z zakresu mechaniki ciała stałego zostały zapoczątkowane w IPPT w latach pięćdziesiątych w Pracowni Doświadczalnej Analizy Naprężeń, kierowanej najpierw przez J. Pindere (jego konstrukcji było początkowe oprzyrządowanie laboratorium elastoptycznego), a następnie przez R. Doroszkiewicza. Prace te dotyczyły głównie badań elastoptycznych, w znacznej części związanych z praktyką inżynierską. Oprócz typowych urządzeń w Pracowni powstało kilka własnej konstrukcji zaawansowanych stanowisk badawczych, w tym wirówka umożliwiająca modelowanie obciążenia modeli – szczególnie ciężkich zapór wodnych – ich własnym ciężarem. Siły bezwładności powstające w elastoptycznym modelu poddanym wirowaniu modelowały własny ciężar rzeczywistej konstrukcji. Po tzw. „zamrożeniu” tak wywołanego obciążenia, był on następnie po zdjęciu z wirówki statycznie obciążony, w sposób modelujący parcie wody na zaporę. R. Doroszkiewicz stosując różne warianty tej metody przeprowadził szereg tego typu badań o praktycznym znaczeniu. Rozszerzono przy tym zakres opracowanej wcześniej metody charakterystyk (W. Szczepiński, AMS, 1961 i późniejsze monografie) na analizę naprężeń w tego rodzaju badaniach tylko na podstawie obrazu izochrom (R. Wojnar, Rozpr. Inż., 1970).

Innym ważnym stanowiskiem badawczym, zaprojektowanym i wykonanym w Pracowni przez J. Lietza, było urządzenie do badania zjawisk dynamicznych, a zwłaszcza do rejestracji przebiegu fal naprężeń w modelach elastoptycznych poddanych impulsowym obciążeniom dynamicznym. Podstawową częścią tego stanowiska było błyskowe urządzenie typu Cranza – Schardina umoż-

liwiający wykonywanie około 200 tysięcy zdjęć fotograficznych na sekundę. Wykonane na tym stanowisku badania stanowiły podstawę doktoratu J. Lietza. Jego przedwczesna śmierć przerwała te stojące na wysokim poziomie badania.

W pracowni podejmowane były również inne nowoczesne badania na modelach przestrzennych z wklejoną warstwą czułą elastoptycznie w materiał optycznie obojętny. Oryginalną wersję tej metody opracował B. Michalski, (Rozpr. Inż., 1976) - lokalne obrazy izochrom wokół systemu małych otworków, wykonanych we wklejonej warstwie, pozwalają określić kierunki i wielkości naprężeń głównych w modelu. Badano takimi metodami modele elementów łożysk tocznych.

Na wyróżnienie zasługuje również opracowanie elastoptycznych czujników do pomiaru odkształceń w konstrukcjach. Po naklejeniu na powierzchnię konstrukcji umożliwiają one bezpośrednią kontrolę zmieniających się odkształceń na przykład w stalowych elementach obudowy chodników w kopalniach. Osiągnięcia Pracowni opisano na tle nowych osiągnięć światowych w monografii: R. Doroszkewicza „Elastoptyka” (1975).

Ośrodki rozdrobnione

W latach 60. i 70. prowadzono, głównie w Pracowni Badań Doświadczalnych Plastyczności, prace doświadczalne dotyczące własności reologicznych ośrodków rozdrobnionych: gruntów i ośrodków sypkich. Badania przeprowadzone przez A. Dreschera dotyczyły wpływu nagłej zmiany prędkości odkształcenia gruntu spoistego na jego zachowanie się, a także wpływu nagłej zmiany obciążenia na pełzanie. Te, bardzo aktualne wówczas, badania przeprowadzone na specjalnie zbudowanym urządzeniu w stanie jednoosiowego ściskania, stanowiły podstawę rozprawy doktorskiej (1967). Wykazały one wyraźnie nieliniowy charakter zachowania się gruntów w tych warunkach.

Innym kierunkiem działalności A. Dreschera było modelowanie ośrodków rozdrobnionych przy użyciu materiałów optycznie czułych (1970). Najbardziej znany z tych modeli, pomysłu Josselin de Jonga, składa się z dużej liczby krążków o różnych średnicach. Przy obciążeniu takiego modelu w krążkach powstają widziane w spolaryzowanym świetle obrazy izochrom. Te obrazy układają się w układy pokazujące, że w ośrodku sypkim tworzą rozgałęzione „strumienie” sił. Aspekty teoretyczne tych prac omawiane są też w artykule „Geomechanika i ośrodki porowate”. Podejście takie zastosowano także do analizy zmian struktury ośrodka w wyniku niszczenia ziaren (J. Supel, 1984).

Do innej grupy zagadnień należało modelowanie przez W. Szczepińskiego i W. Trąmpczyńskiego ruchów ośrodka wymuszonych działaniem sił zewnętrznych, w tym wywieranych przez narzędzia maszyn do robót ziemnych. Wykonano specjalne stanowisko badawcze ze ścianami umożliwiającymi obserwację i pomiary ruchów cząstek ośrodka. Opracowano oryginalną stereofotograficzną metodę pomiaru tych ruchów (Rozpr. Inż., 1976). Badania te podsumowano w rozprawie doktorskiej W. Trąmpczyńskiego (1975).

Zdzisław Marciniak – inicjator nowych kierunków badań

Przy końcu lat pięćdziesiątych prof. Zdzisław Marciniak zainicjował w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych nowoczesne doświadczalne badania własności mechanicznych materiałów w niestandardowych warunkach obciążenia, a mianowicie:

- przy zmiennych prędkościach odkształcenia;

- w obecności dużego ciśnienia hydrostatycznego;
- w złożonych, dwuwymiarowych stanach naprężenia.

Kierunki te rozwinął i wzbogacił zespół kierowany przez W. Szczepińskiego i stanowią one m. in. tematykę aktualnych badań prowadzonych w Zakładzie Wytrzymałości Materiałów.

Jakkolwiek prof. Z. Marciniak współpracował blisko z Instytutem, a nawet w latach 1958–1962 był także pracownikiem IPPT, to jego działalność naukowa związana jest w pierwszym rzędzie z Politechniką Warszawską. Tam też należy sytuować jego bogaty dorobek twórczy, co nie pozwala nam na prezentowanie go jako osiągnięć IPPT.

Wpływ prędkości odkształcenia

Tematyką wpływu prędkości odkształcenia na zachowanie się metali zajmował się głównie J. Klepaczko. Zbudował on aparaturę do obciążenia cienkościennych próbek rurkowych przy stosunkowo niedużych prędkościach odkształcania do $ca\ 1s^{-1}$, i zastosował oryginalny sposób dokładnego pomiaru zależności naprężenie-odkształcenie. Głównym aktualnym wówczas problemem było sprawdzenie, czy dla metali można sformułować jednoznacznie równanie stanu, to znaczy czy w przestrzeni [naprężenie - odkształcenie - prędkość odkształcenia] istnieje jedna powierzchnia odpowiadająca różnym drogom obciążenia. Z wyników tych, które J. Klepaczko podsumował w rozprawie doktorskiej (1965, Arch. Mech., 1967) wynikało, że takiej jednoznacznej powierzchni nie ma. Następnym ważnym osiągnięciem J. Klepaczko było zbudowanie aparatury do pomiarów przy bardzo dużych prędkościach odkształcania do wielkości $100\ s^{-1}$, tak zwanego pręta Hopkinsona. Badania przeprowadzone na tym urządzeniu (por. m.in. Int. J. Mech. Sci., 1968) uzyskały uznanie międzynarodowe i były wiele razy cytowane – była to wówczas aktualna naukowo dziedzina badań. Teoretyczne aspekty tych badań omawiane są też w artykule „Lepkoplastyczność i plastyczność dynamiczna”.

Wysokie ciśnienia

Własnościami mechanicznymi metali przy wysokich ciśnieniach hydrostatycznych zajmował się w latach sześćdziesiątych J. Litoński, a wyniki swych oryginalnych badań podsumował w rozprawie doktorskiej w roku 1970. Zbudował on oryginalną aparaturę badawczą z komorą ciśnieniową, umożliwiającą badania w ciśnieniach do 15 tysięcy atmosfer. Badania w wysokich ciśnieniach są trudne – występują problemy szczelności komory, problemy doboru cieczy – jak zestalania się w wysokim ciśnieniu.

Badania prowadzono przy użyciu oryginalnej metody zaproponowanej przez prof. Marciniaka. Polegała ona na zastosowaniu stożkowych próbek o małym kącie zbieżności i na sposobie ich odkształcania skręcaniem. Zmianę kształtu krzywej umocnienia otrzymywano analizując kształt spiralnej linii na powierzchni próbki, w jaką przekształciła się narysowana na próbce przed badaniem prostoliniowa tworząca. W ten sposób otrzymywano z dokładnością do stałego mnożnika, krzywe umocnienia w obecności różnych ciśnień hydrostatycznych. Wykazano np., że przy dużym ciśnieniu plastyczne umocnienie miedzi maleje.

Drugim badanym efektem był wpływ wysokiego ciśnienia na wielkość tak zwanego równomiernego wydłużenia przy rozciąganiu walcowych próbek. Wykazano, że w obecności dużego ciśnienia hydrostatycznego równomierne wydłużenie próbek miedzianych maleje.

Ewolucja powierzchni plastyczności

Badania wpływu odkształcenia plastycznego na własności plastyczne metali, głównie na zmianę powierzchni plastyczności rozpoczęto w Zakładzie w końcu lat 50. Z inicjatywy prof. Marciniaka zbudowano aparat do obciążenia cienkościennych próbek rurkowych jednocześnie siłą osiową i ciśnieniem wewnętrznym. Na tym aparacie wykonano w następnych latach różne liczące się badania. Ulepszoną wersję takiego aparatu zbudował K. Turski.

Jednak pierwszą pracę dotyczącą wpływu odkształcenia plastycznego na zmiany powierzchni plastyczności wykonano w Zakładzie nie na próbkach rurkowych, ale przy zastosowaniu oryginalnej metody polegającej na badaniu płaskich próbek wycinanych z odkształconego arkusza blachy. Wyniki opublikowano w pracy (W. Szczepiński, On the effect of plastic deformation on yield condition, Arch. Mech., 1963), która była wielokrotnie cytowana, a sama metoda stosowana w innych ośrodkach krajowych i zagranicznych.

Stosując tę metodę i metodę badań na próbkach rurkowych wykonano różne doświadczenia dotyczące nowych efektów w zmianach powierzchni plastyczności wywołanych złożonym odkształceniem plastycznym, w tym:

- obrotu powierzchni plastyczności (J. Miastkowski, W. Szczepiński, Int.J.Solids Struct., 1965);
- zanikającej pamięci metali przy różnych drogach odkształcenia plastycznego (W. Szczepiński, J. Miastkowski, J. Mech. Phys. Solids, 1968);
- ewolucji powierzchni plastyczności przy złożonym obciążeniu cyklicznym. W. Szczepiński, 1974, J. Miastkowski, 1978 oraz L. Dietrich, Z. Kowalewski, M. Śliwowski, 1997 – 1998).

Prace te były wielokrotnie cytowane w światowej literaturze.

Badania materiałowe w złożonych stanach naprężeń

Systematyczne rozwijanie badań właściwości mechanicznych materiałów konstrukcyjnych w złożonych stanach naprężenia, zapoczątkowane opracowaniem wymienionej metody badań na próbkach wycinanych z blachy wstępnie odkształconej (W. Szczepiński, 1963) i doskonalenie technik badawczych doprowadziło do stworzenia wyspecjalizowanego i dobrze wyposażonego laboratorium mechaniki doświadczalnej, zdolnego do realizacji programów badań materiałowych w złożonych stanach naprężeń w zakresie:

- wyznaczania granicznej powierzchni uplastycznienia materiałów konstrukcyjnych i jej zmian pod wpływem obciążeń eksploatacyjnych;
- analizy deformacji materiałów przy obciążeniach cyklicznych dla proporcjonalnych i nieproporcjonalnych ścieżek;

- analizy wzajemnego oddziaływania efektów pełzania i plastyczności;
- analizy zmian parametrów wzmocnienia i anizotropii plastycznej dla różnej historii obciążeń;
- analizy deformacji nowej klasy materiałów funkcjonalnych charakteryzujących się przemianami fazowymi indukowanymi zmianami naprężeń i temperatury.

Prace doświadczalne w złożonych stanach naprężenia stanowiły podstawę kilku następnym prac doktorskich pod kierunkiem W. Szczepińskiego i L. Dietricha. Zmiany anizotropii plastycznej rozważał K. Turski (1971). Zagadnienia wpływu obciążeń cyklicznych rozważał M. Śliwowski (1977). Wpływ kierunku i wartości wstępnej deformacji plastycznej na pełzanie rozpatrywał M. Waniewski (1983). Praca doktorska Z. Kowalewskiego (1988) dotyczyła wpływu wtórnej anizotropii plastycznej na pełzanie metali w złożonym stanie naprężenia. Wyżej wymienieni i L. Dietrich przedstawili nowsze wyniki badań dotyczących standardowych materiałów konstrukcyjnych w czasopismach o uznanej randze, jak: *Int. J. Plasticity* (1997), *J. Materials Processing Techn.*, (2001).

Badania pełzania metali przy złożonych stanach naprężenia prowadzili w Zakładzie W. Trąpczyński i Z. Kowalewski, częściowo we współpracy z Uniwersytetem w Leicester. Ich prace (łącznie w latach 1982 – 1997 około 20) ukazały się w czasopismach o światowej randze.

Z zakresu eksperymentalnych badań własności metali przy złożonych stanach naprężenia obroniono w Zakładzie cztery prace habilitacyjne: W. Szczepiński (1964), J. Miastkowski (1974), W. Trąpczyński (1986), Z. Kowalewski (1997).

Badania innych właściwości mechanicznych metali

Z zakresu innych badań własności mechanicznych metali opracowano oryginalne metody i aparaturę do badania plastycznych własności metali:

- metodę badania blach przez ściskanie w ich płaszczyźnie oraz oryginalny przyrząd grzebienny do takich badań – L. Dietrich, K. Turski (1978);
- sposób i oprzyrządowanie do pomiarów rozkładów naprężeń normalnych występujących w zagadnieniach kontaktowych plastycznego płynięcia (L. Dietrich, 1969) oraz w procesach obróbki plastycznej (L. Dietrich, H. Petryk, 1979);
- metodę dwuosioowego badania pełzania metali przy użyciu próbek krzyżowych – M. Waniewski, L. Dietrich (1990, 1993, 1996);
- metodę analizy procesów obróbki plastycznej z zastosowaniem wizjoplastyczności rozpoczętej w pracy doktorskiej (1979) i rozwiniętej następnie w rozprawie habilitacyjnej (1985) J. Piwnika.

Interesujące badania doświadczalne wsparte analizą numeryczną zlokalizowanego płynięcia plastycznego w warunkach osiowej symetrii przy jednoosiowym rozciąganiu, z uwzględnieniem

wzmocnienia materiału oraz określenie warunków lokalizacji deformacji stanowiły rozprawę habilitacyjną L. Dietricha (1978). Badania zmian anizotropii plastycznej metali w czasie z uwzględnieniem efektów oddziaływania zdrowienia materiału przy zmianie kierunku obciążenia, wywołanych dynamicznym starzeniem i redystrybucją naprężeń własnych po wstępnej deformacji plastycznej przeprowadził G. Socha w pracy doktorskiej (1995).

Opracowano część I pracy zbiorowej pt. „Własności plastyczne metali” w tomie X „Metody doświadczalne mechaniki ciała stałego” (red. W. Szczepiński), wydawnictwa encyklopedycznego „Mechanika Techniczna”, 1984; angielskie tłumaczenie: Elsevier, 1990.

Oprócz wymienionych badań prowadzono również weryfikacyjne badania doświadczalne nośności granicznej elementów konstrukcji o złożonym kształcie (W. Szczepiński, L. Dietrich, E. Drescher, J. Miastkowski). Obejmowały one badania przy obciążeniu quasi-statycznym, udarowym i zmęczeniowym. Wyniki tych badań podsumowano m. in. w cytowanej poniżej monografii (1970).

W Zakładzie Wytrzymałości Materiałów rozpoczęto też badania dla nowej klasy materiałów funkcjonalnych: stopów z pamięcią kształtu (G. Socha, L. Dietrich). Aspekty teoretyczne tych badań poruszone są przy omawianiu zjawiska pseudosprężystości (artykuł „Teoria sprężystości”).

W. Oliferuk opracowała oryginalną metodę wyznaczania energii zmagazynowanej podczas deformacji plastycznej metali. Unikatowość metody polega na tym, że nie wymaga ona stosowania kalorymetru, ani przerywania procesu deformacji. Jej istotą jest wyznaczenie ilości ciepła, wydzielającego się podczas deformacji, na podstawie symulacji tego procesu poprzez dostarczenie do badanej próbki, w sposób kontrolowany, energii elektrycznej (W. Oliferuk i inni, *Materials Sci. & Engng.*, 1985, 1993). Metoda przyczyniła się do lepszego poznania termodynamicznego aspektu deformacji plastycznej metali.

Technologiczne zastosowania laserów

(wg. opracowania Z. Muchy i Z. Wesółowskiego)

Badania nad technologicznymi zastosowaniami laserów prowadzone były w Pracowni o tej nazwie od chwili skonstruowania w Instytucie w roku (1974) jednego z pierwszych w Polsce laserów CO₂ (A. Baranowski, W. Byszewski, Z. Mucha). Do roku 1988 działano w ramach Zakładu Mechaniki Cieczy i Gazów, przejściowo w Ośrodku Rozwoju Techniki i w samodzielnym Zakładzie (także w filii IPPT w Kielcach), a od roku 1996 w Ośrodku Mechatroniki i Robotyki, a wreszcie w Zakładzie Wytrzymałości Materiałów. Badania gazów zjonizowanych i podstawowe badania oddziaływania plazmy laserowej z materią omawiane są w artykule „Mechanika Płynów”. Omawiane poniżej zastosowania technologiczne dotyczą głównie laserowego kształtowania płyt i powłok, którego twórcą był H. Frąckiewicz. Zagadnienia spawania i obróbki powierzchniowej omawiane są w innych artykułach.

W roku 1987 rozpoczęto pierwsze w Europie badania nad deformacjami płyt, wywołanych działaniem wiązki laserowej, także z materiałów twardych i kruchych (H. Frąckiewicz, Z. Mucha, W. Trąmpczyński A. Baranowski, A. Cybulski). Odkryto mechanizm gradientowy kształtowania laserowego, opracowano jego model analityczny i określono warunki dla uzyskania maksymalnego kąta zagięcia w jednym cyklu termicznym, bądź w cyklu bezzgięciowym. Metoda kształtowania została opatentowana w wielu krajach.

Henryk Frąckiewicz (1929 – 1999)



Absolwent Wydziału Lotnictwa PW (1957), pracownik naukowy PW (1951–1970). 1962 – doktorat (Uniwersytet Moskiewski), 1966 – habilitacja (PW), 1970 – prof. nadzwyczajny, 1975 – profesor zwyczajny, 1986 – czł. koresp. PAN, od 1983 czł. TNW.

Wybitny specjalista w dziedzinie teorii powłok i układów siatkowych. Wybitny organizator życia naukowego. Rektor Kielecko-Radomskiej WSI, którą przekształcił w Politechnikę Świętokrzyską (1970–1975) i ponownie od 1996 rektor PŚw. W IPPT 1975 – 1996, kier. m.in. Prac. Mechaniki Ośrodków Dyskretnych i SPNPR. Dyrektor IPPT w latach 1983–1994. Inicjator nowych kierunków badawczych, m.in. technologii zastosowań laserów. Wieloletni Koordynator Problemów Węzłowych. Autor ponad 60 publikacji w tym współautor 2 monografii, 3 patentów, promotor 20 doktoratów. Laureat wielu nagród, w tym zespołowej nagrody państwowej II stopnia i nagrody im. M.T. Hubera.

Po raz pierwszy w świecie zrealizowano kształtowanie laserowe płyt cienkich z wykorzystaniem mechanizmu wyboczeniowego (A. Baranowski, H. Frąckiewicz, Z. Mucha) i zbadano go analitycznie (Z. Peradzyński) oraz określono warunki formowania powłok o dodatniej lub ujemnej krzywiznie Gaussa.

badania w tym zakresie prowadzone są w Centrum Laserowych Technologii Metali (PAN-MEN) utworzonego w roku 1996 na terenie Politechniki Świętokrzyskiej na bazie filii IPPT (por. rozdział „Instytucje wyrosłe z IPPT”).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Pindera J.T., *Zarys elastooptyki*, PWT, Warszawa 1953.

Szczepiński W., *Wstęp do analizy procesów obróbki plastycznej*, PWN, Warszawa 1967; rozbudowane wyd. ang: Sijthoff & Noordhoff-PWN, Alphen-Warszawa 1979.

Dietrich L., Miastkowski J., Szczepiński W., *Nośność graniczna elementów konstrukcji*, PWN, Warszawa 1970.

Szczepiński W., *Stany graniczne i kinematyka ośrodków sypkich*, PWN, Warszawa 1974.

Zakupienie lasera CO₂ o mocy 2500 W (1990) umożliwiło badania nad kształtowaniem rur: gięciem oraz zmianą kształtu, średnicy i grubości ścianek. Opracowano metody umożliwiające wytwarzanie połączeń zaciskowych i kształtowych rur (H. Frąckiewicz, W. Trąmpczyński, M. Wąsowski, W. Kalita) oraz modele teoretyczne tych procesów (A. Sławiński, Z. Wesołowski). Wyniki tych badań były prezentowane na wielu zagranicznych wystawach przemysłowych.

Zapoczątkowane wspólnie z laboratorium Philipsa badania nad laserowym mikropozycjonowaniem elementów elektronicznych (Z. Mucha) doprowadziły do wdrożenia tej technologii na liniach produkcyjnych koncernu. Z wykorzystaniem lasera Nd:YAG (150 W) prowadzono prace nad bezdotykowym pozycjonowaniem elementów mikromechanicznych siłownikami ulegającymi deformacjom termo-sprężysto-plastycznym, a więc bez odskoku sprężystego towarzyszącemu gięciu mechanicznemu (J. Widłaszewski, A. Ossowski).

Z użyciem lasera CO₂ o największej mocy w Polsce (6500 W), zainstalowanego w filii IPPT w Kielcach, prowadzono badania nad cięciem, spawaniem i kształtowaniem dużych elementów, we współpracy z przemysłem okrętowym i WSK Mielec i elementów ze stopów tytanu (H. Frąckiewicz, z zespołem). Dalsze ba-

Doroszkiewicz R., *Elastoptyka - stan i rozwój polaryzacyjno-optycznych metod doświadczalnej analizy naprężeń*, PWN, Warszawa-Poznań 1975.

Brandt A.M., *Metody pomiarów i analizy odkształceń wewnętrznych w elementach konstrukcyjnych*, PWN, Warszawa 1978.

Szczepiński W. [red], *Mechanika techniczna 10*, Metody doświadczalne w mechanice, PWN, Warszawa 1984,

Szczepiński W., Dietrich L., Miastkowski J., *Plastic Properties of Metals*; [w:] *Experimental Methods in Mechanics of Solids*, [ed.] W. Szczepiński, PWN - Elsevier, Warszawa - Amsterdam 1990,

Wolna M., *Materiały elastoptyczne*, IPPT, Warszawa 1993.

Trąmpczyński W., *Automatyzacja mechanicznego urabiania gruntów*, IPPT, Warszawa 1996.

MECHANIKA PŁYNÓW

Zbigniew Peradzyński, Tomasz A. Kowalewski

Specyfika mechaniki płynów i jej istotna rola w rozwoju przemysłu lotniczego w krótkim czasie stworzyła w powojennej Polsce atmosferę sprzyjającą rozwojowi tego działu mechaniki. Wkrótce po powstaniu Instytutu, Pracownia Mechaniki Cieczy i Gazów przekształciła się w Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów. Pierwszym kierownikiem Zakładu został Julian Bonder. W krótkim okresie czasu potencjał naukowy i osobowy Zakładu szybko wzrastał, szczególnie na początku lat sześćdziesiątych, kiedy kierownikiem Zakładu zostaje Władysław Fiszdun (1962 – 1979). Obok tematyki bliskiej zagadnieniom lotniczym i rozchodzeniu się fal w gazach rozrze-

Julian Bonder (1900 – 1975)



Inżynier lotnictwa, absolwent (1929) i pracownik naukowy Politechniki Warszawskiej (do 1939 i od 1945). Badania nad odwzorowaniami analitycznymi i wykorzystaniem odwzorowań konforemnych uwiecznione pracą dokorską (1931) i habilitacyjną (1934). 1954 – członek

korespondent, 1966 – czł. rzeczywisty PAN. Od 1946 profesor na Politechnice Śląskiej, gdzie był odpowiedzialny za uruchomienie studiów technicznych. Od 1952 profesor Katedry Aerodynamiki Politechniki Warszawskiej, od 1955 Katedry Aeoro-Hydrodynamiki Wydz. Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Organizator i kierownik Zakładu Mechaniki Cieczy i Gazów w IPPT (1953 – 1961). Był inicjatorem pierwszych konferencji naukowych, poświęconych problemom i metodom mechaniki płynów, które później przekształciły się w międzynarodowe biennialne sympozja. Autor ponad 50 prac naukowych, poświęconych w dużej części metodom analizy pól aerodynamicznych w przestrzennych niestacjonarnych przepływach ściśliwych, twórcą jednolitej teorii fal prostych i podwójnych w gazodynamice, matematycznych podstaw opisu nielepkich przepływów ściśliwych.

Władysław Fiszdun (ur. 1912)



Inżynier lotnictwa, matematyka. 1933 – licencjat z zastosowań mechaniki płynów na Sorbonie. Absolwent Ecole Nationale Supérieure d'Aéronautique (1935). W latach 1936 – 1939 konstruktor lotniczy w Lublinie, a w 1939 – 1946 w Tuluzie i Farnborough (Anglia). 1951 – doktorat

(PW), 1954 – prof. nadzw., 1962 – prof. zwyczajny. Od 1950 czł. korespondent Warszawskiego Towarzystwa Naukowego, od 1960 czł. korespondent, a od 1969 czł. rzeczywisty PAN. Profesor Katedry Mechaniki Lotu Politechniki Warszawskiej w latach 1947 – 1969 oraz w latach 1948 – 1957 zastępca dyrektora Instytutu Lotnictwa w Warszawie. W IPPT PAN od 1955, a w latach 1961 – 1980 kierownik Zakładu Mechaniki Cieczy i Gazów. Przewodniczący RN (1981 – 1983). Od 1970 profesor UW. Redaktor naczelny wielu specjalistycznych czasopism z dziedziny mechaniki płynów, członek władz Międzynarodowej Unii Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej (IUTAM). Autor przeszło 60 publikacji poświęconych aerodynamice stosowanej, kinetycznej teorii gazów, analizie oddziaływań fali uderzeniowej w przepływach hipersonicznych i w ostatnich latach matematycznym i numerycznym modelom opisującym złożone zjawiska hydrodynamiki nadciekłego helu.

dzonych, już po koniec lat pięćdziesiątych powstała grupa badawcza zajmująca się silnymi falami uderzeniowymi w plazmie. Zagadnienie to odgrywało w tamtym okresie szczególną rolę, jako możliwa droga do kontrolowanej reakcji syntezy jądrowej.

Istnienie i działalność Zakładu wywarły duży wpływ na rozwój mechaniki płynów w Polsce, a także na rozwój innych, silnych dzisiaj ośrodków. Warto tu wymienić Instytut Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego czy też Instytut Matematyki PAN. Trudno jest również nie docenić wpływu ponad 20. Międzynarodowych Sympozjów Mechaniki Płynów organizowanych przez Zakład w latach 1959 – 1994. Spotkania stworzyły platformę współpracy dla matematyków, teoretyków mechaniki i inżynierów zajmujących się problemami przepływów cieczy i gazów. Sympozja ta odegrała ważną rolę pomostu dla międzynarodowej wymiany naukowej „Wschód-Zachód”. Po normalizacji sytuacji politycznej organizacja Euromechu postanowiła kontynuować tą inicjatywę w formie odbywających się co trzy lata konferencji.

Tematyka uprawiana w Zakładzie niemal od czasu jego powstania to: gazy rozrzedzone i fale uderzeniowe, również w gazach zjonizowanych. Zainteresowanie przepływami biologicznymi, przepływem krwi i mechaniką serca, zapoczątkowało stworzenie przez R. Herczyńskiego grupy zajmującej się przepływami z małymi liczbami Reynoldsa, przepływami zawiesin i przepływami w ośrodkach porowatych. Z kolei wokół M. Nowaka powstała współpracująca z przemysłem lotniczym grupa zajmująca się symulacjami numerycznymi drgań konstrukcji lotniczych wywołanych przepływem (tzw. flutter). W latach osiemdziesiątych pojawiły się nowe tematy badawcze takie jak hydrodynamika nadciężkiego helu, nowe metody matematyczne i numeryczne w zastosowaniu do równań dynamiki płynów i równań Boltzmann.

Warto tu jeszcze wspomnieć o znaczeniu analizy wymiarowej w rozwoju zarówno doświadczałnej, jak i teoretycznej mechaniki płynów. J. Rychlewski (1991) przedstawił aksjomatyczny model przestrzeni wielkości wymiarowych pozwalający na rygorystyczną analizę podobieństwa zjawisk fizycznych.

Obecnie przedmiotem badań są też zagadnienia związane z modelowaniem zachowania się łańcuchów białkowych w środowisku wodnym, przepływów termicznych w obecności przemian fazowych (wrzenie, krzepnięcie) czy modelowaniem procesów mieszania turbulentnego. Ze względu na różnorodność tematyki Zakładu trudno nam znaleźć miejsce na bardziej szczegółowy opis działalności i osiągnięć poszczególnych grup czy osób. Poniżej wymienimy więc tylko kilka wybranych tematów, które mimo upływu 50. lat są nadal aktualne i stanowią istotny wkład naukowy Zakładu do krajowych i światowych zasobów wiedzy o zjawiskach związanych z przepływami.

Przepływy gazów rozrzedzonych

Zainteresowanie tematyką gazów rozrzedzonych, zapoczątkowane zostało pojawieniem się w przestrzeni kosmicznej pierwszych raket i satelitów. Przepływ gazu w tzw. „zakresie przejściowym”, charakteryzuje stopień rozrzedzenia gazu zbyt duży, aby do opisu zjawisk można było korzystać z ogólnie akceptowanych równań ośrodka ciągłego (Eulera, Naviera-Stokesa), a zbyt mały, aby można było pominąć zderzenia między poszczególnymi cząsteczkami. Pierwsza polska monografia w tej dziedzinie wyszła spod pióra współpracownika IPPT – Michała Łunca (1968). Prowadzone w Zakładzie badania eksperymentalne i numeryczne oddziaływania fal uderzeniowych ze ścianką (Z. Walenta, Fluid Dyn. Res. 1989) pozwoliły na wyjaśnienie mechanizmu powstawania

odbicia nieregularnego. Doświadczenie zdobyte w zakresie symulacji oddziaływań molekularnych jest obecnie wykorzystywane przy modelowaniu przepływów w mikrokanalach i kapilarach.

Analiza modeli kinetycznych

Omawiane tu badania, pokrewne tematycznie z badaniami gazów rozrzedzonych, dotyczą modeli kinetycznych i ich analizy matematyczno-fizycznej dla ośrodków znacznie odbiegających od klasycznego gazu Boltzmann. Istotnym osiągnięciem jest wyprowadzenie równań Kortewega z równania kinetycznego Enskog-Własowa i opracowanie dyskretnej teorii kinetycznej do płynów van der Waalsa. Przedstawiono dowód istnienia i jednoznaczności rozwiązań typu fal biegnących opisujących przejścia fazowe (K. Piechór, B. Kaźmierczak, ZAMP, 2002). Warto tu też wymienić modele makroskopowe granicy faz, którym poświęcona była m.in. koordynowana przez W. Kosińskiego sesja CISM (W. Kosiński, A.I. Murdoch, CISM 1991).

Prowadzone przez Z. Banacha badania pozwoliły na skonstruowanie klas równoważności zaburzeń dla kosmologii typu Bianchiego, wyjaśnienie ewolucji momentów centralnych dla ogólnorelatywistycznego równania Boltzmann oraz rozszerzenie zasady Gibbsa dla tego równania (Z. Banach, S. Piekarski, W. Larecki, Acta Physica A293, 2001).

Interesujące rezultaty uzyskano w badaniach systemów dynamicznych, analizując wpływ warunków brzegowych na jakościowe własności trajektorii cząstek w przepływie (chaos, ergodyczność). Chaotyczne własności układów dynamicznych znajdują też zastosowanie w kryptografii (J. Szczepański, E. Wajnryb, Z. Kotulski, Open Systems & Information Dynamics, 2001).

Aeroelastyka

Dziedzina ta, zajmująca się badaniem drgań konstrukcji w wyniku jej oddziaływania z przepływem (np. flatter samolotu), stoi na pograniczu mechaniki płynów i dynamiki ciała stałego. Pod kierunkiem M. Nowaka stworzono szereg pakietów numerycznych, umożliwiając wyznaczanie częstości i postaci flatteru. Opracowanie nowej metody obliczania niestacjonarnych sił aerodynamicznych umożliwiło uwzględnienie nieciągłych warunków brzegowych i znaczne skrócenie czasu obliczeń. Prowadzone prace mają istotne znaczenie dla bezpieczeństwa konstrukcji lotniczych. Stworzone w Zakładzie programy były wykorzystywane przez wszystkie polskie ośrodki zajmujące się projektowaniem samolotów i szybowców.

Przepływy lepkie

Modele matematyczne przepływu w ośrodkach wielofazowych (zawiesiny, emulsje) wymagają uwzględnienia wielorakich oddziaływań, których doświadczają cząstki poprzez otaczający je płyn. Są to tzw. oddziaływania hydrodynamiczne. Analiza problemów związanych ze zrozumieniem istoty oddziaływań hydrodynamicznych pozwoliła na opracowanie sprawnego algorytmu numerycznego służącego do wyliczania tych oddziaływań (E. Wajnryb, J. Dahler, Coll Scs., 1999). Algorytm został użyty do obliczeń m.in. współczynników oporu konglomeratów składających się z kulek oraz współczynników dyfuzji w zawiesinach. Wyznaczono również efektywną ruchliwość, współczynniki lepkości i czynnik strukturalny cząstek w przepływie ścinającym w przypadku zawiesin o niezbyt dużej gęstości. Okazało się również, że nawet słabe efekty inercyjne (przybliżenie

Oseena) prowadzą do jakościowych różnic w porównaniu z często stosowanych uproszczeniem jakim jest liniowe przybliżenie Stokesa (I. Pieńkowska, Phys. Rev. B, 2001). Sztuczne cząstki kuliste w cieczy to najprostszy przypadek zawiesiny. Przepływy zawiesin złożonych z cząstek deformalnych były badane przez grupę R. Herczyńskiego w związku z przepływem krwi w naczyniach krwionośnych.

Warto w tej grupie tematycznej wspomnieć również o pracach dotyczących przepływów przez wiązki formowanych włókien chemicznych. Zespół kierowany przez A. Szaniawskiego opracował prosty model, w którym wiązka włókien była traktowana jako ośrodek porowaty o anizotropowych własnościach, a przepływ filtracyjny opisywany jest przez prawo Darcy'ego. Pozwoliło to na wyznaczenie rozkładów prędkości i ciśnienia wewnątrz poruszającej się wiązki włókien. Prace te prowadzono w współpracy z Pracownią Polimerów, która zajmowała się kształtowaniem struktury włókien, statecznością rozciąganej strugi cieczy oraz fenomenologiczną analizą uogólnionych cieczy nienewtonowskich (por.: S. Zahorski, Mechanika cieczy lepkościowych, PWN 1981; wyd. angielskie 1982, omawiane w artykule „Struktura polimerów”).

Turbulencja w ciekłym helu

Hydrodynamika nadciekłego helu jest jednym z wielu zagadnień uprawianych w Pracowni Metod Matematycznych Mechaniki Płynów. Ten, jedyny w swoim rodzaju płyn spotyka się z zainteresowaniem wielu grup naukowych. Związane jest to m.in. z występowaniem zjawiska nadciekłości (braku oporów lepkich). Wobec braku oporu, ciekły hel w temperaturach niższych niż 2,17 K potrafi np. wypływać z naczynia pelzając w pionie po ściankach czy przepływać przez kapilary lub ośrodki porowate niemal bez strat. Jego własności można przedstawić tak, jakby był on mieszaniną dwóch cieczy: idealnej bez lepkości oraz zwykłej lepkiej cieczy. Zjawisko nadciekłości jest analogiczne do zjawiska nadprzewodnictwa. Ruch płynu nadciekłego (właściwie jego składowej nadciekłej) jest w zasadzie bezwiry, okazało się jednakże, jak to było zresztą przewidziane przez Feynmana, że tak jest tylko przy małych prędkościach. Przy większych prędkościach zaczynają się pojawiać skwantowane nici wirów. Obecność wirów prowadzi do oddziaływania pomiędzy ruchem składowej nadciekłej i ruchem składowej normalnej. W wyniku tych oddziaływań możemy mieć do czynienia z jednoczesnym występowaniem dwóch stanów ruchu: laminarnego, w którym kwantowe nici wirów są dość dobrze uporządkowane, oraz turbulentnego, w którym wiry są splątane i tworzą gęste kłębowisko. Zjawisko to jest zwane turbulencją kwantową. Jest rzeczą ciekawą, że izotropowa turbulencja kwantowa poddaje się znacznie lepiej analizie teoretycznej aniżeli turbulencja występująca w zwykłych płynach (Z. Peradzyński, Int. J. of Theor. Physics 1990; T. Lipniacki, Phys Rev. B, 2001).

Innym zaskakującym zjawiskiem towarzyszącym nadpłynności jest falowa propagacja ciepła – drugi dźwięk. Ciepło propaguje się w ten sposób, że do ścianki cieplejszej dopływa składowa nadpłynna, której entropia jest zerowa, po czym po zetknięciu się z nią wraca jako składowa normalna o niezerowej entropii. Przy dużych intensywnościach strumieni ciepła generowane są spontanicznie nici wirów utrudniające „falowy” przepływ ciepła, co w granicy prowadzi do typowego przewodnictwa cieplnego, proporcjonalnego do gradientu temperatury. Problemy turbulencji kwantowej, w szczególności towarzyszącej impulsom cieplnym, były badane intensywnie we współpracy z instytutem Maxa Plancka w Getyndze. Do najbardziej oryginalnych osiągnięć w tej dziedzinie zaliczyć trzeba opracowanie wirowej teorii tzw. *przejścia lambda*. Jest to przejście

fazowe w temperaturze 2,17 K, w którym następuje utrata nadciekłości (R. Owczarek, *Modern Phys. Letters B* 7, 1993).

Metody matematyczne w mechanice płynów

Metody matematyczne są tematem przewodnim Zakładu od samego momentu jego powstania. Jednym z oryginalnych osiągnięć grupy metod matematycznych (M. Burnat, a potem Z. Peradzyński) jest uogólnienie metody Riemanna oddziaływujących fal na przypadek wielu równań i wielu wymiarów. Zaowocowało to możliwością konstrukcji szerokich klas rozwiązań równań idealnej gazodynamiki i pozwoliło na zbadanie i sklasyfikowanie rozwiązań, będących nieliniowymi superpozycjami fal. Innym osiągnięciem o charakterze matematycznym jest opracowanie (we współpracy z Instytutem Matematycznym Uniwersytetu w Utrechcie) metody konstrukcji asymptotycznych rozwiązań nieliniowych równań reakcji-dyfuzji z członami konwekcyjnymi. Metoda ta, zastosowana do plazmy podtrzymywanej wiązką lasera CO₂, dała zadziwiająco prosty i dobry opis zgadzający się zarówno z eksperymentem, jak i obliczeniami numerycznymi.

Przepływy gazów zjonizowanych

Jednym z pierwszym, „nie lotniczych” tematów Zakładu były przepływy gazów zjonizowanych. Pionierskie naówczas badania w tej dziedzinie zapoczątkował w Zakładzie M. Łunc. Tematyka ta ulegała transformacjom, pod wpływem nowych trendów w nauce, wraz z pojawianiem się nowych narzędzi badawczych, przede wszystkim laserów. Początkowo rozwijane badania charakterystyk plazmy generowanej wysokoenergetycznym wyładowaniem elektrycznym znalazły swoją kontynuację przy wykorzystaniu zogniskowanej wiązki laserowej. Stało się to możliwe dzięki zbudowaniu przez grupę W. Byszewskiego jednego z pierwszych w Polsce laserów, m.in. lasera promieniowania podczerwonego CO₂ dużej mocy. Zastosowanie tego lasera do jonizacji w komorze ciśnieniowej pozwoliło na zrealizowanie po raz pierwszy w Polsce ciągłego wyładowania optycznego, polegającego na podtrzymywaniu plazmy w gazie odpowiednio uformowaną wiązką światła laserowego (Z. Mucha, A. Baranowski). Badano m.in. niestabilności przepływu konwekcyjnego towarzyszącego wyładowaniu optycznemu.

Inny obszar zainteresowań plazmą podtrzymywaną laserem związany jest z koncepcją naddźwiękowych przepływów w zastosowaniu do silników rakietowych. Ogniskowano wiązkę lasera w strumieniu gazu np. argonu o ciśnieniu atmosferycznym. Następnie zjonizowany gaz był wprowadzany do dyszy naddźwiękowej połączonej z komorą niskociśnieniową (o ciśnieniu ok. 1 mm Hg), w której zostaje rozprężony i osiąga prędkości naddźwiękowe. Przeprowadzone badania pozwalają na określenie pola temperatur i gęstości cząstek plazmy. Oprócz prac eksperymentalnych i oszacowań analitycznych opracowano model numeryczny niestacjonarnego przepływu plazmy w symetrii cylindrycznej. Otrzymane pola temperatur i prędkości plazmy podtrzymywanej laserem w przestrzeni swobodnej są w dobrej zgodności z wynikami eksperymentalnymi (Z. Szymański).

Plazma jest też intensywnie badana w Zakładzie w związku z wykorzystaniem efektu Halla w satelitarnych silnikach korekcyjnych. Badania te (Z. Peradzyński, K. Makowski, S. Baral) są prowadzone we współpracy z francuskim programem kosmicznym.

Oddziaływanie promieniowania laserowego z materia

Badania oddziaływania promieniowania laserowego z materia były na przestrzeni przeszło dwudziestu lat tematem prac w Zakładzie i dotyczyły plazmy generowanej wiązką lasera CO₂. Za interesowanie niskotemperaturową, wysokociśnieniową plazmą związane jest głównie z jej rolą w procesach technologicznych jak cięcie, spawanie czy utwardzanie metali wiązką laserową. Przy dużym natężeniu promieniowania laserowego padającego na próbkę metalową w pobliżu powierzchni pojawia się plazma, która w radykalny sposób wpływa na przekaz energii z wiązki laserowej do powierzchni.

Przy spawaniu laserowym zachowanie się obłoku plazmowego odzwierciedla proces absorpcji w kanale parowym, a tym samym cały proces spawania. Dlatego sygnały optyczne z obłoku plazmowego są podstawowymi sygnałami służącymi do monitorowania przebiegu procesu, a co za tym idzie do kontroli i sterowania procesami technologicznymi. Badania pozwoliły na wyznaczenie absorpcji wiązki laserowej przy spawaniu i opracowanie metody monitorowania przebiegu procesu (Z. Szymański, J. Hoffman). Stwierdzono, że proces spawania laserowego jest procesem niestabilnym. Zmiany kształtu ścianki kanału parowego powodują oscylacyjne zmiany ciśnienia w kanale, a w rezultacie podobne zmiany wielkości i parametrów termodynamicznych obłoku plazmowego nad powierzchnią spawaną. Analiza sygnałów emitowanych przez plazmę pokazała, że proces spawania laserowego jest procesem chaotycznym w sensie chaosu deterministycznego (Z. Peradzyński, J. Kurzyna). Obserwowane zjawiska mają istotne znaczenie dla zapewnienia odpowiedniej jakości złączy przy stosowaniu automatycznego spawania laserowego. Badano także wpływ procesów hydrodynamicznych na jakość spoiny. W badaniach modelowych stwierdzono (A. Cybulski, W. Kalita), że wywołane przepływami termokapilarnymi intensywne mieszanie przetopionego materiału może być czynnikiem poprawiającym jakość spawu, szczególnie przy łączeniu różnych materiałów.

Efekty termiczne towarzyszące oddziaływaniu wiązki laserowej z powierzchnią metalu mogą być wykorzystane dla kontrolowanego odkształcania elementów konstrukcyjnych. Osiągnięcia w dziedzinie kształtowania laserowego płyt i powłok omówione są w odpowiednim rozdziale artykułu „Mechanika doświadczalna ciała stałego”.

Przepływy termiczne i ze swobodną powierzchnią

Osobną grupą przepływów lepkich są przepływy w których istotną rolę odgrywają gradienty temperatury i ewentualnie przejścia fazowe. Wiele z analizowanych zjawisk charakteryzuje występowanie swobodnej powierzchni. Tematyką związaną z tworzeniem się strug i kropli została zapoczątkowana przez grupę A. Szaniawskiego. Prowadzone aktualnie badania dotyczą przepływów termicznych z przemianą fazową (krzepnięcie, wrzenie). Kontynuowane są również prace dotyczące rozpadu strugi lepkiej i oscylacji pojedynczych kropli cieczy. Metody badawcze oparte są na zastosowaniu cyfrowych technik rejestracji obrazów i numerycznej ich analizie.

Badania ostatniej fazy procesu rozpadu strugi na krople wskazały na istnienie szeregu nowych elementów tego procesu, z których najważniejszymi są tworzenie się mikrostrugi i mikrosatelitów w krótkim czasie przed ostatecznym przerwaniem połączenia struga-kropla (Kowalewski, 1996). Badania tworzących się kropli pozwoliły na stworzenie precyzyjnego opisu nieliniowych drgań kropli cieczy lepkiej (Becker, Hiller & Kowalewski, JFM 1994) i opracowanie niezakłóca-

jącej metody pomiaru parametrów powierzchni cieczy, a w szczególności jej temperatury i składu. Prowadzone obecnie badania mają na celu zastosowanie metody analizy drgań powierzchni do pomiaru temperatury powierzchni pęcherza pary, powstającego przy wrzeniu powierzchniowym.

Prowadzone badania doświadczalne i numeryczne struktur przepływu konwekcyjnego w obecności przemiany fazowej mają znaczenie dla ważnych procesów przemysłowych, jak odlewnictwo czy hodowla monokryształów. Ponieważ weryfikacja symulacji numerycznych w warunkach przemysłowych jest bardzo trudna wzrasta znaczenie modelowych badań eksperymentalnych o dobrze zdefiniowanych parametrach przepływowych i termicznych. Prowadzone w modelach laboratoryjnych pomiary są źródłem bogatego materiału empirycznego do weryfikacji symulacji numerycznych. W tym celu opracowano nową technikę anemometrii i termometrii obrazowej PIV&T (Particle Image Velocimetry and Thermometry), polegającą na numerycznej analizie barwy i przemieszczeń posiewu ciekłokrystalicznego znajdującego się w przepływie. Umożliwia to jednoczesny pomiar rozkładu temperatury i pola prędkości w badanym przekroju przepływu. Ilościowe informacje zgromadzone tą techniką umożliwiają stworzenie wzorców eksperymentalnych będących podstawą uwiarygodnienia modeli fizycznych implementowanych w kodach numerycznych (Kowalewski & Rebow, Int.J.C.F.D. 1999). Metodę PIV & T zastosowano z powodzeniem również w badaniach tworzenia się i odrywania pęcherza pary w warunkach wrzenia heterogenego.

Modele biologiczne

Długie łańcuchy molekuł mogą być traktowane jako obiekty mechaniczne. Znajomość własności mechanicznych takich łańcuchów jest konieczna dla zrozumienia procesów dzielenia się i łączenia poszczególnych ich fragmentów, podstawowego procesu reprodukcji biologicznej. Badaniami nad dynamiką łańcuchów białek i DNA w roztworze wodnym od szeregu lat zajmuje się w Zakładzie grupa H. Zorskiego. Dla tych złożonych obiektów zbudowano modele z uwzględnieniem efektów mechanicznych i termomechanicznych. Przy różnych energiach wewnętrznych otrzymano szereg rozwiązań, zarówno statycznych jak i dynamicznych w zależności od energii wewnętrznej. Okazuje się, że w niektórych przypadkach istnieją rozwiązania solitonowe. Szereg informacji uzyskano stosując metody asymptotyczne dla równań różniczkowych, a wiele konfiguracji wykazuje charakter przestrzenny chaotyczny (w sensie chaosu deterministycznego).

Inne, nowe problemy badawcze na pograniczu z medycyną to zastosowania teorii chaosu i złożoności procesów do analizy i dekodowania impulsów nerwowych. Opracowano metodę interpretacji stanu komórek na podstawie analizy złożoności rejestrowanych wyładowań neuronów (J. Szczepański, E. Wajnryb, 2001).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Fiszdon W. i inni [ed.], *Fluid dynamics transactions*, tomy I – XIV, wydawane periodycznie w latach 1964 – 1989 przez PWN, Warszawa.

Łunc M., *Wprowadzenie do gazodynamiki molekularnej*, PWN, Warszawa 1968.

Herczyński R., Pieńkowska I., *Teorie statystyczne w ciałach stałych, cieczach i gazach*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk 1974.

Filipczyński L., Herczyński R., Nowicki A., Powałowski T., *Przepływy krwi: hydrodynamika i ultradźwiękowe dopplerowskie metody pomiarowe*, PWN, Warszawa 1980.

Fiszdon W. [ed.], *Rarefied gas flows: theory and experiment*, CISM Courses and Lecture Notes, Springer, Wien – N.York 1981.

Peradzyński Z., Zawistowska E., [red.], *Bifurkacja i zagadnienia matematyczne równań Naviera-Stokesa*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków-Gdańsk 1983.

Zorski H., *Podstawy mechaniki*, PWN, Warszawa 1985.

Fiszdon W., Wilmański K. [ed.], *Mathematical models and methods in mechanics*, Banach Center Publ., PWN, Warszawa 1985.

Rychlewski J., *Wymiary i podobieństwo*, PWN, Warszawa 1991.

Kowalewski T.A., *Experimental validation of numerical codes in thermally driven flows*, [w:] Advances in computational heat transfer, G. de Vahl Davis, E. Leonardi [eds.], Begel House Inc., N. York 1998.

Kosiński W., Murdoch A.I. [eds.], *Modelling macroscopic phenomena at liquid boundaries*, CISM Courses and Lectures, Springer-Verlag, Wien – N. York 1991.

Peradzyński Z., *Geometry of Riemann waves*, [w:] Advances in nonlinear waves, [ed.] Debnath L., Pitman, 1985.

GEOMECHANIKA I MATERIAŁY POROWATE

Zenon Mróz, Józef Kubik

Używając terminów „geomateriały” i „geomechanika” mamy na myśli dziedzinę badań dotyczących naturalnych materiałów kruchych, sypkich, lub spójnych, takich jak grunty (gлина, piasek) i skały. Ze względu na podobieństwo własności, do tej klasy możemy zaliczyć materiały wytwarzane, takie jak beton, czy proszki używane w technologii chemicznej lub metalurgii. Odrębną, lecz bliską, klasę stanowią materiały porowate stosowane zarówno w geomechanice jak i w innych dziedzinach nauki i technologii (materiały biologiczne, porowate spieki i tworzywa). Występując w stanie zawilgocenia lub nasycenia płynami tworzą one ośrodki wielofazowe.

Geomechanika

Geomateriały będące przedmiotem badań charakteryzują się strukturą ziarnistą z oddziaływaniem ciernym lub adhezyjnym na kontaktach styku, wykazując zarówno cechy sprężyste, jak i plastyczne lub lepkie, a zwłaszcza zależność mechanicznych własności od średniego ciśnienia hydrostatycznego. Struktura nośna ilów i glin powstaje w wyniku procesu konsolidacji przy określonym ciśnieniu hydrostatycznym, co prowadzi do właściwej konfiguracji cząstek i rozwoju sił wiązania kohezynego. Materiały rozdrobnione (piasek, granulaty sztuczne) uzyskują początkową strukturę w wyniku ułożenia ziarn i rozwoju sił kontaktowych. Przyłożenie obciążeń zewnętrznych powoduje dalszą ewolucję struktury i zagęszczanie lub rozluźnianie materiału, a także osiągnięcie stanu krytycznego, w którym może się rozwijać proces dużych deformacji przy zachowaniu stałej objętości. Obecnie omówimy krótko główne kierunki badań w zakresie geomechaniki prowadzone w IPPT.

Stany graniczne i kinematyka ośrodków ziarnistych

Stan graniczny materiałów ziarnistych lub spójnych w skali makroskopowej możemy opisać warunkiem Coulomba

$$\max_n F = |\tau_n| - \mu \sigma_n - c \leq 0 \quad (1)$$

gdzie τ_n jest naprężeniem stycznym działającym na płaszczyznę fizyczną w materiale określoną przez jednostkowy wektor normalny n , zaś σ_n jest naprężeniem normalnym do tej płaszczyzny. Parametry materiałowe: współczynnik tarcia wewnętrznego μ i spójność c przyjęte są jako stałe, zaś naprężenia ściskające przyjęte jako dodatnie. Warunek (1) spełniony jest na płaszczyznach krytycznych Coulomba nachylonych pod kątem $\pm (1/4\pi - 1/2\phi)$ do kierunku głównego naprężenia ściskającego.

Są to kierunki charakterystyczne stanu naprężenia. Powstaje natomiast pytanie czy linie te są liniami poślizgu dla materiału, którego kąt dylatacji ψ różni się od kąta tarcia ϕ i prawo płynięcia nie jest stowarzyszone z warunkiem plastyczności. Badania podjęte w IPPT skupiły się na analizie kinematyki ośrodka sypkiego w stanie granicznym, a więc wyjaśnieniu, czy charakterystyki naprężeń (linie Coulomba) pokrywają się z liniami poślizgu. Zespół badawczy (Z. Mróz,

A. Drescher, K. Kwasczyńska) podjął badania doświadczalne (wciskanie klina, ruch ścianki w ośrodku), wykazując, że dla pewnego zakresu gęstości linie poślizgu tworzą siatkę ortogonalną odchylającą się od linii Coulomba. Wyniki te potwierdził W. Szczepiński analizując cały szereg problemów stanów granicznych i kinematyki ośrodka, zakładając ortogonalność linii poślizgu. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że badano materiał, którego gęstość była bliska gęstości krytycznej, a zatem nie wykazywał on istotnych cech dylatacyjnych. Bardziej szczegółową analizę stanu naprężenia i odkształcenia przeprowadził A. Drescher wspólnie z Josselinem de Jongiem prowadząc badania dla ośrodków rozdrobnionych optycznie czułych, co umożliwiło jednoczesny pomiar stanu naprężenia i odkształcenia. Badania te wykazały brak osiowości kierunków głównych naprężeń i prędkości odkształceń, a zatem zależność mechanizmu płynięcia od prędkości naprężenia.

Teorię stanów granicznych i zastosowanie w problemach geotechniki omówiono szeroko w monografiach R. Izbickego i Z. Mroza oraz W. Derskiego, R. Izbickego, I. Kisiela i Z. Mroza.

Analiza rozwoju ciśnień i kinematyka wypływu materiałów sypkich ze zbiorników

Jednym z ważnych zagadnień technicznych jest określenie ciśnienia materiałów sypkich na ściany zbiornika i kinematyki jego wypływu grawitacyjnego. W IPPT przeprowadzono cały szereg badań modelowych w mniejszej skali analizując kinematykę wypływu przy różnej geometrii zbiorników. Ustalono, że dylatacja materiału zachodzi wzdłuż linii ścinania przy połączeniu kanału równoległego i zbieżnego, zaś w pozostałej części przepływ można traktować jako nieściśliwy. Opracowano uproszczony opis wypływu uwzględniając siły inercyjne i zakładając radialne pole prędkości uzyskując w ten sposób rozwiązania analityczne i numeryczne (Z. Mróz, Cz. Szymański, J. Zawidzki, B. Wol, A. Drescher). Wyniki tego rodzaju analizy przedstawiono w monografiach A. Dreschera.

Modele konstytutywne deformacji sprężysto-plastycznej gruntów

Jednym z ważnych zagadnień w mechanice geomateriałów jest sformułowanie opisu matematycznego deformacji gruntów z uwzględnieniem takich efektów jak i) dylatacji i zagęszczenia materiału w zależności od stanu naprężenia, ii) uwzględnienie wzmocnienia i osłabienia w procesie deformacji, iii) uwzględnienie anizotropowej struktury sił kontaktowych, iv) uwzględnienie efektów hysterezy przy deformacji cyklicznej.

Wychodząc z założeń modelu o wzmocnieniu gęstościowym, sformułowano przyrostowe modele deformacji dla glin i piasków uwzględniające anizotropię materiału i efekt stanu początkowego zagęszczenia (wzmocnienie gęstościowe i konfiguracyjne). Prace w tym kierunku były prowadzone przez Z. Mroza (wspólnie z Uniwersytetem Walijskim, Swansea), S. Pietruszczaka, T. Hückela, i A. Jarzębowskiego. Wykorzystano założenia modelu wielo-powierzchniowego, zakładając występowanie deformacji plastycznych zarówno w procesie obciążenia jak i odciążenia. Syntetyczne omówienie tej klasy modeli można znaleźć w pracy Z. Mroza i O. C. Zienkiewicza w „Constitutive Equations for Engineering Materials” ([red.] Desai C. S., Gallagher R., J. Willey, 1984) i w pracy Z. Mroza “Elastoplastic and viscoplastic constitutive models for granular materials” CISM Lect. Notes N° 385, “Behaviour of granular materials” (Springer Verlag 1998).

Materiały kruche

Materiały kruche, takie jak skała, beton, ceramika, przy rosnącym obciążeniu ściskającym lub rozciągającym wykazują rozwój sęków, które w końcowej fazie procesu lokalizują się w pasmach rozciągania lub ścinania, generując końcowy mechanizm zniszczenia. Zagadnieniem opisu rozwoju uszkodzeń i końcowej fazy zniszczenia poświęcono cały szereg prac (A. Dragon, Z. Mróz, S. Pietruszczak i Z. Mróz, J. Maciejewski). Celem tych badań było sformułowanie dostatecznie ogólnego opisu procesu rozwoju uszkodzeń i określenie stanu granicznego. Zastosowano również koncepcję płaszczyzny krytycznej analizując rozkład sęków występujących w elemencie i ich wpływ na lokalizację odkształceń w stanie granicznym, Z. Mróz, J. Maciejewski.

Podejście oparte na mikromechanice wzrostu szczelin zastosował do materiałów skałopodobnych M. Basista we współpracy z Uniwersytetami w Darmstadt i Stanford). W ramach formalizmu termodynamicznego z mikrostrukturalnymi parametrami wewnętrznymi, sformułowano teoretyczny model uszkodzenia dla materiałów skałopodobnych oparty na mikromechanice wzrostu szczelin w polach naprężeń rozciągających i ściskających (M. Basista, D. Gross, 1989-2000). Zaproponowano mikromechaniczną teorię procesów degradacji betonu zachodzących pod wpływem chemicznie agresywnego środowiska (M. Basista, D. Krajcinovic, 1992) oraz zastosowano metody fizyki zjawisk krytycznych do opisu procesów zniszczenia w materiałach kruchych (M. Basista w: "Modelling of Damage", 1999).

Dynamiczne zniszczenie górotworu (tąpania, wyrzuty gazów)

Niezwykle ważnym zagadnieniem w eksploatacji górniczej jest możliwość unikania tąpnięć przez umiejętność wprowadzenia właściwych technik zabezpieczających. Problem opisu mechaniki tąpnięć górniczych stanowił przedmiot badań w IPPT (Z. Mróz, A. Drescher, T. Hückel, S. Pietruszczak, A. Zubelewicz). Określono zjawisko tąpnięcia jako proces dynamicznego zniszczenia po utracie stateczności określonej konfiguracji wyrobiska i przedstawiono metodę analizy tego procesu. Podobnie, sformułowano model opisujący wyrzuty gazów z pokładów węgla. Prace badawcze były prowadzone w ramach programów rządowych dotyczących bezpieczeństwa eksploatacji górniczej.

Mechanika materiałów porowatych

Porowate materiały przepuszczalne tworzą liczną rodzinę materiałów o dużym znaczeniu w technice, medycynie i inżynierii środowiska. Występują jako materiały geologiczne (np. skały, grunty), materiały biologiczne (np. drewno, tkanki kostne, tkanki miękkie, błony półprzepuszczalne) oraz jako różnorodne materiały techniczne (np. porowate spieki metali, spieki ceramiczne, betony, gazobetony, porowate szkło, porowate tworzywa sztuczne). W większości przypadków materiały te występują w stanie zawilgocenia lub nasycenia płynami tworząc ośrodek wielofazowy.

Teoretyczne i eksperymentalne badania takich materiałów prowadzone były w Zakładzie Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych (w ramach Oddziału IPPT w Poznaniu) w latach 1974-1996. Działalność ta została zapoczątkowana w Samodzielnej Pracowni Teorii Konsolidacji i Termodyfuzji powołanej na gruncie dorobku poznańskiego zespołu kierowanego przez prof. Włodzimierza Derskiego.

Poniżej scharakteryzowano ważniejsze osiągnięcia Zakładu w dziedzinie mechaniki ośrodków porowatych, których głównymi autorami byli: W. Derski, S.J. Kowalski, J. Kubik, J. Mielniczuk, R. Uklejewski, M. Cieszko, W. Dudziak, M. Kaczmarek, G. Musielak. Badania w dziedzinie ośrodków porowatych prowadzi obecnie także zespół Samodzielnej Pracowni Metod Wariacyjnych i Biomechaniki zgrupowany wokół J. J. Telegi i A. Rybickiego.

Sprężyste i plastyczne deformacje materiałów porowatych

Sformułowano zamkniętą teorię dla sprężystego, izotropowego ośrodka porowatego wypełnionego cieczą lepką w zakresie odkształceń skończonych oraz liniową teorię dla sprężystego ośrodka anizotropowego z uwzględnieniem tensorowej charakterystyki struktury porów oraz sprzężeń między fazami ośrodka. W odróżnieniu od klasycznej teorii ośrodków wieloskładnikowych (teorii mieszanin), parametry struktury występują w opisie w sposób jawny na każdym etapie formułowania teorii. Otrzymano w ten sposób bezpośrednie zależności wielkości charakteryzujących sprzężenia w takich ośrodkach od struktury porów. Dokonano specyfikacji sprzężeń objętościowych i lepkich w związkach konstytutywnych uwzględniając ewolucję porowatości. Prace poświęcone tym zagadnieniom wykonane były przez J. Kubika, M. Cieszko, M. Kaczmarek.

Użyteczność takiego opisu jest widoczna również przy analizie propagacji fal, których parametry zależą od charakterystyki struktury porów. Decyduje to o możliwości wykorzystania metod falowych do identyfikacji parametrów struktury porów.

Zaproponowano i rozwinięto opis uplastycznienia ciągliwych materiałów porowatych zwłaszcza w odniesieniu do porowatych spieków metali (S.J. Kowalski, J. Kubik, J. Mielniczuk) wprowadzając tensorową charakterystykę struktury porów przy modelowaniu obserwowanych eksperymentalnie efektów ściśliwości plastycznej oraz obrotu i przesunięcia powierzchni plastyczności.

Termomechanika zawilżonych materiałów porowatych

Tematyka badawcza z tego zakresu obejmowała zagadnienia termokonsolidacji, (W. Derski, S. J. Kowalski), termodyfuzji i termomechaniki suszonych materiałów porowatych (W. Dudziak, S.J. Kowalski, G. Musielak, A. Rybicki).

Opierając się na koncepcji termodynamiki procesów nierównowagowych i przy założeniach stosowanych w teorii konsolidacji wyprowadzono pełny układ równań liniowych deformowalnego ośrodka wypełnionego cieczą z uwzględnieniem efektów termicznych dla przypadku różnych i równych temperatur składników.

Sformułowano teorię suszenia zawilżonych materiałów porowatych, w której deformacja materiału suszonego jest sprzężona ze zmianami pola rozkładu temperatury i wilgoci w ośrodku. Zaproponowano metodę rozwiązywania otrzymanego układu równań i przeanalizowano rozwiązania jedno- i dwuwymiarowych zagadnień brzegowych. Opis umożliwia optymalizację procesów suszenia z punktu widzenia energochłonności i czasu suszenia przy zachowaniu warunku nieprzekraczalności wytrzymałości suszonego materiału.

Do nieco odmiennej klasy zagadnień należą najnowsze wyniki uzyskane przez B. Ranieckiego dotyczące termodynamiki procesów konsolidacji zawieszin traktowanych jako dwuskładnikowy układ nieściśliwych ośrodków porowatych (por. monografia B. Raniecki, J. Eiken, 2002). Otrzymano zależności określające przebieg procesu w zależności od dwóch eksperymentalnie wyzna-

czanych charakterystyk: przepuszczalności i funkcji naprężenia granicznego. Program badań realizowany jest we współpracy IPPT ze światowym potentatem w dziedzinie aparatury hydrotechnicznej – duńsko-szwedzkim koncernem Alfa-Laval.

Mechanika nasyconych materiałów porowatych wrażliwych chemicznie

Duże znaczenie praktyczne mają zagadnienia związane z modelowaniem nasyconych materiałów wrażliwych chemicznie, np. gruntów ilastych, znajdujących zastosowanie przy projektowaniu podłoża dróg, tuneli i składowisk odpadów.

Sformułowano opis deformacji nasyconych materiałów przepuszczalnych, których zachowanie zależy od chemizmu cieczy porowej. Wyprowadzono makroskopowe równania Gibbsa oraz entropii dla sprężonych procesów generowanych przez chemiczne obciążenia. Zaproponowano związki konstytutywne opisujące chemomechaniczną odpowiedź porowatych materiałów i transport reaktywny (M. Kaczmarek i T. Hüchel – wychowanek IPPT, Duke University).

Opis anizotropowej struktury przestrzeni porów

Przebieg zjawisk fizycznych w nasyconych materiałach porowatych oraz wielkość i charakter oddziaływania między składnikami silnie zależą od geometrycznej, najczęściej anizotropowej struktury porów. Od struktury zależą również właściwości mechaniczne szkieletu.

Wprowadzenie tensorowej charakterystyki struktury porów (J. Kubik, M. Kaczmarek) umożliwiło uwzględnienie efektu sprężenia dynamicznego w opisie nasyconych materiałów porowatych, a także jakościowo nowego efektu sprężenia masowego.

W badaniach M. Cieszko dokonano adaptacji pojęcia przestrzeni Minkowskiego na potrzeby mechaniki ośrodków porowatych. Opracowano koncepcję nowego podejścia do opisu struktury oraz ruchu płynu w anizotropowej przestrzeni porów, w ramach której ruch płynu w porach szkieletu rozważany jest jako ruch kontinuum materialnego w anizotropowej przestrzeni metrycznej Minkowskiego. Umożliwiło to wewnętrznie spójny opis struktury przestrzeni porów szkieletu oraz ściśle zdefiniowanie jej parametrów: krętości porów, porowatości powierzchniowej i objętościowej, a także właściwych tym parametrom charakterystyk tensorowych, ściśle związanych z tensorem metrycznym anizotropowej przestrzeni.

Zagadnienia dynamiki nasyconych materiałów porowatych

Ważną i szybko rosnącą grupę zagadnień inżynierskich stanowią zagadnienia związane z propagacją fal w porowatych ośrodkach nasyconych płynami. Szczególnie przydatne są metody akustyczne do nieinwazyjnego badania własności mechanicznych takich materiałów i wyznaczania parametrów struktury porów, zarówno z punktu widzenia potrzeb konstrukcyjnych, jak też diagnozowania zmian wewnętrznego stanu materiału, np. stanu zniszczenia betonów, czy rozwoju osteoporozy w tkance kostnej.

W Zakładzie prowadzone były badania nad podstawowymi zjawiskami falowymi w dwuskładnikowym ośrodku przepuszczalnym z uwzględnieniem oddziaływania fal (odbicie, załamanie i przenikanie) z powierzchniami brzegowymi materiałów porowatych zanurzonych w płynie w różnych konfiguracjach. Ich głównym celem było stworzenie podstaw dla opracowania metod pomia-

rowych charakterystyk struktury i własności mechanicznych materiałów porowatych wykorzystujących techniki dynamiczne oraz zbadanie ilościowego i jakościowego wpływu struktury porów w szerokim zakresie częstotliwości, na współczynniki tłumienia i prędkość propagacji harmonicznych fal

Główne wyniki dotyczące propagacji fal w nasyconych materiałach porowatych i dynamicznych metod badania takich materiałów z wykorzystaniem wolnej i szybkiej fali objętościowej zaprezentowano w monografii J. Kubika, M. Cieszko i M. Kaczmarka.

Wykorzystując własności dynamiczne modelu dwufazowego zaprojektowano wibroizolator złożony z porowatego walca wypełnionego lepkiem płynem o bardzo dobrej charakterystyce współczynnika przenoszenia siły. Analizę pracy wibroizolatora przeprowadzono w pracach W. Derzkiego i S.J. Kowalskiego.

W Pracowni Metod Wariacyjnych i Biomechaniki opracowano niestacjonarny model przepływu lepkiej cieczy jedno- i dwu-fazowej przez mikroporowatą ośrodek sprężysty (W. Bielski, J.J. Telega, R. Wojnar, AMS 1999, 2001). Opublikowano (Inst. Geofizyki PAN) wstępny draft monografii "Effective properties of geomaterials: rocks and porous media" przygotowywanej do druku (Springer 2003)

Zaproponowano model dyfuzji i przepływów cieczy lepkiej przez ośrodek porowaty o strukturze losowej (J. J. Telega, W. Bielski) oraz opis dyfuzji w periodycznym ośrodku porowatym, z nieliniowym równaniem ciepła (R. Wojnar, 1999).

Warto podkreślić, że istotną rolę w powyższych pracach odgrywają metody mikromechaniki i homogenizacji (por. monografia T. Lewiński, J. J. Telega, 2000).

Materiały biologiczne i biozastępcze

Rozwój modeli dwufazowych pozwolił na podjęcie przez zespół badań teoretycznych nad biologicznymi i biozastępczymi materiałami porowatymi wypełnionymi płynem, głównie porowatą tkanką kostną i porowatą bioceramiką korundową. Wymagało to uwzględnienia własności elektromechanicznych kości i efektu generowania tzw. elektrycznych potencjałów deformacyjnych. Wykazano, że kość zbita wypełniona jonowym płynem fizjologicznym działa jak przetwornik elektrokinetyczny. Przedstawiono elektromechanikę małych odkształceń sprężystych tkanki kostnej zbitiej, tworzącej ściany trzonów kości długich, jako porowatego materiału wypełnionego płynem fizjologicznym, będącym słabym elektrolitem. Rozwinięto bazę eksperymentalną do badania tkanek kostnych wykorzystując pomiary ultradźwiękowe oraz spektroskopię elektryczną. Prace w tym kierunku były prowadzone przez R. Uklejewskiego, M. Kaczmarka.

W dziedzinie elektrokinetyki w ośrodkach porowatych opracowano (w Pracowni Metod Wariacyjnych i Biomechaniki) model chrząstki jako materiału wielofazowego, z uwzględnieniem przepływu jonów i deformowalności szkieletu (A. Gałka, J. J. Telega, R. Wojnar)

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Mróz Z., Drescher A., *Podstawy teorii plastyczności ośrodków rozdrobnionych*, Ossolineum, Warszawa-Wrocław 1972.

Szczepiński W., *Stany graniczne i kinematyka ośrodków sypkich*, PWN, Warszawa 1974.

- Izbicki R., Mróz Z., *Metody nośności granicznej w mechanice gruntów i skał*, PWN, Warszawa 1976.
- Derski W., Izbicki R., Kisiel I., Mróz Z., *Mechanika skał i gruntów*, Mechanika techniczna PWN, Warszawa, 1982. wyd. angielskie: PWN - Elsevier 1985.
- Drescher A., *Metody obliczeń parć i przepływu materiałów ziarnistych w zbiornikach*, PWN, Warszawa 1983.
- Kubik J. [red.], *Porowate spieki żelaza*, IPPT, Warszawa 1986.
- Kowalski S.J. [red.], *Procesy suszenia w ujęciu termomechanicznym*, IPPT, Poznań-Warszawa, 1996.
- Trąmpczyński W., *Automatyzacja mechanicznego urabiania gruntów*, IPPT, Warszawa 1996.
- Basista M. oraz Mróz Z. i Seweryn A., [in:] *Modeling of damage and fracture processes in engineering materials*, [eds.] Basista M. i Nowacki W. K., IPPT, Warszawa 1999.
- Lewiński T., Telega J.J., *Plates, laminates and shells - asymptotic analysis and homogenization*, World Scientific, Singapore 2000.
- Kubik J., Cieszko M., Kaczmarek M., *Podstawy dynamiki nasyconych ośrodków porowatych*, IPPT, Warszawa 2000.
- Raniecki B., Eiken J., *Thermodynamics of batch consolidation of suspensions*, AMAS-IPPT - Alfa-Laval, Warszawa 2002.

KOMPOZYTY O MATRYCACH KRUCHYCH

Andrzej M. Brandt

Termin „kompozyty o matrycach kruchych” obejmuje liczne materiały, utworzone ze spoiwa, z drobnego i grubego kruszywa i wielu rodzajów domieszek. Jako spoiwo występują różne cementy z wodą, jako kruszywo – naturalne i sztuczne piaski i żwiry, a domieszki i dodatki mają pochodzenie mineralne lub są związkami chemicznymi. Do tego dochodzi różne uzbrojenie rozproszone w postaci włókien, siatek, włóknin i mat. Różnorodność kształtów, rozmiarów, pochodzenia i właściwości tych składników stwarza szerokie możliwości komponowania tych materiałów i uzyskiwania kompozytów o potrzebnych właściwościach. Rozwój kompozytów o matrycach kruchych wynikał z kilku okoliczności:

- potrzeb budownictwa, głównie w zakresie konstrukcji inżynierskich i przemysłowych,
- rozwoju chemii budowlanej (różnorodność cementów, domieszek i dodatków),
- nowych metod badawczych, doświadczalnych i teoretycznych, stosowanych do kompozytów wysokowartościowych,
- zainteresowania badaczy nowymi możliwościami komponowania materiałów.

W tym okresie rozpoczęło się przekształcanie betonów z prymitywnego materiału, wykonywanego bez specjalnych starań, i najczęściej o niskich właściwościach użytkowych, w materiał kompozytowy, który można w szerokim zakresie kształtować co do jego właściwości, ale który wymaga zaawansowanych metod badawczych, kompetentnego projektowania i starannego wykonania. Ten proces trwa do dzisiaj i przynosi rewolucyjne zmiany w stosowaniu materiałów betonopodobnych w budownictwie.

Krąg badawczy, który można by obecnie nazwać „polską szkołą kompozytów o matrycy kruchej” rozwinął się z zespołu zgrupowanego pierwotnie wokół prof. Z. Wasiutyńskiego (patrz Nota Biograficzna w Aneksie). Rozwijał on, począwszy od lat 50. nowe koncepcje pomiarów odkształceń, szczególnie wewnątrz masywów betonowych i elementów o znacznej objętości. Budowano sondy pozwalające określić wszystkie sześć składowych stanu odkształcenia. Badania te doprowadziły do opatentowania sondy sześcioramiennej, o kształcie prostokątnego czworoboku, z tensometrami oporowymi na krawędziach (por. monografia, 1967). Dalsze prace objęły m. in. sondy kuliste do pomiaru odkształceń gruntów. Pod kierunkiem A.M. Brandta zbudowano i opatentowano sondę 9-cio ramienną, która dzięki nadliczbowym tensometrom pozwala na wyznaczenie zakresu rozrzutu wskazań. Opracowano także towarzyszące programy komputerowe do obliczania składowych. Do sond tych były używane tensometry oporowe, a przy większych rozmiarach – tensometry akustyczne z drgającą struną. Wyniki te zostały przedstawione m. in. książce A.M. Brandta (1978), zaś zastosowania praktyczne dotyczyły znanych obiektów inżynierskich, m.in. pomiarów odkształceń wewnątrz masywu czeskiej zapory wodnej w Gapčikovie.

Prace badawcze prowadzone przez prof. St. Kajfasza (por. Notka Biograficzna) dotyczyły konstrukcji z betonu sprężonego i obejmowały m.in. następujące zagadnienia:

- właściwości betonów i stali sprężających, w szczególności pełzania i strat sprężania,
- metody projektowania konstrukcji sprężonych,
- niekonwencjonalne systemy uzbrojenia, m.in. ciągami szklanymi.

Stanisław Kajfasz (ur. 1925)



Absolwent Wydz. Bud. Lądowego (1947) i Wydz. Bud. Wodnego (1948) AGH w Krakowie. 1956 – doktorat (PW), 1967 – profesor nadzw. Pracownik naukowy AGH (1945-1948), Instytutu Techniki Budowlanej (1949-1953), Zakładu Budownictwa PAN (1956-1958). W IPPT od

1958 do 1992, kierownik pracowni w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych, z-ca Dyrektora (1968-1992). Podsekretarz stanu w Min. Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa (1992-1994), z-ca Przew. Wydz. Nauk Techn. PAN (2000-2002). Przewodniczący Rad Naukowych CEBET (1973-1994), przy Min. Bud. (1988-1991), przy Prezisie PKN (1989-1990), ITB (1991-1994). Członek Komitetu Inż. Lądowej i Wodnej PAN (od 1956), Sekretarz (od 1972), z-ca Przewodniczącego (1990-2002). Członek Komitetu Nagród Państwowych (1975-1991). Przewodniczący Polskiego Związku Inż. i Tech. Budownictwa (1984-93). Autor 160 publikacji z dziedziny konstrukcji betonowych, zespolonych, wstępnie sprężonych. Członek władz organizacji międzynarodowych RILEM, FIP, ISO. Członek (Fellow) Institution of Civil Engineers (od 1994). Odznaczony medalem RILEM.

Czesław Eimer (1922-1982)



Absolwent AGH (1949). 1951 – doktorat, 1962 – profesor nadzw., 1969 – prof. zwyczajny. Pracownik IPPT od założenia instytutu (1952), kierownik Pracowni Teorii Konstrukcji Sprężystych (1955 – 1959), Reologii Konstrukcji (1969-1981), kierownik Studium Doktoranckiego IPPT (1968-

1978). Wybitny przedstawiciel nauk inżynierskich (budownictwo). Współautor pionierskich prac na temat konstrukcji sprężonych i reologii konstrukcji (teoria, projekty mostów, Norma PN-B, patent na metodę ciągłej produkcji strunobetonu). Znany badacz ośrodków wielofazowych; zaproponował model reologiczny betonu z mikrorysami, który przyjęto nazywać modelem Eimera. Kierownik zespołu pracującego nad określeniem zasad obliczania obudowy bezpieczeństwa reaktora jądrowego w Żarnowcu. Był przykładem naukowca, który umiał łączyć abstrakcyjne myślenie z praktycznym działaniem technicznym. Współautor dwóch monografii i autor 92 publikacji w prestiżowych czasopiśmie polskich i zagranicznych.

Prace prof. Czesława Eimera dotyczyły reologii betonu i hipotezy uszkodzenia oraz teorii konstrukcji sprężonych i były prowadzone aż do jego śmierci w 1981 r. Aspekty teoretyczne jego badań omawiane są też w rozdziale „teoria kompozytów sprężystych” artykułu poświęconego teorii sprężystości. Dr Jerzy Pietrzykowski prowadził wieloletnie badania dotyczące metodologii określania własności i stosowania polimerobetonów.

W latach 1978 – 1990 badania te były koordynowane w skali krajowej przez IPPT w ramach Centralnych i Międzyresortowych Problemów Badawczych.

Prace nad zagadnieniami dotyczącymi właściwości mechanicznych betonów i betonów specjalnych, traktowanych jako kompozyty z matrycą kruchą, a więc dotyczące ściśle tematyki określonej tytułem artykułu, zostały podjęte w Pracowni Pól Odształceń IPPT PAN na początku lat 1970. pod kierunkiem A.M. Brandta. Dotyczyły one, w pierwszym rzędzie, związków właściwości ze składem i strukturą. Inspiracji do tych badań trzeba szukać bezpośrednio w wymienionych

powyżej badaniach prowadzonych w IPPT, a przede wszystkim w pracach inicjowanych przez Z. Wasutyńskiego. Dość szeroką problematykę tych badań można podzielić na kilka głównych dziedzin:

1. badanie i prognozowanie wytrzymałości i odkształcalności kompozytów betonopodobnych w funkcji ich składu i struktury;
2. projektowanie materiałów i optymalizacja ich właściwości;
3. rozwój doświadczalnych metod badawczych (badania mechaniczne, optyczne, akustyczne, komputerowa analiza obrazu);
4. zagadnienia diagnostyki, metody napraw konstrukcji, itp.;
5. rozwinięte w późniejszym okresie niekonwencjonalne ujęcia zagadnień projektowania i prognozowania własności, m.in. z zastosowaniem do projektowania betonów sztucznych sieci neuronowych i uczenia maszynowego (J. Kasperkiewicz).

W pierwszej, najszerzej z wymienionych dziedzin należy uznać za szczególnie godne uwagi wyniki dotyczące zagadnień takich jak:

- wpływ kształtu ziaren (inkluzji) (J. Brzezicki, M.A. Glinicki);
- wpływ różnego rodzaju domieszek (A.M. Brandt);
- dyfuzji wilgoci i skurczu betonu (J. Kasperkiewicz);
- pomiarów tensora odkształceń wewnątrz betonu (A.M. Brandt);
- analizy błędów przy pomiarach stanów deformacji (A.M. Brandt, R. Babut);
- badanie wpływu rozmaitych włókien, ich ilości i układu (A. Burakiewicz);
- optymalizacja układu i kształtu włókien (A.M. Brandt, M. Marks);
- zjawiska w warstwie pośredniej włókno-matryca (J. Potrzebowski);
- trwałość włókien szklanych w matrycy cementowej (M.A. Glinicki);
- zastosowanie mechaniki pęknięcia do analizy zjawisk niszczenia elementów: wyznaczanie parametrów liniowej mechaniki pęknięcia; relacje K_{IC} i G_{IC} ze składem i wytrzymałością kompozytów (A.M. Brandt i J. Kasperkiewicz).

Szczególne znaczenie miały prace dotyczące zagadnień optymalizacji materiałów. Początkowo obejmowały tylko optymalne ułożenie i kształt rozproszonych krótkich włókien, które mogą być tak układane w świeżej mieszance betonowej, aby spełniać określone kryteria wytrzymałościowe, a także ekonomiczne. Rozpatrzono szereg konkretnych zagadnień, uzyskując rozwiązania optymalne w sensie jednego lub wielu kryteriów. Następne prace dotyczyły włókien hybrydowych, a także rodzin włókien ciągłych. Dalsze rozwiązania objęły ogólniejsze zagadnienia komponowania składu betonów zwykłych i wysokowartościowych.

Tematyka kompozytów o matrycach kruchych była prowadzona wspólnie z innymi ośrodkami w kraju i zagranicą. Liczne kontakty i wspólne badania umożliwiły zorganizowanie kilku konferencji szkoleniowych w Jabłonie z udziałem wybitnych specjalistów z krajów najbardziej rozwiniętych technicznie. Udział wielu młodych wówczas badaczy z całego kraju ułatwił rozpowszechnienie nowych metod i osiągnięć, a szereg osób prowadzących obecnie zakłady i katedry w tej dziedzinie na uczelniach technicznych poznawało nowe kierunki na tych konferencjach. Wyniki badań były przedstawiane w postaci książek (łącznie 11 książek wydanych w kraju i za granicą), publikacji i referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych. Podsumowaniem obecnego etapu badań jest monografia A.M. Brandta.

W latach 1970-1990 zespół uczestniczył w Programach Międzyresortowym i Węzłowym, a w latach 1990-2001 prowadzonych było 5 Projektów Badawczych KBN i 3 projekty dwustronne z USA i z Francją. Obecnie jest realizowany Projekt Badawczy w ramach programu NATO Science for Peace (partnerzy z USA, Danii i Belgii).

W latach 1970-2002 w zespole pracującym w IPPT nad omawianymi zagadnieniami uzyskano 8 doktoratów, 5 habilitacji i 2 promocje profesorskie, a obecnie nad swymi rozprawami pracuje dalszych 5 doktorantów.

Ważną częścią prac są wdrożenia, prowadzone w formie konsultacji dla firm budowlanych, producentów składników i betonów oraz użytkowników konstrukcji w przypadkach awarii i związanych z tym sporów, a także rozpowszechnianie w prasie technicznej i na konferencjach informacji o metodach i możliwościach nowych materiałów. Zorganizowano 2 konferencje szkoleniowe w Jabłonie i 3 serie seminariów na Politechnikach poza Warszawą, wydając skrypty dla uczestników.

Współpraca międzynarodowa z University of Paisley obejmuje, począwszy od 1985 r., organizację co 3 lata w Polsce sympozjów „*Brittle Matrix Composites*”, które mają ustaloną pozycję w świecie (kolejne Sympozjum BMC7 przygotowywane jest w 2003 roku), oraz co 2 lata – sympozjów „*Composite Structures*” w Szkocji (1986-1998). Prace badawcze prowadzone w ubiegłym okresie w IPPT w dziedzinie kompozytów z matrycą kruchą miały poważny wpływ na stan wiedzy w kraju w tej dziedzinie, a także zostały zauważone w świecie.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Brandt A.M., *Odkształcalność betonu w świetle pomiarów sześciu składowych stanu odkształcenia*, Arkady, Warszawa 1968, wyd. francuskie, Paris 1967.

Brandt A.M. *Metody pomiarów i analizy odkształceń wewnętrznych w elementach konstrukcyjnych*, PWN, Warszawa 1978.

Babut R., Brandt A.M., Kasperkiewicz J., Marks M., *Wybrane zagadnienia z mechaniki kompozytów*, Wyd. P. B., Białystok 1982.

Brandt A.M., Czarnecki L., Kajfasz S., Kasperkiewicz J., *Podstawy stosowania kompozytów betonowych*, COIB, Warszawa 1983.

Marks W., Owczarek S. [red.], *Zagadnienia mechaniki materiałów i konstrukcji kompozytowych*, Prace P.L., Lublin 1986.

Brandt A.M., Jaworski J., Kajfasz S., Kasperkiewicz J., *Struktura a właściwości betonu i kompozytów betonopodobnych*, Stan wiedzy w Polsce, J. Kasperkiewicz [red.], KILiW-IPPT PAN (w serii: Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1989.

Brandt A.M., Glinicki M.A., Jędrzejuk H., Marks M., Marks W., Potrzebowski J., *Metody optymalizacji materiałów kompozytowych o matrycach cementowych*, KILiW-IPPT PAN (w serii: Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1994.

Brandt A.M. [red.], *Optimization methods for material design of cement-based composites*, E & FN Spon, London 1998.

Brandt A.M., *Cement-based composites, materials, mechanical properties and performance*, E & FN Spon, London 1995.

seria tomów „Brittle Matrix Composites” podsumowujących wyniki odbywających się systematycznie w Polsce międzynarodowych konferencji pod tą nazwą; redaktorami pierwszych 3 tomów byli A.M. Brandt i I.H. Marshall, zaś pozostałych - A.M. Brandt, V.C. Li i I.H. Marshall:

Vol. 1. (Euromech 206), Elsevier Applied Science, London 1986,

Vol. 2. Elsevier Applied Science, London 1988.

Vol. 3. Elsevier Applied Science, London 1991.

Vol. 4. Woodhead Publ. - IEE, Cambridge - Warszawa 1994.

Vol. 5. Woodhead Publ. - Bigraf, Cambridge - Warszawa 1997.

Vol. 6. Woodhead Publ. - ZTurek Inst., Cambridge - Warszawa 2000.

STRUKTURA POLIMERÓW

Andrzej Ziabicki

Struktura polimerów i procesy technologiczne

Rozwój przemysłu materiałów polimerowych (włókna, folie, materiały konstrukcyjne) doprowadził w latach trzydziestych do wyodrębnienia się nowej dziedziny wiedzy – fizyki polimerów, skierowanej na poznanie budowy i własności organicznych substancji wielkocząsteczkowych. Zaobserwowano, że struktura (na różnych poziomach) stanowi klucz do własności i zastosowań materiałów polimerowych. Wczesny rozwój technologii przetwórstwa polimerów oparty był na badaniach empirycznych. Warunki formowania dobierano na podstawie doświadczeń laboratoryjnych rozszerzanych następnie na skalę półtechniczną i przemysłową. Zaobserwowano, że struktura polimeru ma znaczny wpływ na proces przetwarzania i końcowe własności materiału. Podstawowa wiedza o dynamice procesów i jej związkach ze strukturą była jednak bardzo ograniczona.

Formowanie włókien jest przykładem ilustrującym sprzężenie pomiędzy strukturą polimeru, warunkami przetwórstwa i własnościami produktu. Tradycyjny proces formowania jest dwustopniowy i obejmuje *przedzenie stopionego polimeru* oraz *rozciąganie w stanie stałym*. W latach pięćdziesiątych przeciętna szybkość przedzenia nie przekraczała 500-1000 m/min. Włókna miały strukturę nieuporządkowaną, a ich własności mechaniczne były bardzo niekorzystne. Rozciąganie w stosunku 2:1 – 4:1 zapewniało orientację molekularną i krystalizację polimeru. W roku 1952 pojawiły się patenty sugerujące jednostopniowe wytwarzanie włókien przez przedzenie z szybkością rzędu 5000 m/min (bez rozciągania). Włókna tak formowane nie osiągały jednak spodziewanych wskaźników mechanicznych, choć proces szybkiego przedzenia wykorzystano do formowania włókien o specjalnych własnościach.

Optymalizacja procesów, stopniowe zwiększanie szybkości przedzenia, podobnie jak rozwój innych technologii stworzyły dla fizyki polimerów nowe wyzwania. Konieczne okazało się dokładniejsze poznanie *dynamiki formowania* polimerów, a także *ewolucji struktury* w warunkach daleko odbiegających od laboratoryjnych.

W latach pięćdziesiątych w Zakładach Włókien Syntetycznych Stilon w Gorzowie prowadzono badania nad dynamiką procesu przedzenia włókien ze stopionych polimerów (A. Ziabicki, L. Kędzierska). W wyniku tych prac powstały proste modele przewidujące kształtowanie się struktury polimerów w procesach przedzenia. Badania te były kontynuowane w latach 1959-1966 w Instytucie Chemii Ogólnej w Warszawie, a od roku 1967 w IPPT PAN, dokąd przeniesiony został zespół kilku pracowników IChO (A. Ziabicki, R. Takserman-Krozer, A. Wasiak). W Zakładzie Mechaniki Cieczy i Gazów IPPT prowadzone były również badania nad hydromechanicznymi aspektami przedzenia włókien w ciekłych kąpielach (A. Szaniawski, A. Zachara, W. Kalita).

W badaniach nad formowaniem włókien ze stopionych polimerów okazało się, że zwiększenie szybkości przedzenia nie powoduje nieograniczonego wzrostu uporządkowania struktury i poprawy mechanicznych własności, a nawet prowadzi do spadku tych wskaźników przy bardzo dużych szybkościach.

Podsumowaniem wczesnych badań nad formowaniem włókien były książki A. Ziabickiego. Dwie z nich, wydane w oryginałach angielskich były następnie tłumaczone na język rosyjski i chiński, a monografia (1976) jest cytowana w *Encyclopaedia Britannica* jako podstawowe źródło wiedzy na temat formowania włókien. Zagadnienia modelowania dynamiki przędzenia pojawiły się w tematyce Pracowni Fizyki Polimerów IPPT. Wspólnie z L. Jareckim wprowadzono do modelu nowe elementy, takie jak *krystalizacja naprężeniowa*, a także wpływ *krystaliczności na reologiczne własności polimeru* (2002). Uwzględnienie tych efektów prowadzi do zasadniczych zmian w dynamice przędzenia. Zaobserwowano bifurkację rozwiązań równań dynamicznych i fakt, że osiągalne warunki przędzenia są ograniczone. Prowadzone są również badania nad bardziej realistycznymi *równaniami konstytutywnymi i równaniami ewolucji struktury*. Tematyka badań w dziedzinie modelowania procesów została wysoko oceniona w *raporcie NSF o rozwoju nauki polskiej* (Current State of Science in Poland, NSF/Europe Report No. 87, 1997).

Filozofia i tematyka badań

Modelowanie procesów przemysłowych wymaga szczególnego rodzaju informacji o przetwarzanych materiałach. Równania konstytutywne muszą opisywać zachowanie się materiału w *złożonych warunkach zewnętrznych* (nieustalone pola temperatur i naprężeń), a równocześnie muszą być *dostatecznie proste* i zawierać *niewielką liczbę parametrów dostępnych dla bezpośrednich pomiarów*. W badaniach poznawczych, strukturę i własności polimerów bada się zwykle w *warunkach wyidealizowanych*. Możliwość zastosowania istniejących modeli teoretycznych do procesów technologicznych jest ograniczona ze względu na założenia upraszczające, niezbędne do uzyskania efektywnych rozwiązań. Do założeń takich należą: stałość warunków zewnętrznych, mała odległość od stanu równowagi termodynamicznej, liniowość zależności termodynamicznych, itp. Sprzeczność pomiędzy wymaganiami technologii i ścisłością ujęcia rozwiązywano przez równoległe prowadzenie badań na dwu różnych poziomach. Badania *poznawcze* (teoretyczne i doświadczalne) spełniające wymagania ścisłości naukowej dostarczały *jakościowej wiedzy* o badanych zjawiskach i przyczyniały się do zrozumienia zaangażowanych w nie mechanizmów. Znając istotę zjawiska (np. efektów nieizotermicznych w kinetyce krystalizacji, lub selektywnego zarodkowania kryształów w polu orientującym) budowano następnie *uproszczone, półempiryczne modele ilościowe*, zachowujące najistotniejsze cechy badanych zjawisk, a równocześnie pozwalające na doświadczalne wyznaczenie funkcji materiałowych i strukturalnych. Modele z parametrami empirycznymi dotyczące szybkości krystalizacji (1976), stosowane do modelowania procesu przędzenia włókien (2002), są stopniowo przyjmowane przez innych autorów.

Zagadnienia naukowe inspirowane procesami technologicznymi

Podczas budowania dynamicznego modelu formowania włókien okazało się, że istniejąca wiedza o mechanice i strukturze polimerów nie wystarcza do opisu zjawisk występujących w złożonych warunkach przemysłowych. Jednym z zagadnień specyficznych dla procesów technologicznych jest *wpływ geometrii deformacji na przepływy cieczy nienewtonowskich*. Przepływ rozciągający (dominujący w procesach formowania włókien) może ujawniać własności konstytutywne, nieobecne w przepływach ścinających stanowiących domenę pomiarów laboratoryjnych (przepływy wiskozymetryczne).

Badania Nitschmanna i Schrade z lat czterdziestych sugerowały, że reologiczne zachowanie się roztworów i stopów polimerów w przepływie *rozciągającym* jest zasadniczo różne od zachowania się w przepływach *ścinających*. W początku lat sześćdziesiątych, Ziabicki i Takserman-Krozer podjęli prace nad molekularną teorią cieczy polimerowych w przepływie rozciągającym. Wyniki potwierdziły przypuszczenia o wpływie geometrii na równania konstytutywne. Do podobnych wniosków doszli w tym samym czasie Coleman i Noll na drodze analizy fenomenologicznej.

Fenomenologiczna analiza zachowania się uogólnionych cieczy nieliniowych w różnych klasach przepływów (przepływy wiskozymetryczne i niewiskozymetryczne, przepływy ze stałą i proporcjonalną historią deformacji, przepływy złożone) była dziedziną, którą zajmował się w Pracowni Fizyki Polimerów Stefan Zahorski, autor monografii (1978). Oryginalnym wkładem Zahorskiego do mechaniki nieliniowych cieczy lepkoelastycznych była analiza prostych przepływów cieczy o bardzo ogólnych własnościach konstytutywnych. Zahorski analizował m.in. przepływy *ze stałą lub proporcjonalną historią deformacji* prostej cieczy Nolla, superpozycję przepływów o różnej geometrii, itp. W latach późniejszych Zahorski badał wybrane zagadnienia formowania włókien takie, jak rozszerzenie strugi („*die swell*”), powstawanie „szyjki” przy przedzeniu z dużymi szybkościami („*necking*”), radialne rozkłady prędkości i naprężeń w nieizotermicznych strugach cieczy, stateczność rozciąganej strugi, itp.

Orientacja molekularna jest istotnym elementem struktury decydującym o własnościach mechanicznych polimeru. Odgrywa ona zasadniczą rolę w procesach przetwórstwa, w których polimer poddaje się odkształceniu. W końcu lat pięćdziesiątych wykazano doświadczalnie (Ziabicki), że wbrew powszechnym wówczas poglądom, stopień orientacji molekularnej włókien, wytworzony w procesie przedzenia, nie jest uwarunkowany *odkształceniem* polimeru, jak to ma miejsce przy rozciąganiu w stanie stałym, lecz jest wynikiem procesu dynamicznego w stanie ciekłym i zależy od *szybkości odkształcenia* lub *naprężenia* w przepływie rozciągającym. Mechanizm taki wyjaśnia wpływ szybkości przedzenia na strukturę włókien. W latach siedemdziesiątych Ziabicki i Jarecki ustalili teoretyczne relacje między naprężeniem i stopniem orientacji cieczy polimerowych, co doprowadziło do sformułowania ogólniejszego modelu orientacji (Progr. Colloid & Polymer Sci., 1993). Z modelu wynikają praktyczne wnioski dotyczące warunków przetwarzania polimerów. Wykazano, że efektywna orientacja *giętkich makrocząsteczek* wymaga powolnego odkształcania w stanie stałym (plastycznym). Polimeru o *giętkich łańcuchach* nie można efektywnie zorientować w stanie ciekłym, ze względu na naprężenia entropowe związane z deformacją łańcuchów. W przypadku *sztywnych cząstek*, lub *domen ciekłokrystalicznych*, orientację można łatwo uzyskać w warunkach *przepływu* roztworu lub stopu (np. podczas przedzenia). Analizę teoretyczną orientacji jednoosiowej Jarecki i Ziabicki rozszerzyli ostatnio na procesy odkształceń dwuosiowych, w szerokim zakresie warunków deformacji.

Efekty nieizotermiczne i naprężeniowe mają zasadnicze znaczenie dla krystalizacji polimerów. Jest to oczywiste, jeśli uwzględnimy fakt, że lokalne szybkości stygnięcia w procesach przetwórstwa mogą osiągać $10^2 - 10^4$ K/sek, a naprężenia rozciągające 10 – 100 MPa. W roku 1967 Ziabicki zaproponował prosty, *quasi-statyczny* model krystalizacji, w którym chwilowa szybkość krystalizacji postępuje w ślad za zmianami temperatury. Model ten stał się podstawą metod stosowanych do dnia dzisiejszego przez wielu autorów. Równolegle rozważano wpływ orientacji molekularnej (naprężenia) na krystalizację i zaproponowano empiryczne zależności pomiędzy szybko-

ścią krystalizacji, temperaturą i stopniem orientacji. Zależności te zostały wbudowane do późniejszych modeli procesów przetwórstwa polimerów. W latach dziewięćdziesiątych model ten został uogólniony przez wprowadzenie dwóch nowych efektów fizycznych: *zarodkowania atermicznego* i *opóźnienia (relaksacji)* związanego z nieustalonym charakterem procesów zarodkowania i wzrostu (A. Ziabicki, P. Sajkiewicz, *Colloid & Polymer Sci.*, 1996, 1998). Obszerne badania doświadczalne kinetyki krystalizacji przeprowadzone w ostatnich latach w IPPT przez Sajkiewicza i Wasiaka potwierdziły użyteczność modelu i ujawniły nowe zjawiska wymagające wyjaśnienia.

Zarodkowanie (nukleacja) stanowi fizyczną podstawę krystalizacji (i innych przemian fazowych) w warunkach niezbyt odległych od stanu równowagi. Zainteresowanie teorią zarodkowania wynikało z potrzeby opisu krystalizacji w polimerach naprężonych i zorientowanych. Wychodząc z klasycznych podstaw jednowymiarowej teorii zarodkowania Volmera i Webera, stopniowo rozszerzano model zarodkowania kryształów (Ziabicki) wprowadzając jako zmienne konfiguracyjne: *kształt, anizotropię, wewnętrzne stopnie swobody agregatów krystalicznych*, a także ich *orientację i położenie w polach zewnętrznych*. Rozwinięto również, wprowadzoną przez Hollomona, Fishera i Turnbulla, koncepcję *zarodkowania atermicznego*, polegającego na powstawaniu trwałych zarodków w zmiennych warunkach przez redefinicję warunku trwałości.

Uogólniona teoria zarodkowania przybrała ostatecznie postać *ruchu cząstek w wielowymiarowej przestrzeni konfiguracyjnej* obejmującej kształt, wymiary rosnących agregatów, ich orientację, położenie i parametry struktury wewnętrznej (A. Ziabicki, *J. Chem. Phys.*, 1986 oraz monografia 2002). Wszystkie znane efekty wynikają z modelu w sposób naturalny, a ponadto teoria przewiduje *nowe zjawiska*, takie jak zarodkowanie w wyniku *translacji* cząstek w polu potencjalnym (np. grawitacyjnym) lub *rotacji* w polu orientującym (elektrycznym lub hydrodynamicznym). Możliwe jest też „zarodkowanie” poprzez *usuwanie defektów* struktury wewnętrznej („healing”). Na podstawie uogólnionej teorii zarodkowania, wspólnie z L. Jareckim i M. Kościem analizowano krystalizację polimerów w polu elektrycznym, efekty dyfuzyjne, a także efekty morfologiczne. Konsekwencją zorientowanego zarodkowania jest fakt, że przemiana fazowa (krystalizacja) zachodzi w sposób *selektywny*. Krytyczna temperatura przemiany, a także szybkość zarodkowania są zróżnicowane w zależności od orientacji rosnących zarodków i kryształów. Cząstki z najbogatszej populacji orientacji krystalizują w najwyższej temperaturze i z największymi szybkościami, cząstki o orientacji mało prawdopodobnej wymagają niższych temperatur i ulegają przemianie z małą szybkością. Badania krystalizacji włókien poliestrowych otrzymanych przez szybkie przędzenie (Ziabicki, Jarecki, Wasiak), a także badanie topnienia zorientowanego, krystalicznego polietyleny pod naprężeniem (Sajkiewicz) potwierdzają te przewidywania. Rozwijany w Pracowni Fizyki Polimerów model zarodkowania wykorzystał też w szeregu prac Jerzy Krzemiński do teorii zniszczenia opartej na rozwoju wakansej w sieci krystalicznej.

Budowa sieci polimerowych jest zagadnieniem, któremu poświęcono wiele badań. Polimery takie są zdolne do dużych odkształceń sprężystych, a ich struktura decyduje o mechanicznych własnościach kauczuków. W połowie lat sześćdziesiątych Zahorski analizował nieliniowe równania sprężystości. Ziabicki, Walasek i Klonowski badali termodynamikę powstawania defektów topologicznych w usieciowanych polimerach. W wyniku tych prac powstał model statystyczny opisujący rozkład defektów i wynikające z niego sprężyste własności sieci (A. Ziabicki, J. Walasek, *Brit. Polymer J.*, 1985). Na szczególną uwagę zasługują dwa wyniki. Wyprowadzenie (w pracy z

J. Walaskiem) wzoru na *współczynnik kontrakcji sieci* spowodowało, że moduł sprężystości został odniesiony do liczby stopni swobody w sieci (liczby węzłów) zamiast źle określonej liczby „elastycznie efektywnych łańcuchów sieciowych”. Zdefiniowanie (w pracy z W. Klonowskim) „*krotności sieci*” – parametru zależnego od warunków procesu sieciowania – pozwoliło zrozumieć powstawanie sieci w układach rozcieńczonych i rozwiązało sprzeczność zawartą w szeroko rozpowszechnionej teorii Flory’ego. W pracach z Klonowskim, Acierno, Kościem i Walaskiem porównywano też własności sieci z węzłami trwałymi, dysocjowalnymi węzłami zlokalizowanymi (sieci odwracalne) i sieci splątania.

Podsumowanie: główne osiągnięcia poznawcze

Do głównych osiągnięć Pracowni Fizyki Polimerów w latach 1969-2002 zaliczyłbym

- wielowymiarową teorię zarodkowania przemian fazowych,
- teorię rozwoju orientacji molekularnej w polimerach,
- teorię i metody doświadczalne nieizotermicznej krystalizacji polimerów,
- prace na temat modelowania procesów formowania włókien.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Ziabicki A., *Fizyka procesów formowania włókien*, WNT, Warszawa 1970.

Ziabicki A., *Fundamentals of fibre formation*, John Wiley, London 1976, tłumaczenie rosyjskie, Chimija, Moskwa 1979, tłumaczenie chińskie, Shanghai, 1983.

Zahorski S., *Mechanika przepływów cieczy lepkosprężystych*, PWN, Warszawa 1978; tłumaczenie angielskie: PWN - Nijhoff, Warszawa - Hague 1982.

Ziabicki A., *Applied fibre science*, vol. 3, s. 235-274, Happey F. [ed.], Academic Press, London 1979.

Ziabicki A., Kawai H. [eds.], *High-Speed Fiber Spinning*, Interscience, New York 1985, tłumaczenie rosyjskie, Moskwa, 1988, tłumaczenie chińskie, Beijing, 1990.

Ziabicki A., Jarecki L., Sorrentino A., *Schmelzspinnen von Polymeren und Glas in der Polymerforschung*, Institut für Polymerforschung, s. 42-57, Dresden 2002.

Ziabicki A., *Mathematical modelling for polymer processing*, Capasso V. [ed.], Springer Verlag, Wien-New York 2002.

DYNAMIKA UKŁADÓW MECHANICZNYCH

Wanda Szemplińska-Stupnicka, Roman Bogacz

Dynamika maszyn i jakościowe metody badania matematycznych modeli

W okresie 1953 – 1977 pod kierunkiem prof. Stefana Ziemby (p. notka biograficzna) prowadzono prace w zakresie matematycznego modelowania rzeczywistych obiektów maszynowych i ich identyfikacji.

Stefan Ziemia (ur. 1907 – 1994)



Absolwent UJ i AGH w Krakowie, 1949 – doktorat (pierwszy doktorat wypromowany przez prof. W. Olszaka), 1950 – habilit., 1952 – profesor nadzw., 1958 – profesor zwyczajny, 1969 – członek rzeczywisty PAN. Pracownik IPPT od 1953 do 1991, od 1956 kier. Prac. Drgań Mechanicznych

w Zakładzie Badania Drgań, Kier. Zakładu Teorii Konstrukcji Maszyn (od 1965), późniejszego Zakładu Układów Mechanicznych (1969 – 1977). Czł. Rad Naukowych m.in.: Instytutu Mechaniki i Wibroakustyki AGH. Dziedziny Jego wszechstronnej działalności naukowej: mechanika teoretyczna, teoria drgań, dynamika maszyn, technika wibracyjna, niezawodność, wytrzymałość materiałów, inż. materiałowa, diagnostyka, inżynieria systemów, cybernetyka, prakseologia, naukoznawstwo. Twórca szkół Drgań Nieliniowych i Tribologii. Autor 265 artykułów, współautor 7 monografii, redaktor 5 monografii, Red. Naczelny „Zagadnień Drgań Nieliniowych” od 1963 „Nonlinear Vibration Problems”, promotor ponad 30 doktoratów. Czł. komitetów naukowych i stowarzyszeń. Organizator konferencji krajowych i międzynarodowych. Doktor honoris causa AGH w Krakowie i Politechniki w Bratysławie.

Na uwagę zasługuje tu zastosowanie zmodyfikowanej metody linearyzacji statystycznej do nieliniowego układu mechanicznego i opracowanie metody analizy regresyjnej (J. Wicher). Nowy wariant identyfikacji, wykorzystujący doświadczalnie wyznaczone główne postaci drgań (E. Kamiński), skierował uwagę na potrzebę identyfikacji charakteru tłumienia układu. Opracowano procedurę pozwalającą określić czy rozpraszanie energii jest wiskotyczne, histerezyowe, lepkościowe, konstrukcyjne, czy jest wywołane tarcie suche.

Szczególnie wartościowe naukowo poznawcze wyniki uzyskano w zakresie drgań nieliniowych wimików symetrycznych (A. Muszyńska), zaś analityczno-numeryczna metoda określania naprężeń występujących przy zderzeniach zębów stanowi istotny wkład do modelowania przekładni zębatych. (W. Nadolski).

Wyniki badań w dziedzinie drgań słabonieliniowych układów o jednym stopniu swobody zostały przedstawione w monografiach S. Ziemby i J. Skowrońskiego. Na uwagę zasługują tu wyniki dotyczące wpływu różnych typów tłumienia na drgania nieliniowe.

W dziedzinie jakościowej teorii stateczności ruchu na uwagę zasługuje opracowanie doboru najlepszej funkcji Lapunowa i jej zastosowanie

do badań stateczności rozwiązań dla nieliniowego układu fizycznego. Opracowano algorytm służący do wyznaczania najlepszej funkcji Lapunowa dla równań ruchu w postaci różniczkowej, różniczkowo-całkowej i funkcjonałów Lapunowa dla równań o pochodnych cząstkowych (B. Radziszewski).

Jakościowe podejście do teorii równań różniczkowych pozwoliło na wykazanie możliwości zastosowania teorii regulacji automatycznej i teorii gier różniczkowych do zadań dynamiki (J. Szadkowski, A. Ossowski).

Drgania słabo-nieliniowych układów złożonych.

Przedmiotem badań teoretycznych i symulacyjnych były modele matematyczne układów drgających opisujące zarówno układy o skupionych masach, jak i o ciągłym układzie masy. Rozwiązania przybliżone takich układów konstruowane były dotąd w postaci skończonych szeregów według funkcji własnych z zaniedbaniem sprzężeń wywołanych nieliniowością.

W latach 1971 – 1981 W. Szemplińska z zespołem Pracowni Dynamiki Nieliniowej uzyskała istotne wyniki poznawcze badając zjawiska pojawiające się w układach o wielu stopniach swobody. Początkowo zajęto się zjawiskiem zmienności postaci drgań własnych i postaci drgań rezonansowych w funkcji amplitudy drgań. Poszukiwano takich modyfikacji istniejących metod przybliżonych, aby już w pierwszym przybliżeniu uzyskać rozwiązanie uwzględniające zaobserwowane zjawisko. Takie podejście do „nieliniowych postaci własnych” pozwoliło na wprowadzenie pojęcia „nieliniowych współrzędnych normalnych” i zaproponowanie udoskonalonej wersji „metody jednomodalnej”. Wykazano, że podejście przyjmujące stałość postaci drgań prowadzi do jakościowych błędów. W wyniku powstała ogólna przybliżona metoda analityczna dla układów o wielu stopniach swobody, uwzględniająca wpływ nieliniowości na postaci drgań, i pozwalająca na badanie zarówno stanów ustalonych jak i przejściowych, także i w układach nieautonomicznych. Wykryto nowe typy rezonansów nieliniowych, prawie-periodycznych, czyli pojawianie się drgań nieperiodycznych zawierających składowe harmoniczne o częstościach niewspółmiernych w układach wzbudzanych siłą harmoniczną. Zjawiska te wykryto również w autonomicznych układach samowzbudnych oraz w układach o wzbudaniu parametrycznym.

Opracowano oryginalną metodę badania niestateczności parametrycznej typu „kombinowanego”, będącą uogólnieniem metody bilansu harmonicznego, tworząc jednolity aparat do badania wszystkich typów niestateczności parametrycznej. Metoda ta często cytowana jest w światowej literaturze jako dająca początek efektywnym badaniom kombinowanej niestateczności parametrycznej. Całość osiągnięć w tej dziedzinie została przedstawiona w dwutomowej monografii W. Szemplińskiej.

Chaotyczne drgania nieliniowych oscylatorów

a) **W latach 80.** W. Szemplińska zaproponowała nowe podejście do badań drgań chaotycznych nieliniowych oscylatorów, poprzez zastosowanie innej skali do obserwacji i teoretycznej analizy tych skomplikowanych zjawisk. Wykazała, że można uzyskać istotne wyniki poznawcze przez zastosowanie skali znacznie mniejszej od dotąd stosowanej, pozwalającej na znalezienie korelacji między zjawiskiem drgań regularnych, badanych metodami przybliżonymi i bifurkacjami lokalnymi, poprzedzającymi pojawienie się chaosu. Zastosowała odpowiednio zmodyfikowany aparat matematyczny metod przybliżonych do skonstruowania modeli i kryteriów drgań chaotycznych. Wykazała, że istnieje ścisły związek między zjawiskiem nieliniowych rezonansów a pojawieniem się bifurkacji lokalnych prowadzących do chaosu oraz, że klasyczny aparat badań niestateczności rozwiązań periodycznych za pomocą równania wariacyjnego typu Hill'a stanowi skuteczny apa-

rat do wyznaczania krytycznych wartości parametrów układu. To podejście znalazło duże uznanie wśród naukowców z kręgów inżynierskich i przyczyniło się do ukształtowania „europejskiej szkoły” ukierunkowanej na zastosowanie koncepcji chaosu w mechanice i systemach inżynierskich.

W. Szemplińska zapoczątkowała serię kursów szkoleniowych na temat chaosu w mechanice (Jabłonna 1984, dwukrotnie CISM Udine) i zainicjowała pierwszą w Europie konferencję naukową na ten temat (Euromech, 1988). Inicjatywa ta została podjęta przez IUTAM i od 1989 r. odbywają się cyklicznie światowe Sympozja poświęcone tej tematyce.

Zapoczątkowany przez W. Szemplińską kierunek dotyczący zastosowania przybliżonych kryteriów pojawienia się bifurkacji lokalnych typu „podwojenia okresu” i „złamania symetrii” jest kontynuowany przez naukowców z kręgów inżynierskich. Jej publikacje (z zespołem J. Bajkowski, J. Rudowski, K. Janicki: *Int. J. Non-Linear Mechanics*, 1986 i 1988 oraz *J. Sound Vibration*, 1987) są często cytowane jako pionierskie i wyznaczające nowe kierunki badań.

b) **W latach 90.** badania zjawisk drgań chaotycznych prowadzone przez W. Szemplińską z zespołem (K. Janicki, E. Tyrkiel i A. Zubrzycki) dotyczyły efektów wywołanych bifurkacjami globalnymi. Zastosowano tu podejście numeryczne, gdyż tylko bifurkacja homokliniczna siodła centralnego („kryterium Mielnikowa”) jest wyznaczana analityczną metodą przybliżoną.

Istotnym osiągnięciem poznawczym jest wykazanie, że w pewnych obszarach parametrów nie jedna bifurkacja globalna, lecz cała ich sekwencja prowadzi do kolejnych bifurkacji granic obszarów przyciągania współistniejących atraktorów, budując stopniowo fraktalną strukturę tych obszarów; w konsekwencji prowadzi to do chaosu przejściowego.

Przy badaniu scenariusza kryzysu atraktora chaotycznego pokazano nowe typy bifurkacji globalnej, które prowadzą do zniszczenia i zniknięcia chaotycznego atraktora w przestrzeni fazowej. Wykazano, że pewne typy tych bifurkacji wywołują tak znaczne rozszerzenie się obszarów fraktalnej struktury obszarów przyciągania, że zakres zaburzeń ruchu regularnego staje się niebezpiecznie mały. Jako „zaburzenia bezpieczne” rozumiane tu są takie odchylenia od ruchu regularnego, przy których układ nie wykazuje jeszcze tendencji do przechodzenia do niebezpiecznego dla konstrukcji chaosu przejściowego (*Int. J. Bifurcation & Chaos*, 1997, 2000, 2002). Część tych wyników została zawarta w najnowszej książce „Chaos, bifurkacje i fraktale wokół nas”.

Mechanika analityczna i teoria pola

J.J. Sławianowski z zespołem z Pracowni Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola (M. Seredyńska, A. Sławianowska) opracowali geometryczną teorię układów Hamiltonowskich z symetriami i teorię tych układów na grupach Liego. Nowa metoda dyskretyzacji kontinuum oparta została na użyciu więzów narzuconych na pole przemieszczeń. Szczególnie rozwinięta została teoria tzw. ciał afinicznie sztywnych wraz z zastosowaniami w mechanice ośrodków ciągłych i w zagadnieniach fundamentalnej fizyki.

Znaleziono szeroką klasę układów maksymalnie całkowalnych, nieznanych nawet w tak klasycznych zagadnieniach jak dynamika bryły sztywnej. Uzyskano nowe wyniki w teorii jednowymiarowych sieci całkowalnych, uogólniające m.in. modele Calogero-Mosera i Sutherlanda.

W dziedzinie fundamentalnych zagadnień mechaniki Hamiltonowskiej opracowano geometryczną teorię funkcji tworzących opartą na geometrii kontaktowej. Otrzymane wyniki zostały zebrane w trzech monografiach.

Stateczność układów ciągłych i hybrydowych

Zapotrzebowania technologiczne (lotnictwo, elektronika) spowodowały intensyfikację badań nad układami poddanymi obciążeniom śledzącym. W mechanice koncentrowano badania nad flatterem samolotów, (poszycia i usterzenia), statecznością i sterownością raket i silników turboodrzutowych oraz nad dynamicznym obciążeniem i statecznością pojazdów lądowych. W elektronice podobne zjawiska wykorzystywane były do wzmacniania strumienia elektronów współdziałającego z falami w półprzewodnikach.

Uwzględnienie nieliniowego oddziaływania strumienia oscylatorów z falami w belce i półprzestrzeni sprężystej oraz zbadanie zagadnienia stateczności przez R. Bogacza i S. Kaliskiego (1964) zapoczątkowało w IPPT rozwój badań nad tego typu zagadnieniami. Istotne różnice pomiędzy wynikami badań eksperymentalnych a rezultatami teoretycznymi upatrywano w nie znanym wówczas wpływie tłumienia, co nosiło nazwę „paradoksalnego działania tłumienia”. Wyjaśnienie przez R. Bogacza tego paradoksu (na podstawie kryterium Mikhajlova) oraz zbadanie zjawiska wzbudzenia drgań układów znajdujących się w ruchu względnym z tłumieniem zostało docenione w literaturze światowej. Uogólnienia dotyczące destabilizującego wpływu tłumienia na układy poddane obciążeniu cyrkulującemu, otrzymane we współpracy z O. Mahrenholtzem (Eurotech, Hamburg 1984), zaowocowały monografią R. Bogacza i R. Janiszewskiego dotyczącą analizy i syntezy kolumn obciążonych siłami śledzącymi (IPPT, 1986) wydaną też w wersji rosyjskiej (Adv. Mech., 1985). Jakościowo nowe rezultaty badań nad statecznością kolumn uzyskali A. Niespodziana i Sz. Imiełowski, a oprogramowanie i weryfikację doświadczalną przeprowadził W. Abramowicz.

Badania R. Bogacza, S. Nowakowskiego i K. Poppa (Hanower) nad układem nieliniowych lepko-sprężystych oscylatorów, oddziałujących z falami bieżącymi układów ciągłych, pozwoliły na określanie stanów granicznych za pomocą tzw. linii granicznych będących uogólnieniem koncepcji Rosenberga (1963) na układy ciągłe (R. Bogacz, 1969) i zostały wykorzystane do opisu zjawiska wężykowania występującego w kolejnictwie. Osiągnięcia M. Nowaka i J. Grzędzińskiego w dziedzinie badania flatteru samolotów omówione są w artykule „Mechanika płynów”.

Dynamika układów ciągłych

Do znaczących osiągnięć badawczych zespołu R. Bogacza w tym zakresie należy zaliczyć:

- Wykazanie, że podawane w większości podręczników rozwiązanie Achenbacha zagadnienia propagacji fal w belce Timoshenki na sprężystym podłożu poddanej ruchomemu obciążeniu jest niepełne. Poprawne rozwiązanie tego zagadnienia (R. Bogacz, Ing. Archiv. 1983) ma istotne znaczenie zarówno poznawcze jak i aplikacyjne.
- Rozwiązanie zagadnienia Mathewsa sformułowanego w roku 1958, dotyczącego działania ruchomej oscylującej siły na belkę Bernoulliego-Eulera spoczywającą na sprężystym podłożu (R. Bogacz, T. Krzyżyński, 1986). Wykazano, że rozwiązanie uzyskane przez Mathewsa jest poprawne tylko w zakresie małych prędkości i częstości. Zagadnienie to zostało następnie uogólnione na przypadek belki Timoshenki w ramach współpracy z Uniwersyte-tem Hanowerskim (por. R. Bogacz, K. Popp, [Eds.], „Dynamical Problems in Mechanical Systems”, IPPT, 1989).

- Dalsze uogólnienia zagadnienia na przykład przypadku strumienia oscylatorów działających na belkę Timoshenki podali R. Bogacz, S. Nowakowski i K. Popp modelując oddziaływanie pojazdów szynowych z torem. Analityczne rozwiązania zagadnienia uzyskały zastosowanie w elektronice oraz w inżynierii kolejowej. Zainteresowanie pracami zespołu szczególnie przez badaczy niemieckich doprowadziło do wspólnych projektów (PAN z DFG, VW Stiftung oraz fundacjami DAAD i A.V. Humboldta) dotyczących zagadnień dynamiki konstrukcji okresowo podpartej modelującej estakadę kolei typu Maglev pod działaniem szybko przemieszczającego się pojazdu na poduszce magnetycznej (R. Bogacz, T. Krzyżyński, K. Popp, 1985, 1989). Za uzyskane wyniki zespół R. Bogacza uzyskał nagrodę Prezesa PAN, a R. Bogacz został ekspertem w dziedzinie dynamiki pojazdów i recenzentem projektów DFG.

W dziedzinie badania drgań – wymienić należy opracowanie analityczno-numerycznej metody badania dynamiki dyskretno-ciągłych elementów konstrukcji poddanych odkształceniom skrętnym, giętnym, wzdłużnym i ścinaniu (W. Nadolski, A. Pielorz, T. Szolc). W latach 90. metodę tę uogólniono na układy z lokalnymi nieliniowościami oraz na smukłe elementy lepko-sprężyste (pasma i belki) uwzględniając duże przemieszczenia.

Badania sprężysto-plastycznego kontaktu tocznego prowadzone w IPPT w latach osiemdziesiątych miały na celu:

- określenie optymalnych parametrów technologicznych procesu walcowania wyrobów;
- minimalizację zużycia elementów układów kolejowych.

Zaowocowało to znaczącymi rezultatami (wspólne publikacje z badaczami francuskimi i niemieckimi) i rozwojem kadry naukowej (4 habilitacje). Prace nad dynamicznym oddziaływaniem koła i szyny oraz zestawu kołowego z torem pozwoliły wykryć szereg zjawisk związanych z propagacją fal w wnętrzu koła, drgań samowzbudnych generowanych w strefie kontaktu oraz utraty kontaktu koła z szyną (R. Bogacz, J. Rońda, Z. Kowalska).

Wykrycie zbieżności pomiędzy prędkością toczenia a liczbą falową i liczbą węzłów na obwodzie (Cz. Bajer, R. Bogacz, S. Dżuła) pozwoliło na sformułowanie hipotezy o generowaniu korugacji kół i szyn kolejowych oraz poligonalizacji tych kół. Rezultaty te uzyskano metodami analitycznymi i udoskonaloną metodą elementów czasoprzestrzennych MECZ. Po raz pierwszy podano sformułowanie prędkościowe MECZ (Cz. Bajer).

Teoretyczne podstawy tworzenia technicznej warstwy wierzchniej

Badania z zakresu tribologii zostały zainicjowane w IPPT przez prof. Stefana Ziembę. Badania te były dalej rozwijane od roku 1978 pod kierunkiem prof. Jana Kaczmarka. Spośród osiągnięć jego zespołu na wyróżnienie zasługują:

W zakresie nowych metod tworzenia warstwy wierzchniej i jej powierzchni

- zaprojektowanie i zbudowanie pod kierunkiem prof. J. Kaczmarka prototypu nowoczesnego i oryginalnego implantatora jonów, odznaczającego się uniwersalnością oraz oszczędnością powierzchni i kosztów uzyskanych dzięki szeregowi nowatorskich rozwiązań.

Jan Kaczmarek (ur. 1920)



Brał udział w działaniach wojennych 1939 jako pilot i w ruchu oporu. Absolwent Wydz. Mech. Komunikacyjnego AGH (1948). 1958 – doktorat (AGH), 1962 – habilitacja (AGH) i prof. nadzw., 1969 – prof. zwyczajny. 1965 czł. koresp., a od 1971 czł. rzeczywisty PAN, czł. PAU (1989),

czł. NAE w Waszyngtonie i innych zagr. akademii nauk. Pracownik: AGH (1947 – 58), P. Krak. (1958 – 88), prorektor i rektor (1965 – 68), dyrektor Instytutu Obróbki Skrawaniem (1957 – 1968). Kierownik Zakładu Ukl. Mech. IPPT (1978 – 90). Specjalista w dziedzinie podstaw naukowych inżynierii skrawania i erozji oraz inżynierii warstwy wierzchniej. Pełnił wiele funkcji państwowych i społecznych m.in. Przew. Państw. Kom. Nauki i Techniki, Minister Nauki Szk. Wyższ. i Techn., Sekretarz Naukowy PAN, Pos. na Sejm V i IX kadencji., Prezes Stow. Inż. Mech. Polskich i NOT. Członek honorowy TNW, PTMTIS, TKT, PTHT, PTU. Autor 14 książek, 181 artykułów naukowych, 11 patentów, promotor 29 doktoratów. Doktor H.C.: Technische Univ. Chemnitz, Moskovskij Gosudarstwiennyj Tiejchniczeskij Universitet, Politechnika Poznańska. Uhonorowany odznaczeniami państwowymi, wyróżnieniami krajowymi i zagranicznymi.

- unikatowe badania implantacji jonowej warstwy wierzchniej metali węglików spiekanych, za pomocą niekonwencjonalnych jonów gazów szlachetnych (J. Kaczmarek, Z. Handzel-Powierża, B. Rajchel). Opracowano metodę badania składu pierwiastkowego warstwy wierzchniej za pomocą wiązki wysoko naładowanych cząstek; zastosowano ją do narzędzi skrawających z węglików spiekanych implantowanych gazami szlachetnymi;
- badania tworzenia warstwy wierzchniej za pomocą laserowego stopowania stelitami stali konstrukcyjnych zakończone wzorami umożliwiającymi optymalny dobór parametrów technologicznych (J. Radziejewska).

W zakresie diagnostyki warstwy wierzchniej i jej powierzchni:

- zbudowanie profilometru (Z. Handzel-Powierża), pierwszego w Polsce, pozwalającego na przestrzenne odwzorowanie struktury geometrycznej powierzchni oraz opracowanie programów komputerowych do wyznaczania parametrów, opisujących mikrogeometrię powierzchni w ujęciu trójwymiarowym;
- zaprojektowanie i zbudowanie kontaktomierza (A. Polijaniuk) do badania kontaktu *in statu nascendi*: jednoczesnego pomiaru zbliżenia i powierzchni styku powierzchni nominalnie płaskich;
- opracowanie i weryfikacja doświadczalna modelu sprężysto-plastycznego kontaktu powierzchni chropowatych (T. Klimczak, S. Kucharski);
- opracowanie metody wyznaczania energii zmagazynowanej (W. Oliferuk, P. Gadaj) w warstwie wierzchniej z wykorzystaniem pomiarów promieniowania podczerwonego.
- opracowanie stereometrycznej metody statystycznego diagnozowania powierzchni technologicznych z uwzględnieniem nowych parametrów oceny; takich jak rozwinięcie powierzchni oraz krzywa obrazująca rozmieszczenie sumarycznej objętości chropowatości (SCGC), z programem komputerowym JKC, oraz z programem POLA do analizy topograficznej powierzchni (J. Kaczmarek, Z. Handzel-Powierża, M. Dąbrowski).

- zbudowanie stanowiska do pomiaru zależności siła-zagłębienie wglębniaka kulistego (w zakresie mikrometrycznym), oraz opracowanie odpowiedniej metody oceny parametrów plastycznych i sprężystych (S. Kucharski);
- opracowanie oprogramowania do wirtualnego (liczbowego i graficznego) wyznaczania trwałości zmęczeniowej, dającego dużą zgodność z zachowaniami rzeczywistymi (S. Kucharski, G. Starzyński).

Badania zjawisk kontaktowych z tarciem suchym prowadzone na dwóch specjalistycznych stanowiskach (R. Bogacz, J. Sikora i B. Ryczek), pozwoliły opracować odcinkami liniowy model tarcia wrażliwego na prędkość względnego ruchu, prędkość narastania siły tarcia i czas przylegania ciał i zmianę znaku przyspieszenia. Jest to pierwszy model tarcia uwzględniający historię procesu bez wprowadzania parametrów wewnętrznych. Umożliwia on symulację drgań samowzbudnych układów z nieciągłościami, powstających zarówno w kontakcie tocznym jak i w układach hamulców ciernych. Zbadano wpływ harmonicznego i dwuharmonicznego pobudzenia na cechy drgań samowzbudnych typu przyleganie – poślizg, co umożliwia opracowanie metody aktywnego tłumienia drgań relaksacyjnych.

Wybrane monografie i wydania książkowe

- Skowroński J.M., *Multiple nonlinear lumped systems*, PWN, Warszawa 1969.
- Ziemba S., *Vibration analysis*, vols. 1, 2, 3, PWN, Warszawa 1970.
- Skowroński J.M., *Elementy dynamiki geometrycznej*, WNT, Warszawa 1972.
- Kaczmarek J., *Principles of machining by cutting, abrasion and erosion*, P. Peregrinus Ltd, Stevenage 1976.
- Sławianowski J.J., *Mechanika analityczna ciał odkształcalnych*, PWN, Warszawa - Poznań 1982.
- Bogacz R., Mahrenholtz O., *Dynamic stability of inelastic structures*, TUHH, Hamburg 1985.
- Szemplińska-Stupnicka W., Jooss G., Moon F.C., *Chaotic motions in nonlinear dynamical systems*, CISM Courses and Lectures, Springer-Verlag, Wien 1988.
- Ziemba S., *Wybrane problemy tribologii*, PWN, Warszawa 1990.
- Szemplińska-Stupnicka W., *The behavior of nonlinear vibrating systems; vol. I - Fundamental concepts and methods: application to single-degree-of-freedom systems; vol. II - Advanced concepts and applications to multi-degree-of-freedom systems*, Kluwer Academic Publishers, 253 + 330, Dordrecht - Boston - London 1990.
- Sławianowski J.J., *Geometry of phase spaces*, PWN - John Wiley & Sons, Warszawa - N. York 1991.
- Szemplińska-Stupnicka W., Troger H. [Eds.], *Engineering applications of dynamics of chaos*, CISM Courses and Lectures, Springer-Verlag, Wien - N. York 1991.
- Szemplińska-Stupnicka W. (współpraca: Tyrkiel E.), *Chaos, bifurkacje i fraktale wokół nas*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.

OPTIMALIZACJA KONSTRUKCJI

Witold Gutkowski

Prace badawcze z zakresu optymalizacji konstrukcji, prowadzone w IPPT, były naturalną kontynuacją prac zapoczątkowanych przez Zbigniewa Wasiutyńskiego przed wojną. W roku 1939 została wydana Jego trzyczęściowa książka „O kształtowaniu wytrzymałościowym”. Po wojnie, prace nad tą ważną dziedziną, zostały podjęte w Instytucie ponownie przez Zbigniewa Wasiutyńskiego wraz z grupą współpracowników młodszego pokolenia. Początkowo, prace nad optymalizacją konstrukcji były prowadzone w jednej pracowni. Z biegiem lat dziedzina ta zainteresowała szersze grono pracowników Instytutu. Prace z optymalizacji prowadzono w zespołach kierowanych przez: Adama Borkowskiego, Andrzeja M. Brandta, Wojciecha Dzieńszewskiego, Witolda Gutkowskiego, Stefana Jendo i Zenona Mroza.

W wyniku prowadzonych prac powstało kilkaset publikacji w czasopismach krajowych i międzynarodowych oraz w sprawozdaniach licznych konferencji. Zorganizowane zostały dwa sympozja IUTAM w 1974 i 1993, oraz Światowy Kongres Optymalizacji Konstrukcji w roku 1997. Uznanie osiągnięć IPPT w dziedzinie optymalizacji konstrukcji przez międzynarodową społeczność naukową wyraziło się ponadto zaproszeniem trzech naszych kolegów (A. M. Brandt, W. Gutkowski, Z. Mróz) do udziału w międzynarodowych czasopismach naukowych (Structural Optimization i Engineering Optimization), a Zenona Mroza do władz ISSMO.

Godne odnotowania są liczne doktoraty i habilitacje z optymalizacji konstrukcji. Czternaście osób uzyskało stopnie doktora, a cztery doktora habilitowanego.

Poniższy, zwięzły siłą rzeczy, przegląd dokonań Instytutu upoważnia do stwierdzenia, że mowa o IPPT-owskiej Szkole Optymalizacji jest w pełni uzasadniona.

Optymalizacja konstrukcji i jej elementów w ujęciu analitycznym

(Z. Wasiutyński, A.M. Brandt, J. Kosmowski, A. Biernawski, A. Niemierko, J. Ignaczak, J. Grycz, W. Dzieńszewski, S. Jendo, M. Marks, W. Marks, S. Owczarek i J. Holnicki-Szulc)

Założeniem prac było poszukiwanie optymalnych rozwiązań dla kratownic i elementów konstrukcji betonowych, jak belki i płyty sprężone. Prace były prowadzone głównie na założeniu o minimalizacji energii sprężystej układów. Należy pamiętać, że prace te były prowadzone w erze „przed komputerowej”, co zmuszało do koncentracji na rozwiązaniach analitycznych. Późniejsze prace (lata 90.) dotyczyły optymalizacji uzbrojenia włóknami rozproszonymi. W wyniku badań powstały liczne publikacje zgromadzone następnie w kilku monografiach.

Zagadnienia optymalizacji materiałów, rozwiązywane przez grupę badaczy kierowaną przez A. M. Brandta, opisano pokrótce w artykule „Kompozyty o matrycy kruchej”.

Optimalizacja konstrukcji z ciągłymi zmiennymi decyzyjnymi. Optimalizacja jedno i wielokryterialna. Jeden i kilka stanów obciążenia.

Sprężenie MES z warunkami koniecznymi Kuhn–Tuckera

(W. Gutkowski, J. Bauer)

Założeniem prac była problemowo zorientowana metoda optymalizacji konstrukcji prętowych na wiele stanów obciążenia. Chodziło o przybliżenie projektantom samego pojęcia optymalizacji konstrukcji, bez konieczności stosowania złożonych programów o bardzo ogólnym przeznaczeniu.

Witold Gutkowski (ur. 1928)



absolwent Wydziału Mechaniczno-Konstrukcyjnego PW (1954). Od 1950 pracownik naukowy Szkoły Inżynierskiej im. Wawelberga i Rotwanda, następnie PW. 1961 - doktorat (PW), 1965 - habilitacja (IPPT), 1972 - profesor nadzw., 1976 - prof. zwyczajny, 1976 - czł. koresp., 1991 - czł. rzeczywisty PAN. Z-ca Sekretarza Wydziału IV PAN (1972 - 1980). Wieloletni przewodniczący Komitetu Mechaniki PAN. Od 1963 pracownik IPPT, kier. Prac. Konstrukcji Przestrzennych oraz Zakładu Teorii Konstrukcji (1982 - 1991). W latach 1970 - 1972 z-ca Dyrektora IPPT ds. naukowych. Specjalista w zakresie mechaniki konstrukcji, optymalizacji konstrukcji i zastosowań teorii sterowania. Prekursor metod optymalizacji dyskretnej w mechanice konstrukcji. Autor ponad 150 publikacji, w tym 4 monografii, promotor 9 doktoratów. Współautor rozwiązań technicznych dla przemysłu. Czł. redakcji 4 czasopism międzynarodowych i władz organizacji naukowych (IASS, IUTAM), organizator konferencji i kursów m.in. w CISM w Udine. Laureat Nagrody Państwowej II st.

Z drugiej strony, wprowadzenie wielu stanów obciążenia umożliwiło zbliżenie optymalizacji do praktyki. Jak wiadomo, konstrukcje na ogół poddawane są wielu stanom obciążenia.

Metoda w skrócie polega na następującym rozumowaniu: zakłada się zmienne decyzyjne (wymiary poprzeczne prętów lub belek) następnie rozwiązuje się układy równań równowagi dla wszystkich stanów obciążenia, wg profesjonalnej MES. Otrzymane przemieszczenia i naprężenia wstawia się do warunków optymalności Kuhn–Tuckera. Z residuów nie spełnienia tych warunków powstają kolejne przybliżenia zmiennych decyzyjnych aż do momentu, gdy residua osiągają założone, małe wartości.

Jedno i wielokryterialna optymalizacja kratownic i konstrukcji cięgnowych

(S. Jendo, W. M. Paczkowski, A. Stachowicz)

Dla konstrukcji cięgnowych, jedno i dwupasowych, wyznaczono optymalne zwisy cięgien (lub siatek cięgnowych) oraz wielkości wstępnego naprężenia cięgien w przekryciach o

podwójnej krzywiznie. Wyznaczono ponadto optymalne kierunki cięgien na powierzchniach przekryć o ujemnej krzywiznie Gaussa. W przypadku kratownic przestrzennych, stosowanych w przekryciach dachowych, przedstawiono procedurę optymalnego wyboru katalogu przekrojów prętów stalowych o przekroju rurowym. Jako kryteria optymalizacji przyjęto minimum ciężaru oraz minimalizację liczby elementów w katalogu, z których ma być zbudowana konstrukcja. Te dwa kryteria okazały się być konfliktowe, tak więc problem sprowadza się do poszukiwania rozwiązań kompromisowych. Przedstawiono metodę optymalizacji ramownic stosowanych w budownictwie okrętowym. Jako kryterium optymalizacji przyjęto minimum ciężaru konstrukcji, przy ograniczeniach nałożonych na naprężenia i przemieszczenia oraz wynikających z wymagań określonych

przez przepisy klasyfikacyjne okrętownictwa. System optymalizacji konstrukcji ramownicowych został zastosowany przez Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku, gdzie jest wykorzystywany do projektowania wręg statków.

Optymalizacja konstrukcji sztywno-plastycznych za pomocą programowania matematycznego

(A. Borkowski)

W latach 1965–1970 A. Čyras (Wilno) stworzył spójny model analizy i optymalizacji sztywno-plastycznych konstrukcji prętowych za pomocą programowania liniowego. Z modelu tego wynika, że twierdzenia o statycznie i kinematycznie dopuszczalnych mnożnikach obciążenia granicznego można sprowadzić do dualnej pary zadań programowania liniowego. Celem badań prowadzonych w latach 1973–1978 w IPPT było uogólnienie modelu Čyrasa na przypadek nieliniowej powierzchni granicznej i przeniesienie tego modelu z układów dyskretnych na ośrodki ciągły. Kontynuowano również rozpoczęte w Wilnie prace nad komputerową odmianą metody linii załomów dla płyt. Pozwalała ona w efektywny sposób określać optymalny rozkład zbrojenia w płycie żelbetowej o zadanej nośności granicznej.

Optymalizacja konstrukcji z dyskretnymi zmiennymi decyzyjnymi

Metoda przeglądu kontrolowanego

(W. Gutkowski, J. Bauer, Z. Iwanow)

Znaczna większość konstrukcji prętowych projektowana jest z elementów metalowych. Siłą rzeczy liczba tych elementów, a więc i zmiennych decyzyjnych do wyboru, jest skończona. Było to powodem podjęcia prac nad dyskretną optymalizacją konstrukcji. W pierwszym etapie sformułowano metodę kontrolowanego przeglądu. Punktem wyjścia tej metody było rozwiązanie optymalne, dla ciągłych zmiennych decyzyjnych. Rozwiązanie „ciągłe” stanowi dolne ograniczenie rozwiązania dyskretnego. Z kolei, odpowiednio zbudowany graf, którego wierzchołki reprezentują objętość konstrukcji, umożliwił stopniowe eliminowanie rozwiązań minimalnych, nie spełniających ograniczeń. Należy tu zaznaczyć, że przeciętna konstrukcja i przeciętny katalog prowadzi do liczby kombinacji 10^{10} , co uniemożliwia dokonywanie pełnego przeglądu rozwiązań.

Metoda transformacji optymalizacji dyskretniej do ciągłej

(S. Jendo, M. Kleiber, K. Kolanek, R. Stocki)

Przedstawiliśmy metodę transformacji zagadnienia optymalizacji dyskretno-ciągłej złożonych układów konstrukcyjnych do optymalizacji ciągłej przy uwzględnieniu niezawodności konstrukcji. Jako zmienne decyzyjne dyskretnie wybrano pola przekrojów prętów kratownic, natomiast współrzędne wybranych węzłów są zmiennymi ciągłymi. Jako funkcję celu przyjęto minimalizację objętości materiału konstrukcyjnego. Ograniczenia optymalizacji stanowią dozwolone indeksy niezawodności odpowiadające następującym funkcjom granicznym: naprężeniowym, przemieszczeniowym oraz lokalną i globalną utratą stateczności. Wykorzystano informacje uzyskane z optymalnego rozwiązania ciągłego, w otoczeniu którego następnie poszukiwano optymalnego

rozwiązania dyskretnego. Sprawność metod optymalizacji zilustrowano przykładami optymalizacji stalowych kratownic płaskich i przestrzennych poddanych wielu stanom obciążeń.

Optymalizacja ewolucyjna w zastosowaniu do optymalizacji konstrukcji

(W. Gutkowski, J. Bauer, Z. Iwanow)

Podjęte w ostatniej dekadzie badania nad zastosowaniem metod Optymalizacji Ewolucyjnej Algorytmów Genetycznych do optymalizacji konstrukcji, skłoniły nasz zespół do krytycznego spojrzenia na ten problem. Stwierdziliśmy możliwość wprowadzenia do mutacji informacji o stanie przekroczenia (lub nie) ograniczeń nałożonych na zmienne stanu. Taka problemowo zorientowana mutacja pozwoliła na znaczne zwiększenie prawdopodobieństwa uzyskania globalnego, rozwiązania optymalnego.

Metoda usuwania zbędnego materiału

(W. Gutkowski, J. Bauer, J. Zawidzka)

Konieczność uproszczenia metod optymalizacji, zarówno od strony pojęciowej jak i numerycznej, doprowadziła nasze rozważania do bardzo prostej i efektywnej metody usuwania zbędnego materiału. Istota metody polega na zmniejszeniu przekroju pręta, za każdym krokiem iteracyjnym, z tego elementu, gdzie naprężenia są najmniejsze. Metoda nie gwarantuje globalnego minimum, aczkolwiek eksperymenty numeryczne wskazują na to, że rozwiązania są w odległości od optimum dopuszczalnej z inżynierskiego punktu widzenia. Praktycznie zalety metody polegają głównie na dwóch sprawach. Po pierwsze, wymaga ona jedynie wiedzy na poziomie MES. Po drugie, rozwiązano zadania z liczbą iteracji około 50, dla zadań, dla których pełny przegląd wymagałby 10^{10} analiz. Metoda ta rozszerzana, poprzez współpracę z kolegami z Uniwersytetu w Mons, o elementy normy europejskiej, znalazła już zastosowania w belgijskim biurze projektów.

Optymalizacja konstrukcji z uwzględnieniem niezawodności i tolerancji wykonania

Optymalizacja z uwzględnieniem niezawodności

(S. Jendo, M. Kleiber J. Putresza, J. Niczyj, R. Stocki)

Ważnym elementem optymalizacji konstrukcji jest sprawa bezpieczeństwa. Było to powodem podjęcia szeregu prac w tym zakresie, dotyczących w szczególności bezpieczeństwa konstrukcji jako systemu i bezpieczeństwa poszczególnych jej elementów. Za kryteria jakości, uwzględniane jednocześnie, przyjęto minimum ciężaru, minimum przemieszczenia określonego punktu konstrukcji i maksimum niezawodności. Za miarę bezpieczeństwa przyjęto prawdopodobieństwo przetrwania, co odpowiada dopełnieniu prawdopodobieństwa zniszczenia. Dla rozwiązania tych problemów należało sformułować zagadnienie za pomocą zmiennych losowych. Dzięki wielokryterialnemu sformułowaniu problemu, uzyskano informacje wspomagające podejmowanie decyzji związanych z wyborem rozwiązania preferowanego.

Optimalizacja z uwzględnieniem tolerancji wykonania

(W. Gutkowski, J. Bauer, K. Dems, J. Latański)

Konstrukcja zaprojektowana na minimum ciężaru jest bardzo wrażliwa na małe zmiany wymiarów. Jest to jeden z powodów ograniczonego stosowania optymalizacji konstrukcji. Z tego względu postanowiliśmy podjąć pracę nad metodą umożliwiającą uwzględnienie tolerancji wykonania. Pełne takie zadanie, jest zagadnieniem stochastycznym i na tyle złożonym, że mało przydatnym w praktyce inżynierskiej. Zaproponowana przez nas metoda polega na zmniejszaniu dopuszczalnych ograniczeń o iloczyn wrażliwości przez dopuszczalne tolerancje przekrojów elementów i położenia węzłów. Zakładając, że iloczyny te są zawsze dodatnie, otrzymuje się rozwiązania po bezpiecznej stracie.

Optimalizacja kształtu, konfiguracji i topologii.

Optimalizacja kształtu i konfiguracji konstrukcji

(Z. Mróz, K. Dems, T. Lekszycki, O. Sergeyev)

Sformułowano ogólne kryteria optymalności dla konstrukcji plastycznych, projektowanych dla osiągnięcia maksymalnej nośności granicznej i konstrukcji sprężystych, projektowanych na maksymalną sztywność mierzona wartością energii potencjalnej. W szczególności rozpatrzono brzeg swobodny, obciążony i podparty oraz powierzchnie rozdzielające materiały o różnych własnościach sprężystych lub plastycznych. Rozpatrując wariacje brzegów i wariacje stanów konstrukcji, określono warunki optymalności i opracowano algorytmy numeryczne, określające optymalne formy powierzchni brzegowych. W szczególności rozpatrzono płyty i powłoki zbrojone włóknami. Kryteria optymalności wymagają stałości energii sprężystej lub dyssypacji w elementach układu na powierzchni zewnętrznej konstrukcji. W przypadku konstrukcji prętowych optymalizację kształtu realizuje się przez określenie optymalnego położenia węzłów konstrukcji kratowych lub ramowych. Opracowano efektywne metody numeryczne prowadzące do optymalnej konfiguracji konstrukcji przestrzennych przy nałożeniu warunków naprężeniowych, częstości drgań własnych lub optymalnych współczynników tłumienia. Stosując metodę SQP (sekwencyjne kwadratowe programowanie), opracowano algorytmy numeryczne określające optymalną konfigurację i parametry przekrojów konstrukcji prętowych przy warunkach nałożonych na parametry drgań i naprężeń.

Optymalne projektowanie przy zmiennej topologii

(Z. Mróz, D. Bojczuk)

Rozpatrzono topologiczne zmiany konstrukcji prętowych polegające na: a) wprowadzeniu nowego węzła i odpowiednich połączeń prętowych: b) usunięciu lub wprowadzeniu nowego elementu, c) dodaniu nowej podpory, d) zamianie istniejącego elementu przez nowy element. Dla tego rodzaju modyfikacji topologicznych określono warunki ich wprowadzenia w zależności od parametrów geometrycznych i stanów obciążenia. Wprowadzono pojęcie ciągłych i skokowych zmian topologii układu i związanej z nimi funkcji kosztu transformacji topologicznej. Opracowano metodę optymalizacji konstrukcji przy wprowadzaniu zmian topologii z jednoczesnym określeniem

optymalnych wartości parametrów konfiguracyjnych (położenie węzłów) i przekrojowych (pola przekrojów). Tego rodzaju metoda optymalizacji prowadzi do bardziej efektywnych rozwiązań aniżeli poprzednie metody ograniczające się do poszukiwania parametrów przekrojów i konfiguracji.

Optymalizacja kształtu przy wielu stanach obciążenia

(K. Dems, W. Gutkowski)

Większość prac poświęconych optymalizacji kształtu dotyczyła układów z jednym stanem obciążenia. Ze względu na to, że zarówno konstrukcje jak i elementy maszyn, w czasie pracy podlegają większej liczbie obciążeń, podjęto próbę rozwiązania tego problemu. Założono regularną siatkę elementów skończonych, uzależnioną od wymiarów tych elementów. Pozwoliło to na sformułowanie zagadnienia optymalizacji w postaci warunków koniecznych Kuhn–Tuckera, z ograniczeniami równościowymi w postaci równań równowagi (dla obciążeń statycznych) i równań drgań (dla obciążeń dynamicznych). Rozwiązano szereg przykładów dla kilku obciążeń siłami i momentami skupionymi, przy jednoczesnym założeniu ograniczeń na wartości własne.

Analiza wrażliwości dla optymalizacji

Wariacyjne ujęcie analizy wrażliwości

(Z. Mróz, K. Dems, D. Bojczuk, J. Piekarski)

Rozpatrując wariację parametrów materiałowych, przekrojowych i kształtu konstrukcji rozpatrzono wywołaną tym wariację stanu konstrukcji. Pochodne wrażliwości określają gradienty zmian parametrów projektowych. Rozpatrzono wariacje pierwszego i drugiego rzędu wyprowadzając analityczne wzory określające pochodne wrażliwości. Celem uzyskania tych wzorów wprowadzono układy sprzężone, których rozwiązanie i stany przemieszczeń lub naprężeń określają pochodne wrażliwości. W szczególności rozpatrzono wariację kształtu i powierzchni wewnętrznych konstrukcji, wyprowadzając odpowiednie pochodne wrażliwości. Analizę rozszerzono na nieliniowe układy sprzężyste lub lepkosprężyste. Pochodne wrażliwości wykorzystane są następnie w gradientowych metodach optymalizacji, przy zastosowaniu metod liniowego lub nieliniowego programowania (w szczególności sekwencyjnego programowania kwadratowego).

Wrażliwość konstrukcji nieliniowych

(Z. Mróz, J. Piekarski, D. Bojczuk)

W przypadku konstrukcji nieliniowych wyróżniono stany regularne i stany krytyczne (stan graniczny, stan bifurkacji). Analiza wrażliwości wymaga wtedy również określenia liniowych układów sprzężonych, których parametry i moduły sztywności zależą od konfiguracji konstrukcji podstawowej. W przypadku stanów krytycznych określono wrażliwość form własnych (określających stan wyboczenia) oraz parametrów obciążeń krytycznych. Analizę rozszerzono wprowadzając imperfekcje geometryczne układów i określając ich wpływ na parametry stanu krytycznego. Odrębnym zagadnieniem jest wielomodalność stanów krytycznych i zwiększona wrażliwość tych stanów

na wariacje parametrów projektowych. Rozpatrzono analizę wrażliwości w przypadku wielomodalnych stanów krytycznych przedstawiając metodę numeryczną analizy.

Metoda całek niezmienniczych w analizie wrażliwości

(Z. Mróz, K. Dems)

W szczególnych przypadkach modyfikacji kształtu konstrukcji, polegających na ekspansji względem wybranego środka, translacji i rotacji obszaru, wrażliwość dowolnego funkcjonu stanu można określić przez obliczenie całki wzdłuż zamkniętego konturu lub powierzchni. Wybór konturu całkowania jest dowolny, a zatem można go przyjąć jako brzeg zewnętrzny obszaru. Tego rodzaju własność jest dużym udogodnieniem przy zastosowaniu metody równań brzegowych, gdzie wrażliwość określa się w sposób naturalny, wykorzystując jedynie dane na brzegu obszaru. Przedstawiona metoda znajduje zastosowanie w problemach identyfikacji defektów (szczeliny, wtrącenia) przy wykorzystaniu pól termicznych, elektrycznych lub mechanicznych. W szczególnym przypadku wrażliwości energii całkowitej konstrukcji, całki niezmiennicze przechodzą w całki konturowe stosowane w teorii szczelin.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

- Z. Wasiutyński, *O zagadnieniach optymalizacji konstrukcji i o rozwijaniu tych metod*, Pisma tom II, PWN, Warszawa 1978.
- A. M. Brandt, Z. Wasiutyński, *The present state of knowledge in the field of optimum design of structures*, [in:] Applied Mechanics Surveys, Spartan Books 435–450, Washington 1966.
- A. Sawczuk, Z. Mróz [eds.], *Optimization in structural design*, (Proc. IUTAM Symposium, Warsaw 1974), Springer, Berlin/Heidelberg, 1975.
- A. M. Brandt [red.], *Kryteria i metody optymalizacji konstrukcji* (praca zbiorowa 6-ciu autorów), PWN 1977, Wydanie angielskie rozszerzone, PWN-Martinus Nijhoff, Warszawa–Amsterdam 1984.
- W. Dzieniszewski, S. Jendo, W. Marks, [red.] *Optymalizacja wytrzymałościowa konstrukcji*, (praca zbiorowa, 18 autorów), Ossolineum, Warszawa 1983.
- A. M. Brandt, [red.] *Podstawy optymalizacji elementów konstrukcji budowlanych* (praca zbiorowa 9-ciu autorów), PWN 1978, Wydanie angielskie rozszerzone: PWN-Kluwer, 1988.
- A. Borkowski, S. Jendo, *Mathematical programming; Structural optimization*, [eds.] Save M., Prager W., Vol. 2, Plenum Press, N.York-London, 1990.
- W. Gutkowski, J. Bauer [eds.], *Discrete Structural Optimisation* (Proc. IUTAM Symposium, Zakopane 1993), Springer, Berlin/Heidelberg, 1994.
- W. Gutkowski [ed.], *Discrete Structural Optimization*, CISM Lecture Notes and Courses, Springer, Wien-N.York 1997.
- W. Gutkowski, Z. Mróz [eds.], *Second World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization*, Zakopane May 26–30, 1997, IPPT, Warszawa 1997.

A. M. Brandt [eds.], *Metody optymalizacji materiałów kompozytowych o matrycach cementowych* (praca zespołowa 14 autorów), IPPT, 1994, 280 ss. Wyd. angielskie rozszerzone: Thomson Professional (Chapman & Hall) London 1998.

W. M. Paczkowski, S. Jendo, *Techniques in multi-criteria optimization of large-scale bar systems*, [in:] Structural dynamic systems, computational techniques and optimization, optimization techniques, [ed.] Leondes C. T., Gordon and Breach International Series in Engineering, Technology and Applied, **9**, 1999.

TEORIA KONSTRUKCJI NIESPRĘŻYSTYCH

Marek Janas

Omawianie osiągnięć IPPT w dziedzinie teorii konstrukcji inżynierskich podzieliliśmy na trzy części. Badania dotyczące analizy układów sprężystych (oraz lepko-sprężystych) związane były bezpośrednio z rozwojem aparatu matematycznego ogólnej teorii sprężystości, a w monografiach poświęconych teorii konstrukcji hasło „konstrukcje” z reguły znaczyło „konstrukcje sprężyste”. Tematyka ta była uprawiana w Zakładzie Teorii Ośrodków Ciągłych i omawiana jest w rozdziałach „Teoria sprężystości – podstawy i zastosowania” oraz „Ośrodki sprężyste z defektami i strukturą” (konstrukcje powierzchniowe traktowane jako ośrodki z więzami). Optymalizacji, głównie konstrukcji sprężystych, poświęcony jest osobny artykuł.

Wobec problemów związanych z analizą zaleźnego od historii obciążenia zachowania się konstrukcji niesprężystych aparat matematyczny epoki przedkomputerowej okazywał się bezsilny. Analiza taka wymagała wypracowania własnych metod, zwykle badających zachowanie asymptotyczne niezależne od historii. Tematyka ta była uprawiana w Zakładzie Mechaniki Ośrodków Ciągłych, a później także w Zakładzie Teorii Konstrukcji.

Konstrukcje betonowe

Wzrost zainteresowania analizą niesprężystą we wczesnych latach powojennych wynikał z szybkiego rozwoju zastosowań konstrukcji betonowych, dla których analiza sprężysta okazała się mało miarodajna nawet przy niewielkich obciążeniach. Jednocześnie rozwój teorii plastyczności (twierdzenia o nośności granicznej, 1950 – 1952) stwarzał perspektywę jej praktycznego zastosowania w teorii konstrukcji.

Krakowska szkoła naukowców – praktyków konstrukcji betonowych znalazła zakorzenienie w Warszawie, wraz z przejściem profesora Waława Olszaka (patrz. Noty Biograficzne Założycieli) do IPPT. W pierwszej monografii dotyczącej konstrukcji sprężonych (PWN, 1955) wyłożył on już zasady teorii nośności granicznej. W zgrupowanym wokół niego zespole (Cz. Eimer, St. Kajfasz, Z. Bychawski) powstawały kolejne monografie z tej dziedziny (PWN, 1961, 1965). Zainteresowania W. Olszaka niesprężystą analizą konstrukcji betonowych trwały także i w późniejszym okresie i dotyczyły wpływu trójwymiarowego stanu naprężenia na nośność słupów uzwojonych.

Teoria nośności granicznej

Powstała już przed wojną, ale doprowadzona do poprawnej formalnie postaci w roku 1952, teoria nośności granicznej stanowiła jedno z pierwszych narzędzi teorii plastyczności nadające się do praktycznych zastosowań. Pozwala ona na określanie obciążenia, przy którym następuje początek nieskrępowanego płynięcia plastycznego konstrukcji, a jej głównym orężem są twierdzenia o oszacowaniach tego obciążenia.

Rozwój teorii nośności granicznej i jej zastosowania stanowiły jedną z głównych dziedzin badawczych Zakładu Mechaniki Ośrodków Ciągłych od początku istnienia Instytutu. Temat ten

stanowił istotny element najważniejszej polskiej monografii z dziedziny plastyczności, która powstała pod kierunkiem W. Olszaka (1965) i jest omawiana w rozdziale "Podstawy teorii plastyczności".

Antoni Sawczuk (1927 - 1984)



Uczeń i następca prof. W. Olszaka. Absolwent Wydz. Inżynierii Lądowej PW (1951), 1953 – doktorat (PW), 1960 – habil. (PW), 1965 – prof. nadzw., 1977 – profesor zwyczajny, 1969 czł. koresp., a od 1983 czł. rzeczywisty PAN. Wieloletni przewodniczący Komitetu

prac. naukowej PW, od 1954 także (a od 1961 wyłącznie) w IPPT: kierownik Prac. Zastosowań Inżynierskich Teorii Plastyczności, 1969 – 1981 - Zakładu Mechaniki Ośrodków Ciągłych i Zakładu Teorii Konstrukcji. Wykładowca na Uniwersytetach w Grenoble oraz Marsylii. Rektor Międzynarodowego Centrum Nauk Mechanicznych (CISM) w Udine od 1982 do śmierci. Wybitny specjalista w dziedzinie stosowanej teorii plastyczności (teoria nośności granicznej, płyty i powłoki, przystosowanie konstrukcji), a opublikowana wspólnie z Th. Jaegerem monografia „*Grenztragfähigkeits-Theorie der Platten*” stanowi klasyczną pozycję literatury światowej. Wychowawca wielu znanych naukowców, którym wskazywał niezwykle trafnie obiecujące kierunki badań. Organizator szeregu ważnych konferencji naukowych mających przełomowe znaczenie dla rozwoju teorii plastyczności i redaktor pokonferencyjnych tomów, będących do dziś pozycjami odniesienia. Autor ponad 200 publikacji, w tym 11 monografii książkowych; promotor 14 doktoratów (2 za granicą); członek władz międzynarodowych organizacji naukowych (IUTAM, RILEM, CEB, IASS); dr H.C. Institut National Polytechnique de Grenoble.

kształceń (A. Sawczuk, M.K. Duszek). M.K. Duszek dokonała kompletnej klasyfikacji tych problemów (1975) i uzyskała ściśle rozwiązania dla sztywno-plastycznych powłok obrotowo-symetrycznych (1966-1975) przy dużych deformacjach.

Ważnym i nadal aktualnym obszarem zastosowania teorii nośności granicznej jest projektowanie skomplikowanych elementów (węzłów) konstrukcji metalowych na podstawie dolnego oszacowania nośności. Podejście to upowszechniła „szkoła” W. Szczepińskiego, (por. Dietrich L., Miastkowski J., Szczepiński W., Nośność graniczna elementów konstrukcji, PWN, Warszawa

Pierwsze prace z tej dziedziny dotyczyły anizotropowo zbrojonych płyt (W. Olszak, A. Sawczuk, 1955). Monografia A. Sawczuka z Th. Jaegerem (1963) stanowi do dziś pozycję odniesienia, zaś podsumowanie osiągnięć w tej dziedzinie zawarte jest w monografii wydanej 30 lat później (A. Sawczuk, J. Sokół-Supel, 1993), zawierającej m. in. oryginalne propozycje dotyczące metod poszukiwania rozwiązań ścisłych. Wprowadzenie (M. Janas, 1960, 1964) pojęcia „uogólnionej linii załomu” (przegub plastyczny) pozwoliło na ujawnienie ograniczeń kinematycznej poprawności popularnej metody linii załomów do szacowania nośności (Mag. Concr. Res, 1967) i wskazało na konieczność uwzględniania efektu tarczowego w płytach.

Wstępnym problemem przy plastycznej analizie powłok było określanie powierzchni granicznych. Została przedstawiona ogólna, poprawna matematycznie klasyfikacja tych powierzchni (A. Sawczuk, J. Rychlewski, AMS 1960). Plastyczne powłoki były głównym tematem zorganizowanego w Warszawie wielkiego sympozjum IASS „Non-Classical Shell Problems” (1963), z dużym udziałem prac zespołu ZMOC dotyczących powierzchni granicznych, zastosowania uogólnionych linii załomu i powłok helikoidalnych Powstała też pierwsza monografia z dziedziny powłok plastycznych (W. Olszak, A. Sawczuk, 1967). Późniejsze zainteresowania powłokami plastycznymi dotyczyły problemów dużych odkształceń

1970) opracowując efektywną metodę, opartą na wykorzystaniu kombinacji elementarnych pól statycznie dopuszczalnych (PWN, 1985, 1990)

Warta odnotowania jest też działalność popularyzująca teorię nośności granicznej. W serii „Arkad” ukazywały się kolejne małe monografie poświęcone ramom (A. Sawczuk 1964), łukom i sklepieniom (M. Janas 1967) i powłokom (M. Janas, J.A. König 1968), oraz monografie autorstwa lub współautorstwa A. Sawczuka (1970, 1978, 1981), a także organizowane były kursy poświęcone plastycznej analizie konstrukcji.

Metody pochodne od nośności granicznej

Metody nośności granicznej pozwalają także na szacowanie chwilowej nośności układu odkształconego wg sztywno-plastycznego mechanizmu płynięcia i stąd na przybliżone określenie zachowania „poza-granicznego” konstrukcji. A. Sawczuk zastosował to podejście do płyt (1965), zaś M.K. Duszek wykazała ważność twierdzeń o oszacowaniach nośności także w przypadku skończonych ugięć konstrukcji (AMS, 1966) i podała wiele uzyskanych na tej drodze rozwiązań dla powłok. Podała też metodę badania stateczności procesu sztywno-plastycznej deformacji w chwili wyczerpania nośności układu (Biul. PAN, 1973).

M. Janas uzupełnił podejście poza-graniczne przez przybliżone uwzględnienie odkształceń sprężystych od sił membranowych (J. Struct. Mech., 1973), co pozwoliło uzyskać proste rozwiązania analityczne, także dla silnie niestatecznych procesów, które mają miejsce przy wystąpieniu efektu tarczowego w płytach. W ostatnich latach metoda ta została połączona z analizą MES, wykorzystaną do kalibrowania danych dla podejścia analitycznego (M. Janas, J. Sokół-Supel).

Uogólnieniem metod teorii nośności granicznej jest analiza nośności dynamicznej, pozwalająca określać odkształcenia konstrukcji obciążonych impulsowo albo krótkotrwałym obciążeniem przekraczającym nośność. Badający te zagadnienia T. Wierzbicki (Obliczanie konstrukcji przy obciążeniach dynamicznych, Arkady, 1980) podał twierdzenia o górnym i dolnym oszacowaniu ugięć konstrukcji obciążonych impulsowo (Arch. Mech., 1971). Badania te kontynuuje on obecnie w Massachusetts Institute of Technology. Podejście poza-graniczne zastosowano (T. Wierzbicki 1972, W. Abramowicz 1981) do bardzo dużych odkształceń występujących przy dynamicznym zgniataniu konstrukcji (crashworthiness). W. Abramowicz rozwinął tę metodę, opracowując odpowiednie programy numeryczne i stosując ją z powodzeniem przy projektowaniu i obliczaniu struktur energochłonnych w pojazdach. O stronie numerycznej tego podejścia („makroelementy”) mówimy nieco dalej. Aktualne osiągnięcia w tej dziedzinie autorzy ci przedstawili w kolejnych tomach serii „Manual of Crashworthiness Engineering” (MIT-Press, 1987 - 1991).

Analiza nośności granicznej układów o charakterystykach określonych probabilistycznie (K. Doliński, 1977) stanowiła początek niedeterministycznego traktowania układów niesprężystych, omawianego w innym rozdziale, oraz niezawodnościowego projektowania i optymalizacji, które omawiane są nieco dalej.

Przystosowanie konstrukcji

Przystosowanie się konstrukcji do obciążeń zmiennych oznacza ich zdolność do powrotu do zachowania sprężystego pomimo tego, że pierwsze cykle obciążenia wywołały już trwałe deformacje. Teoria przystosowania, pozwalająca określić zakres dowolnej zmienności obciążeń, do któ-

rych konstrukcja przystosuje się, jest uogólnieniem teorii nośności granicznej. Analizę nośności sprężystej i teorię nośności granicznej można traktować jako szczególne przypadki teorii przystosowania. Naukowcy IPPT wnieśli znaczący wkład w rozwój tej teorii, a szczególnie J. A. König, którego osiągnięcia uczczone zostały na specjalnym kolokwium EUROMECH (1992).

A. Sawczuk przedstawił (J. Mech. Phys. Solids, 1969) scałkowaną postać twierdzenia o górnym oszacowaniu obszaru przystosowania, co pozwala na jego praktyczne zastosowanie przy analizie zniszczenia przystosowego.

Jan Andrzej König (1937 - 1990)



Absolwent Wydz. Budownictwa Przemysłowego PW (1960) oraz Wydz. Matematyki Stosowanej i Mechaniki UW (1963); uczeń i następca prof. Antoniego Sawczuka. Doktorat (1966) i habilitacja (1974) w IPPT. Profesor nadzw. – 1983, zwyczajny – 1989. Od 1959 – w IPPT. Od

1960 w IPPT; organizator i kierownik Pracowni Mechaniki Konstrukcji Niesprężystych (od 1979 aż do śmierci), oraz wieloletni kierownik Studium Doktoranckiego (1980–1990). Koordynator Programu Badań Podstawowych 1986–1990. Światowej rangi specjalista w dziedzinie niesprężystej analizy konstrukcji inżynierskich, a szczególnie teorii przystosowania konstrukcji do obciążeń zmiennych. Autor najważniejszej dotąd światowej monografii w tej dziedzinie (*Shakedown of Elastic-plastic Structures*, 1987). Wykładowca na uczelniach technicznych w USA i Niemczech. Autor wielu znaczących ekspertyz dotyczących bezpieczeństwa konstrukcji oraz ponad 100 publikacji naukowych, w prestiżowych czasopiśmie i wydawnictwach. Jego pamięci poświęcone było kolokwium EUROMECH 298 (1992). Promotor 8 doktoratów (także za granicą).

on także podejście min-max, które pozwala na znaczne zwiększenie efektywności programów numerycznych do analizy przystosowania. Tego typu podejście wykorzystano w programie CYCLONE do analizy przestrzennych zagadnień nośności i przystosowania (G. Bielawski, A. Siemaszko, J. Zwoliński, 1997).

Problemy numeryczne

Wczesne zastosowania technik numerycznych do niesprężystej analizy konstrukcji wykorzystywały programowanie matematyczne. Pierwszą polską pozycją książkową w tej dziedzinie jest mo-

J. A. König rozszerzył twierdzenia o przystosowaniu na konstrukcje o własnościach zależnych od temperatury (1971, 1979) oraz wykazujących wzmocnienie (1976). Jest on autorem najważniejszej dotychczas światowej monografii poświęconej przystosowaniu (1987). Zapoczątkował on także (z A. Siemaszką, 1990) zastosowanie do analizy przystosowania podejście stanów poza-granicznych. Podejście to rozwijali A. Siemaszko – dla wzmocnienia i M. Janas – dla układów przestrzennych (Euro-mech, 1993). Podejście oparte na analizie przystosowej rozwijali A. Borkowski, M. Kleiber i J. A. König (1978–1984). J. A. König (1973) i S. Dorosz (1976, 1978) podali metody szacowania od góry maksymalnych trwałych ugięć mogących powstać przed przystosowaniem się konstrukcji do zmiennego w zadanym zakresie obciążenia. W. Paprocka-Garlicka opracowywała praktyczne metody zakresu przystosowania układów prętowych przy obciążeniach zmiennych i ruchomych (1979, 1983).

Ważny wkład do teorii przystosowania wniósł w czasie swej krótkiej działalności naukowej (1988-1996) S. Pycko, który sformułował twierdzenia dla przypadku wymuszeń kinematycznych oraz dla plastyczności przemiennej (S. Pycko, Z. Mróz, 1992. Rozwinął

nografia A. Borkowskiego (1985). Wprowadzeniem do implementacji metod numerycznych przy obliczaniu konstrukcji niesprężystych była rygorystycznie sformułowana analiza zagadnień nieliniowej mechaniki, której poświęcona jest monografia Cz. Woźniaka i M. Kleibera „Nieliniowa mechanika konstrukcji” (PWN, 1982) oraz późniejsza, bardziej zorientowana ku MES monografia (1991).

Wraz z rozwojem MES analiza konstrukcji staje się niemal wyłączną domeną mechaniki komputerowej, której poświęcony jest odpowiedni rozdział artykułu „Informatyka stosowana”. W przypadku konstrukcji niesprężystych pozostają jednak specyficzne problemy, w których MES wymaga zwiększonego wsparcia wiedzą wynikającą z tradycyjnie pojmowanej teorii konstrukcji. Zagadnienia takie występują szczególnie przy konstrukcjach niesprężystych, a należy do nich np metoda makroelementów (W. Abramowicz, T. Wierzbicki), stanowiąca implementację omawianego tu podejścia poza-granicznego do programów MES. Znalazła ona zastosowanie w przemyśle samochodowym do analizy zgniatania konstrukcji cienkościennych (elementy Superfolding) oraz do analizy kolizji okrętowych (elementy Supertearing).

Podobny charakter ma zastosowanie „elementów strukturalnych” w przypadku wielkich konstrukcji, w których np. lokalna utrata stateczności nie musi wywoływać utraty trwałości konstrukcji. Tego typu podejście zastosowano z powodzeniem do analizy poszycia kadłubów okrętowych (W. Sosnowski, M. Kleiber, 1980-1986).

Zagadnienia kontaktowe z tarciami stanowią istotny problem przy symulacji procesów głębokiego tłoczenia blach. Zagadnieniem tym zajmuje się od lat zespół Zakładu Mechaniki Komputerowej (W. Sosnowski, H. Antúnez i inni), w którym powstały wykorzystywane na skalę przemysłową programy MFP2/3D i STAMPACK do analizy i optymalizacji tych procesów.

Do omawianej tu klasy specyficznych zagadnień należy też symulacja procesów trudno poddających się analizie przyrostowej, jak np. przystosowanie. Wzmiankowany powyżej, powstały w roku 1996 i wciąż rozwijany, program CYCLONE (przystosowanie i nośność) opiera się na procedurach optymalizacyjnych, wykorzystujących podejście min-max.

Nową, lecz już bogatą dziedziną, jest analiza wrażliwości konstrukcji, niezbędna przy zaawansowanych technikach optymalizacyjnych i przy podejściu niezawodnościowym. Wymienić tu trzeba powstałą w IPPT fundamentalną monografię (M. Kleiber, H. Antúnez, T.D. Hien, P. Kowalczyk: *Parameter Sensitivity in Nonlinear Mechanics*, Wiley, 1997) oraz opracowanie modułów niezawodnościowych do programów komercyjnych (E. Postek, 1996, P. Kowalczyk, 1998) i do omawianych powyżej programów tłoczenia blach (M. Kleiber, W. Sosnowski, 1995). Powstał także dostępny na stronie internetowej IPPT, aktualizowany na bieżąco skrypt dla doktorantów (W. Sosnowski, 2001).

Nowe wyzwania

Do rozwijających się dziedzin teorii konstrukcji należy niezawodnościowe projektowanie i optymalizacja ze względu na nośność i przystosowanie. Podejście takie uwzględniające efekty geometryczne 2-go rzędu przedstawili A. Siemaszko i K. Doliński (1966), a interaktywne procedury podali M. Kleiber, A. Siemaszko i R. Stocki (1999). Podsumowanie wyników w tej dziedzinie stanowi odpowiedni rozdział A. Siemaszki w *Inelastic behaviour of structures*, (Eds. G. Maier, D. Weichert, CISM, Springer, 2002).

Ważnym technologicznie problemem, wymagającym technik zbliżonych do rozwijanych przy problemach odwrrotnych mechaniki, jest optymalne projektowanie kształtu matryc do głębokiego tłoczenia blach, przy występowaniu dużego powrotu sprężystego (J. Rojek, 1998). Zbliżonym zagadnieniem jest także optymalizacja kształtu narzędzi ze względu na zużycie (tarcie, miejscowe kruszenie), pozwalająca na wielokrotne przedłużenie ich trwałości. Opracowano służące do tego celu modele i programy dla ich implementacji przy symulacji procesów przeróbki plastycznej i kontaktu ciał kruchych (Z. Mróz, S. Stupkiewicz).

W wyniku zmian w technologii i w priorytetach badawczych ważnymi dziedzinami teorii konstrukcji staje się analiza elementów, których nie zwykliśmy uważać za konstrukcje. Obok mikromechanizmów (MEMS) należą tu implanty i endoprotezy medyczne. Analiza i optymalizacja tych elementów stawia wiele trudnych, dotąd nie rozwiązanych problemów, jak rozkład naprężeń kontaktowych i przebudowa tkanki kostnej wokół implantu, czy wpływ produktów zużycia na interfazę kość-implant. Pionierskie prace w tej dziedzinie prowadzi zespół J.J. Telegi. Wymienić tu trzeba np. implementacje do zagadnień kontaktu kość-implant omawianego powyżej programu STAMPACK (J. Rojek, J.J. Telega, 1999).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Olszak W., Kaufman S., Eimer Cz., Bychawski Z., *Teoria konstrukcji sprężonych*, T.1 i 2, PWN, Warszawa 1961.

Sawczuk A., Jaeger Th., *Grenztragfähigkeits-Theorie der Platten*, Springer-Verlag, Berlin 1963.

Olszak W., Sawczuk A., *Inelastic behaviour in shells*, Noordhoff, Groningen, 1967, wyd. rosyjskie: Mir, Moskwa 1969.

Janas M., König J.A., *Nośność graniczna powłok: przekrycia i zbiorniki*, Arkady, Warszawa 1968.

Sawczuk A., Janas M., J.A.König, *Analiza plastyczna konstrukcji*, Ossolineum, Warszawa 1972.

Sawczuk A., *Wprowadzenie do mechaniki konstrukcji plastycznych*, IPPT – PWN, Warszawa 1982, wyd. angielskie: *Mechanics and plasticity of structures*, PWN - E.Horwood, Warszawa – Chichester 1989.

Szczepiński W., Szlagowski J., *Projektowanie konstrukcji metoda granicznych pól naprężeń*, IPPT-PWN, Warszawa 1985, wyd. angielskie: E. Horwood – Chichester – Warszawa 1990.

Borkowski A., *Statyczna analiza układów prętowych w zakresach sprężystym i plastycznym*, PWN, Warszawa – Poznań, 1985, wyd. angielskie: PWN – Elsevier 1988.

König J.A., *Shakedown of elastic-plastic structures*, PWN – Elsevier, Warszawa – Amsterdam 1987.

Kleiber M., Woźniak Cz., *Nonlinear mechanics of structures*, PWN - Kluwer, Warszawa – Dordrecht 1991.

Sawczuk A., Sokół-Supel J., *Limit analysis of plates*, PWN, Warszawa 1993.

Mróz Z., Weichert D., Dorosz S. [eds.], *Inelastic behaviour of structures under variable loads*, (Euro-mech 1992), Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1995.

KONSTRUKCJE INTELIGENTNE

Jan Holnicki-Szulc, Roman Bogacz

Teoria pól sprzężonych rozwijana w latach 60. przez prof. Witolda Nowackiego (termosprężystość, magnetosprężystość, por. odpowiedni artykuł w tym rozdziale) stanowiła inspirację do podjęcia zadań związanych z projektowaniem konstrukcji wyposażonych w urządzenia pozwalające na czynne oddziaływanie na nią w czasie jej eksploatacji. Daje to możliwość adaptacji ustroju mechanicznego do zmiennych w czasie obciążeń. Koncepcja ta wymaga zastosowania systemu sensorów, pozwalających na identyfikację aktualnego stanu obciążenia, aktywatorów, pozwalających na wprowadzenie do ustroju kontrolowanych oddziaływań w czasie rzeczywistym oraz sterownika realizującego strategię modyfikacji odpowiedzi tego ustroju. „Inteligencja” konstrukcji tkwi właśnie w sterowniku i w jego zaprogramowanej wiedzy o całej konstrukcji, możliwych obciążeniach i najkorzystniejszych reakcjach (strategiach sterowania). Kompleksowość podejścia do projektowania ustroju wyposażonego w sensory (analogia do zmysłów ludzkich), aktywatory (analogia do układu mięśniowego człowieka) oraz sterownik (analogia do mózgu człowieka podejmującego decyzje) uzasadnia przyjętą terminologię.

Grupy badawcze IPPT czynnie włączyły się w nurt tej nowej, dynamicznie rozwijającej się od początku lat osiemdziesiątych dziedziny badań. Referaty (J. Holnicki-Szulc / Z. Mróz oraz R. Bogacz), prezentowane na Polskiej Konferencji MCS, Kozubnik 1979 oraz na międzynarodowych sympozjach poświęconych tym problemom (np. Structural Control, Second International Symposium, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1985) formułowały nowe zadania aktywnego sterowania konstrukcji.

Modelowanie zagadnienia sterowania raketami czy pojazdami kosmicznymi, zależnego od przemieszczenia lub jego prędkości, sprowadzane było przez wielu badaczy (H. Leipholz, R. Bogacz / O. Mahrenholtz) do optymalizacji sprężystego lub lepkosprężystego podparcia kolumn obciążonych siłami cyrkulacyjnymi (optymalizowano zarówno parametry podpór jak i ich lokalizacje).

Zagadnienie sterowania dokładnego sprężystymi układami o parametrach rozłożonych stanowiło temat badań J.J. Telegi i W. Bielskiego. Dokonano obszernej syntezy wyników dotyczących sterowania dokładnego i przybliżonego liniowymi i nieliniowymi układami tego typu oraz analogicznych problemów w termosprężystości (J.J. Telega).

Projektowanie konstrukcji aktywnie sterowalnych wymaga zastosowania nowego, kompleksowego podejścia, wykorzystującego model matematyczny pozwalający na formułowanie następujących problemów:

- optymalne rozmieszczenie materiału konstrukcyjnego;
- optymalne rozmieszczenie sensorów i aktywatorów;
- dobranie skutecznej strategii sterowania.

Metoda dystorsji wirtualnych

Oryginalna, tak zwana Metoda Dystorsji Wirtualnych (Virtual Distortion Method, VDM) jest odpowiedzią na to zapotrzebowanie. Dystorsje, czyli deformacje wstępne wymuszone w ustroju sprężystym (np. przez system aktywatorów piezoelektrycznych, hydraulicznych lub przez pole sterowanych źródeł ciepła) mogą być geometrycznie niezgodne i wywoływać w odpowiedzi samorzównoważone stany naprężeń własnych oraz geometrycznie zgodne deformacje. Opisują one w tym przypadku rzeczywiste oddziaływanie aktywatora na konstrukcję. Okazuje się, że tak samo traktowane od strony formalnej dystorsje mogą symulować wszelkie modyfikacje projektowe (np. zmiany pola przekroju elementu lub jego sztywności) wprowadzane do ustroju. W tym przypadku, wprowadzane dystorsje są faktycznie „wirtualne”. Zaletą stosowania metody VDM do projektowania konstrukcji inteligentnych jest możliwość sformułowania zadania, w którym jedna składowa poszukiwanego pola dystorsji opisuje pożądany rozkład materiału konstrukcyjnego, zaś druga – wymuszane przez aktywatory oddziaływania sterujące odpowiedzią ustroju. Metoda VDM wykorzystuje ponadto tzw. macierz wpływu, opisującą odpowiedź konstrukcji na lokalne wymuszenie dystorsji wirtualnej jednostkowej. Daje to możliwość opisanie dowolnej nieliniowości fizycznej ustroju jako odpowiedniej kombinacji liniowej pól wywołanych przez jednostkowe dystorsje wirtualne. W konsekwencji, daje to możliwość opracowania bardzo wydajnych numerycznie algorytmów analizy wrażliwości opartych na formułach analitycznych. To zaś, z kolei, jest kluczowym problemem w procedurach optymalnego projektowania dużych systemów konstrukcyjnych. Podstawy metody VDM opublikowane zostały w trzech monografiach (patrz spis monografii), zaś jej dalsze uogólnienia w kierunku analizy wrażliwości i zastosowań w dynamice, w późniejszych publikacjach.

Konstrukcje adaptacyjne

Po pierwszym okresie fascynacji (lata osiemdziesiąte) światowego środowiska badawczego konstrukcjami aktywnie sterowanymi, zasilanym w dużej mierze pracami nad aplikacjami kosmicznymi, prowadzonymi w USA (okres tzw. „Gwiezdných Wojen” Reagana) przyszedł okres pewnej wstrzemięźliwości, spowodowanej faktem, że istotnymi progami w stosowności tych koncepcji w naziemnych konstrukcjach budowlanych lub mechanicznych są: niedostateczna szybkość odpowiedzi aktywatorów i ich pobór energii (np. w przypadku aktywatorów hydraulicznych) z jednej strony, zaś niedostatecznie silne oddziaływanie mechaniczne (np. w przypadku piezo-aktywatorów) z drugiej strony. Obiecującą propozycją okazała się tutaj koncepcja „konstrukcji adaptacyjnych”, w których aktywatory spełniają rolę dyssypatorów energii. Ich zasilanie musi spełnić jedynie funkcję zmiany charakterystyki przyrządu, nie stawiając wymogu wykonania pracy mechanicznej (np. ruch tłoka siłownika). W tej sytuacji, elementami sprawczymi mogą być aktywatory wykorzystujące cechy materiałów „inteligentnych” takich jak piezoelektryki, materiały z pamięcią kształtu lub ciecz magneto-reologiczne (zmieniające swą lepkość pod wpływem zmian napięcia prądu elektrycznego). Odpowiedź tych materiałów na sterowanie jest bardzo szybka i liczona jest w milisekundach. Koncepcja ustrojów adaptacyjnych rozwijana jest w IPPT intensywnie od połowy lat dziewięćdziesiątych w nowosformułowanej dziedzinie „adaptive-crashworthiness” (J. Holnicki-Szulc, L. Knap). Wykazano poprzez symulacje komputerowe, że np. adaptujące się w sposób sterowalny podwozie wagonu kolejowego (wyposażonego w sterowane

tw. bezpieczniki konstrukcyjne, „structural fuses”), uderzającego czołowo w sztywną ścianę z prędkością 32m/sek, może dostosować się bez uszkodzeń do uderzenia.

Detekcja i identyfikacja uszkodzeń

Drugim nurtem badań dotyczącym konstrukcji inteligentnych aktywnie rozwijającym w IPPT są techniki detekcji i identyfikacji uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych („structural health monitoring”). Metodologia identyfikacji uszkodzeń oparta na nieliniowej, odwrotnej analizie dynamicznej (wykorzystującej VDM) zaproponowana została jako część „softwerowa” tzw. „Piezodiagnostyki”. Europejski projekt badawczy o tej nazwie uruchomiony został właśnie (2002) w celu opracowania metody diagnostyki rurociągów. Aktywatory piezoelektryczne wzbudzające falę sprężystą przekazywaną na dużą odległość oraz sensory piezoelektryczne ją odbierające stanowią „hardware” systemu, natomiast „software” oparty na wspomnianej metodzie dokonuje analizy sygnału. Analiza ta bazuje na porównaniu kształtu fali sprężystej propagującej się w zdrowej i w uszkodzonej konstrukcji.

Działalność grupy badawczej konstrukcji inteligentnych zaowocowała w drugiej połowie lat dziewięćdziesiątych, gdy Polska dopuszczona została do pierwszych europejskich projektów badawczych oraz do organizowania tzw. Advanced Research Workshop finansowanych przez NATO następującymi, zakończonymi sukcesem, inicjatywami: i) kierownictwem technicznym projektu Copernicus: „Feasibility Study on Active Railway Track Support”, uczestnictwem w projekcie Copernicus: „Optimal design of Adaptive Offshore Structures for Extreme Loading” oraz zorganizowaniem pierwszego w Polsce finansowanego przez NATO ARW Workshop: SMART’98, i współorganizowaniem następnego Workshopu.

W ramach bilateralnego programu badawczego PAN z Deutsche Forschungsgemeinschaft realizowane były trzy teoretycznodoswiadczone projekty IPPT i Uniwersytetu Hanowerskiego dotyczące aktywnego i semiaktywnego sterowania przęsłem mostu lub stołem lasera, koordynowane przez R. Bogacza i K. Popp’a. W programie badań brali udział: Cz. Bajer, T. Krzyżyński, Sz. Imieliński, B. Ryczek i T. Szolc. Analizowano sterowanie za pomocą optymalnego naprężania wstępnego, sterowanie w pętli otwartej oraz w pętli zamkniętej. Sterowanie umożliwiło około dziesięciokrotne zmniejszenie przemieszczeń belki od ruchomego obciążenia inercyjnego, co pozwala mieć nadzieję na realizację zastosowania proponowanego systemu aktywnego sterowania do technologii laserowych oraz zastosowanie podobnego układu do sterowania uszkodzonym przęsłem estakady drogowej, toru kolei konwencjonalnej lub na poduszce magnetycznej.

Interesującą perspektywnie dziedziną są zastosowania „inteligentnych” materiałów, szczególnie materiałów z pamięcią kształtu. Już w roku 1989 zespół H. Frąckiewicza zaproponował i zrealizował, w skali laboratoryjnej, chwytak robota, z wykorzystaniem takiego materiału. Teoretyczne i doświadczalne badania zespołu B. Ranieckiego nad podstawami termomechaniki materiałów z pamięcią kształtu (pseudosprężystość) omawiane są w artykule „Teoria sprężystości”.

Monografie i wydawnictwa książkowe

Holnicki-Szulc J., *Dystorsje w układach konstrukcyjnych; Analiza, sterowanie, modelowanie*, PWN, Warszawa 1990.

Holnicki-Szulc J., *Virtual distortion method, lecture notes in engineering*, No. 65, Springer Verlag, Wien-N.York 1991.

Holnicki-Szulc J., Gierliński J., *Structural analysis. Design and control by the virtual distortion method*, J.Wiley & Sons, Chichester 1995.

Holnicki-Szulc J., Rodellar J. [eds.] *Smart structures*, Kluwer - NATO Science Series, Dordrecht 1999.

Holnicki-Szulc J., Knap L., *Advances in structural control*, Eds. Rodellar, Barbat A., Casciati F., [w:] CIMNE, Barcelona 1999.

Holnicki-Szulc J. [ed.] *Structural control and health monitoring*, AMAS, Warszawa 2001.

Bogacz R., Mahrenholtz O. [eds.], *Dynamic stability of inelastic structures*, TUHH, Hamburg 1984.

Bogacz R., Popp K. [eds.], *Dynamical problems in mechanical systems*, IPPT, Warszawa 1989.

Raniecki B. [w:] *Podstawy termomechaniki materiałów z pamięcią kształtu*, [red.] Nowacki W.K., IPPT, Warszawa 1996.

MECHANIKA STOCHASTYCZNA MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI

Kazimierz Sobczyk

W ostatnich trzydziestu / czterdziestu latach teoretyczne metody mechaniki i innych nauk stosowanych zostały istotnie wzbogacone przez podejście oparte na opisywaniu i analizowaniu zjawisk przy pomocy języka teorii prawdopodobieństwa, w szczególności – teorii procesów stochastycznych i pól losowych. Podejście to – pozwalające ujmować i ilościowo charakteryzować nieregularność i przypadkowość zjawisk realnych – to modele i metody stochastyczne. Jak wiadomo, metodologia ta okazała się wcześniej bardzo użyteczna w wyjaśnianiu szeregu zjawisk fizyki (fizyka statystyczna zjawisk molekularnych i cieplnych). Teoria turbulentnych przepływów płynów była pierwszą gałęzią mechaniki zjawisk makroskopowych, w której podejście stochastyczne nie tylko odniosło sukcesy, ale także w sposób istotny wpłynęło na jej rozwój. W mechanice materiałów i konstrukcji metody stochastyczne są niezbędne w takich dziedzinach jak inżynieria lotnicza i morska, ale zyskały też szerokie zainteresowanie badaczy w niemal wszystkich tradycyjnych jej działach, takich jak mechanika maszyn, geotechnika czy mechanika budowli. Wynika to z faktu, iż wymuszenia zewnętrzne działające na rzeczywiste konstrukcje, a także skomplikowana struktura materiałów mają często na tyle nieregularny i przypadkowy charakter, że modele i teorie deterministyczne stają się nieadekwatne. Ocena niezawodności konstrukcji w takich skomplikowanych sytuacjach oraz analiza takich procesów jak propagacja fal, transport masy i ciepła w ośrodkach o skomplikowanej strukturze wymagają metod stochastycznych. W chwili obecnej podejście stochastyczne – ujmujące nieregularność i przypadkowość zjawisk w terminach zdarzeń, prawdopodobieństw i wartości średnich – stanowi bardzo istotny nurt badań współczesnej mechaniki, zarówno w zakresie jej metodologicznych podstaw jak i zastosowań inżynierskich.

Fale stochastyczne

W IPPT PAN systematyczne badania dotyczące modeli i metod stochastycznych zostały zainicjowane stosunkowo wcześniej – w początkach lat 60. ubiegłego wieku pracą doktorską K. Sobczyka (1966 r.) dotyczącą rozpraszania fal sprężystych na powierzchniach z losową chropowatością. Prace dotyczące stochastycznych zjawisk falowych były kontynuowane w latach 60., 70. i 80., i dotyczyły propagacji fal w ośrodkach stochastycznych.

Zjawiska związane z rozprzestrzenianiem się fal w ośrodkach stochastycznych i metody ich badania są bardzo różnorodne. Zależą one od charakteru i sposobu opisu losowych niejednorodności ośrodka, od informacji jaką posiadamy o strukturze ośrodka przenoszącego ruch falowy itp. Niezależnie jednak od różnic powodowanych specyfiką problemu, propagacja fal w ośrodkach stochastycznych związana jest zawsze ze zjawiskiem rozpraszania. Rozpraszanie fal staje się z kolei przyczyną szeregu zjawisk i efektów ważnych z praktycznego punktu widzenia (np. tłumienie fali, jej opóźnienie, depolaryzacja etc.). Badania w tym zakresie zaowocowały rozprawą habilitacyjną K. Sobczyka (1974) oraz jego monografią „Fale stochastyczne”, PWN, 1982 i jej rozszerzoną

wersją anglojęzyczną „Stochastic wave propagation”, Elsevier, 1985. Propagacja i odbicie fal stochastycznych były następnie przedmiotem pracy doktorskiej B. Gambin dotyczącej odbicia fali od brzegu ośrodka stochastycznego (1978) oraz badań Z. Kotulskiego, które zaowocowały jego pracą doktorską (1984) – wykorzystującą stochastyczne równania różniczkowe w przestrzeni Hilberta (publikacja w SIAM J. of Appl. Mathematics), a także jego rozprawą habilitacyjną (1995) poświęconą propagacji fal w stochastycznych ośrodkach warstwowych (prace opublikowane w Acta Mechanica i w Journal of Sound and Vibration). Tego nurtu badań dotyczą również prace Orłowskiego i Sobczyka (Reports on Math/Physics, 1987) dotyczące działania zewnętrznego szumu losowego na falę solitonową oraz Sobczyka (Intern. J. Nonlin. Mech., 1990) o propagacji solitonu Kortewega de Vriesa w ośrodku z losowymi fluktuacjami jego własności.

Dynamika stochastyczna układów mechanicznych

Drugą dziedziną badań w zakresie szeroko rozumianej mechaniki stochastycznej, w której zespół (obecnie: Pracownia Dynamiki Stochastycznej IPPT) uzyskał ważne rezultaty i pozycję w skali międzynarodowej to stochastyczna mechanika konstrukcji przy dynamicznych obciążeniach losowych. Problematyka ta – wymagająca zaawansowanych metod stochastycznych równań różniczkowych jest jednocześnie bardzo ważna dla zastosowań w technice. Wymuszenia zewnętrzne działające na realne maszyny, budowle czy statki (powietrzne, morskie) mają bowiem najczęściej na tyle nieregularny i przypadkowy przebieg w czasie, że modele i teorie deterministyczne są bezradne. Przykładem takich wymuszeń (obciążeń) są: działanie porywistego wiatru i silnego promieniowania akustycznego na budowle, obciążenie statków morskich i platform wiertniczych przez fale morskie, działanie nieregularnych nierówności nawierzchni drogowych na konstrukcje pojazdów samochodowych itp. Problemy drgań stochastycznych układów mechanicznych i związana z nimi ocena niezawodności takich układów były i są intensywnie badane w świecie. Prace wymienionej wyżej pracowni IPPT – w ogromnej większości publikowane w najlepszych czasopiśmie międzynarodowych – są znane i często wykorzystywane przez międzynarodowe środowisko mechaniki stochastycznej. Prace te to, na przykład: praca Sobczyka (J. of Sound and Vibr., 1972) o problemie na wartości własne dla płyty z losowymi własnościami materiałowymi, prace Sobczyka, Robsona i Macveana (1976, 1977) o dynamice pojazdów poruszających się po stochastycznych nierównościach realnych dróg, publikacje Kotulskiego i Sobczyka (J. Statist. Physics, 1981), Physica A, 1984; J. Sound and Vibr., (1987) jedne z pierwszych dotyczących nie-gaussowskich drgań stochastycznych, praca Witta i Sobczyka (Intern. J. Solids and Struct., 1980) – zapoczątkowująca serię prac innych autorów – dotycząca drgań stochastycznych elementów kompozytowych, czy praca Iwankiewicza i Sobczyka (J. Sound and Vibr., 1983) o drganiach układów poddanych wymuszeniu w postaci losowych, skorelowanych impulsów losowych. Wreszcie praca doktorska P. Kazimierczyka (1989) dotycząca identyfikacji parametrycznej w dynamicznych układach stochastycznych oraz praca doktorska J. Trębickiego o dynamice stochastycznej układów o zmiennej strukturze (1997). Ważnym wkładem do omawianej tu problematyki są opublikowane w ostatnich latach prace Sobczyka i Trębickiego dotyczące metody maksymalnej entropii informacyjnej dla układów stochastycznych (np. Sobczyk, Trębicki, Probabilistic Eng. Mech., 1990; Physica A, 1993 oraz Trębicki, Sobczyk, Prob. Eng. Mech., 1997). Wymienione prace są szeroko cytowane przez innych badaczy. Innym istotnym osiągnięciem jest też podane przez Sobczyka i Trębickiego (np. Probabilistic Eng. Mech., 2000) sprzężone sformułowanie i analiza problemów dynamiki stochastycznej układów z zachodzącą w nich degradacją własności materiałowych.

Scharakteryzowany wyżej nurt badań – dotyczący dynamiki stochastycznej znalazł swoje odbicie w monografii K. Sobczyk „Stochastic differential equations with applications to physics and engineering”, Kluwer, 1991; monografia ta została też wydana w języku polskim, WNT, 1996 r.

Stochastyczne modele zniszczenia zmęczeniowego; niezawodność zmęczeniowa

Problemy niezawodności (lub trwałości) technicznych układów stochastycznych, takich jak wymienione w p. 2 wymagają modelowania i analizy zjawisk degradacji zachodzących w elementach konstrukcji na skutek generowanych w nich zmiennych w czasie i losowych naprężeń. Podstawowym zjawiskiem tego rodzaju jest akumulacja zniszczenia zmęczeniowego, które również należy traktować jako proces losowy. Proces ten manifestuje się w postaci nukleacji i wzrostu pęknięć w materiale.

Problemy stochastycznego modelowania i analizy wzrostu pęknięć zmęczeniowych były i są przedmiotem systematycznych zainteresowań wielu zespołów badawczych. Publikowane z tej dziedziny prace przez członków zespołu były jednymi z pierwszych w literaturze. Prace te to, na przykład: K. Sobczyk, *J. Mech. Theor. at Appl.* (1982), *Eng. Fracture Mech.* (1986), *Advances in Appl. Probability* (1987); Ditlevsen, Sobczyk – *Eng. Fract. Mech.*, 1986; Trębicki, Sobczyk – *Eng. Fract. Mech.* (1995), *Fatigue and Fracture of Eng. Materials and Structures* (1996). Jednym z zaproponowanych modeli jest kumulacyjny model skokowy wyrażający proces wzrostu pęknięcia zmęczeniowego w postaci losowej sumy losowych przyrostów elementarnych. Model ten reprezentuje w istocie szeroką klasę modeli kumulacyjnych. Różne modele szczegółowe otrzymuje się przyjmując konkretne hipotezy dotyczące procesu zliczającego elementarne przyrosty oraz odnoszące się do samych przyrostów. Hipotezy te wprowadzamy na podstawie informacji empirycznych dotyczących wzrostu pęknięć w warunkach rzeczywistych.

Ocena trwałości konstrukcji plastycznych w obecności czynników losowych była przedmiotem publikacji i pracy doktorskiej K. Dolińskiego (1978). Ważnym rezultatem jego dalszej pracy w zakresie oceny niezawodności konstrukcji jest np. praca opublikowana w *Structural Safety* (1983) poświęcona krytycznej analizie i porównaniu istniejących metod w zakresie ich poprawności i efektywności. Dalsze ważne rezultaty Dolińskiego dotyczą modelowania i analizy trwałości (niezawodności), przy obciążeniach zmiennych w czasie, przy uwzględnieniu stochastycznej natury zniszczenia zmęczeniowego (rozprawa habilitacyjna Dolińskiego, 1995 r. i szereg publikacji, np. *Eng. Fract. Mech.*, 1992, *Fatigue and Fracture of Eng. Mat. Struct.*, 1993, Nr 9 i Nr 10). Ten nurt badań ma ważne znaczenie dla aplikacji inżynierskich.

Systematyczne i ujednoczone przedstawienie możliwych modeli stochastycznych wzrostu pęknięć zmęczeniowych zawiera monografia K. Sobczyk, B.F. Spencer „Random fatigue: From Data to Theory”, Academic Press, Boston 1992; monografia ta została wydana również w języku polskim (WNT, 1996).

Stochastyczne modelowanie mikrostruktur materiałowych

W ostatnich latach zainteresowania badawcze Pracowni zostały rozszerzone na problemy stochastycznego modelowania mikrostruktur materiałowych. W istocie, wiążą się one w sposób naturalny z jednej strony – z naszymi wcześniejszymi doświadczeniami badawczymi dotyczącymi fal w ośrodkach stochastycznych i badaniem zniszczenia zmęczeniowego, zaś z drugiej – z koniecz-

nością adekwatnego opisu niejednorodności materiałowych w skali mikro dla budowania stochastycznej mikromechaniki materiałów. Budowanie takiej mikromechaniki odgrywa dziś dla nauki o materiałach podobną rolę jaką odegrała wcześniej fizyka statystyczna dla nauki o zjawiskach molekularnych i cieplnych. Mimo, iż pierwsze kroki na tej drodze zostały już uczynione to jednak istniejące rezultaty dotyczą modeli i rozwiązań specjalnych, a przy tym nie uwzględniają one we właściwy sposób złożonej i stochastycznej mikromorfologii wielu rzeczywistych ciał stałych. W chwili obecnej problem właściwego opisu matematycznego różnych typów skomplikowanych mikrostruktur materiałowych (przestrzennej zmienności ich własności mechanicznych oraz skomplikowanej niejednorodności geometrycznej struktury, np. rozkład przestrzenny faz, kształtów i orientacji) stanowi jedno z ważnych wyzwań dla matematyki stosowanej i mechaniki materiałów.

Prace zespołu dotyczące zarysowanej wyżej tematyki związane są z modelowaniem i analizą nukleacji i wzrostu pęknięć zmęczeniowych z uwzględnieniem losowości mikrostruktury materiału (np. prace: Sobczyk, Spencer, Intern. J. Fatigue, 1995; Sobczyk, Spencer, Trębicki, Arch. of Mech., 2000). Wynikiem wiedzy i doświadczeń badawczych z wcześniejszego okresu badań nad ośrodkami stochastycznymi w kontekście analizy fal stochastycznych jest monografia: K. Sobczyk, D.J. Kirkner „Stochastic modeling of microstructures”, Birkhauser, Boston 2001. Książka ta zawiera zwięzłe i ujednoczone przedstawienie podstawowych zasad i narzędzi dla matematycznego modelowania rzeczywistych mikrostruktur materiałowych o skomplikowanej i losowej niejednorodności. Pokazuje ona też w jaki sposób zaawansowany język teorii pól losowych i geometrii stochastycznej może być zastosowany do opisu mikrostruktur rzeczywistych materiałów poprzez metody wnioskowania statystycznego z danych empirycznych otrzymanych z pomiarów.

Przedstawione wyżej badania należące do szeroko rozumianej mechaniki stochastycznej dotyczyły prac zespołu specjalizującego się w metodach stochastycznych i – jak staraliśmy się pokazać – rozwijającego mechanikę stochastyczną systematycznie, tworząc w ten sposób jeden z ważniejszych nurtów działalności badawczej IPPT PAN. Trzeba jednak podkreślić, iż prace dotyczące zastosowań metod probabilistycznych / stochastycznych były w różnych kontekstach podejmowane również przez innych pracowników Instytutu. Wymienimy tutaj prace H. Zorskiego „Statistical theory of dislocation” (Intern. J. of Solids and Structures, 1968), badania Cz. Eimera w zakresie materiałów multifazowych (por. np. C. Eimer „Stresses in multiphase media” – Arch. Mech. Stos., Vol. 19, 1967), czy wreszcie monografię M. Kleibera i T. D. Hiena: „The stochastic finite element method”, Wiley, Chichester, New York 1992.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Sobczyk K., *Metody dynamiki stochastycznej*, PWN, Warszawa 1973.

Sobczyk K., *Stochastic wave propagation*, Elsevier, Dordrecht 1985.

Sobczyk K., *Stochastic differential equations with applications to physics and engineering*, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht 1991.

Sobczyk K., Spencer B.F., *Random fatigue: From data to theory*, Academic Press, Boston 1992.

Sobczyk K. [ed.], *Stochastic approach to fatigue: Experiments, modeling and reliability estimation*, Springer, New York-Wien 1993.

Sobczyk K., Kirkner D.J., *Stochastic modeling of microstructures*, Birkhauser, Boston 2001.

INFORMATYKA STOSOWANA

Adam Borkowski

Zarys informatyzacji Instytutu

Zanim przystąpimy do omawiania wkładu IPPT PAN do informatyki stosowanej warto kilka słów poświęcić na przypomnienie historii informatyzacji samego Instytutu. Początki informatyki w Instytucie wiążą się z imieniem Jacka Mączyńskiego, kierownika Pracowni Numerycznej w latach 1973-1981. W pracowni tej stała maszyna cyfrowa Odra 1204, która przetwarzała dane zakodowane na taśmie papierowej. Poprawianie błędów za pomocą nożyczek, kleju i „chińczyka” (ręcznej dziurkarki) należało do obowiązkowego zestawu umiejętności ówczesnych entuzjastów informatyki.

Następczynią Odry 1204 w Instytucie była nowoczesna na owe czasy maszyna Odra 1305, produkowana we Wrocławiu na licencji angielskiej firmy ICL. Niestety wkrótce rodzima produkcja komputerów uległa wstrzymaniu na skutek decyzji politycznych: w ramach RWPG Polska miała być dostawcą drukarek. Z konieczności kolejnymi komputerami kupionymi dla Instytutu były marnej jakości radzieckie kopie minikomputera PDP 16. Zachodnie embargo nie pozwalało na sprowadzanie komputerów większej mocy, lecz pracownicy Instytutu wracający ze stażów w USA i Europie Zachodniej zaczęli na własną rękę sprowadzać komputery osobiste. Zapewne pierwszym urządzeniem tego typu był „Commodore PET” przywieziony przez Andrzeja Ziabickiego w 1979 roku. W roku 1984 w Instytucie powstał Klub Użytkowników Mikrokomputerów, na którego cotygodniowe spotkania przychodziła „cała Warszawa”, aby zapoznać się z nowinkami sprzętowymi i programowymi. Powstawało też oprogramowanie, jak WarsawBASIC dla Commodore (B. Radziszewski).

Istotne przyspieszenie komputeryzacji Instytutu nastąpiło w okresie 1985-1988. W tym czasie przestawiono księgowość Instytutu na technikę cyfrową i zaczęto drogą służbową zaopatrywać jednostki Instytutu w komputery zgodne ze standardem IBM PC. W roku 1985 powstało Laboratorium Komputerowe IPPT PAN, kierowane przez J. Supła. W tym czasie należało podjąć trudną decyzję: czy dalsza komputeryzacja Instytutu ma być oparta na komputerze centralnym, czy też należy postawić na sieć i rozproszone przetwarzanie informacji. Po długich dyskusjach podjęto decyzję o zakupie komputera centralnego produkcji ZSRR. Na szczęście, nim doszło do sfinalizowania tej transakcji, zelżał klimat polityczny i pojawiła się możliwość zakupu stacji roboczych firmy Sun. Oparta na serwerach tej firmy i rozbudowana w latach 1991-1992 sieć komputerowa Instytutu łączy stacje robocze i komputery klasy PC. Istotnym elementem tej sieci jest łącze światłowodowe z akademicką siecią szkieletową WARMAN. Takie połączenie zapewniło pracownikom Instytutu wygodny dostęp do zasobów Internetu.

Wśród współczesnych elementów komputeryzacji Instytutu warto odnotować wykorzystanie poczty komputerowej do obiegu wewnętrznej informacji, stronę internetową <http://www.ippt.gov.pl>, udostępnienie przez sieć katalogu biblioteki oraz czasopism naukowych i zasobów bibliotecznych.

Mechanika komputerowa

Większość prac badawczych wykonanych w Instytucie w dziedzinie szeroko rozumianej mechaniki zawiera elementy wspomagania komputerowego. Jednakże prace te są omawiane w rozdziałach poświęconych osiągnięciom w poszczególnych dziedzinach mechaniki. Ograniczymy się zatem w niniejszym eseju do tych badań, które umownie zaliczane są do dziedziny rozwoju metod mechaniki komputerowej, a nie jej zastosowań w poszczególnych dziedzinach mechaniki.

Niewątpliwie największy wkład w rozwój tej dziedziny wiedzy wniósł zespół kierowany przez M. Kleibera. W zespole tym powstało 5 monografii wydanych przez renomowane wydawnictwa światowe. Dotyczyły one rozszerzenia metody elementów skończonych na zagadnienia fizycznie i geometrycznie nieliniowe oraz analizy wrażliwości układów nieliniowych. Dzięki tym modelom obliczeniowym i mocy współczesnych komputerów możliwe jest przewidywanie przebiegu tak złożonych procesów produkcyjnych, jak tłoczenie karoserii samochodowych, symulowanie deformacji płuc przy oddychaniu, czy optymalne kształtowanie implantów ortopedycznych. Rozprawy habilitacyjne H. Antúneza, T.D. Hiena i W. Sosnowskiego oraz prace doktorskie J. Rojka, E. Postka i P. Kowalczyka przyczyniły się do istotnego postępu w tych dziedzinach.

Pozostając w ścisłym kontakcie ze światowymi ośrodkami badań z zakresu komputerowej mechaniki, jak Instytut Statyki i Dynamiki Konstrukcji Lotniczych i Kosmicznych (ISD) w Stuttgarcie, Międzynarodowe Centrum Metod Numerycznych w Inżynierii (CIMNE) w Barcelonie, czy Uniwersytet Walijski w Cardiff, utrzymując związki z zagranicznym i krajowym przemysłem oraz współdziałając z producentami komercyjnego oprogramowania (np., Hibbitt, Karlsson & Sorensen w USA) zespół kierowany przez M. Kleibera wywalczył miejsce w ścisłej światowej czołówce. W zespole tym powstały między innymi programy do analizy konstrukcji metodą elementów skończonych LARSTRAN, MES2S i POLSAP/OKMES, programy do analizy sprężysto-plastycznych układów prętowych ASGRAM i ramowo- płytowych SPARP. Do pionierskich w skali światowej należały programy STAMPACK/SIMPACT, opracowywane we współpracy z CIMNE w Barcelonie. Pozwalają one w efektywny sposób rozwiązywać zagadnienia, w których istotne znaczenie mają więzy jednokierunkowe i tarcie. Należy do nich tłoczenie blach (M. Kleiber, W. Sosnowski, *J. Comp. Mech.*, 1995), obróbka plastyczna oraz współdziałanie protezy z kością (J. Rojek, J. J. Telega, *J. Theor. Appl. Mech.*, 37, 1999). Do mechaniki komputerowej należy też niewątpliwie rozwijanie numerycznych narzędzi analizy konstrukcji sprężysto-plastycznych na przystosowanie, analiza takich konstrukcji za pomocą metod programowania matematycznego (A. Borkowski, 1985) i ich optymalizacja (A. Borkowski, S. Jendo, 1990). Zbudowano program CYCLONE (G. Bielawski, A. Siemaszko, J. Zwoliński) przeznaczony do analizy nośności i przystosowania konstrukcji sprężysto-plastycznych poddanych, dowolnie zmiennym w zadanych granicach, obciążeniom termomechanicznym.

Ważny wkład pracownicy Instytutu wnieśli również w rozwój komputerowej mechaniki cieczy i gazów. W pierwszej połowie lat siedemdziesiątych, w Pracowni Aeroelastyczności Zakładu Mechaniki Cieczy i Gazów opracowano system programów IPPT-PAN FLUTTER umożliwiający obliczanie drgań własnych konstrukcji samolotów, wyznaczanie częstości i postaci flatteru wraz z animacją komputerową wyników obliczeń. Programy te były przez następne 20 lat systematycznie rozwijane i modyfikowane dla uwzględnienia i wypróbowania w warunkach przemysłowych nowych metod obliczeniowych (M. Nowak, *Bull. of the Polish Ac. of Sci.*, 1992). Kolejne ich wersje były kupowane i wykorzystywane w obliczeniach nowych konstrukcji przez wszystkie

ośrodki zajmujące się projektowaniem samolotów i szybowców w Polsce. W latach osiemdziesiątych opracowano nową metodę obliczania niestacjonarnych sił aerodynamicznych na powierzchniach nośnych w przepływie poddźwiękowym (J. Grzędziński, Arch. Mech., 1989). Prowadzi ona do algorytmu, podobnego jak w powszechnie używanej metodzie „double-lattice”, lecz umożliwia stosunkowo łatwe uwzględnienie nieciągłych warunków brzegowych i wyraźne skrócenie czasu obliczeń.

Prowadzone od szeregu lat w Zakładzie Mechaniki i Fizyki Płynów badania doświadczalne i numeryczne struktur przepływu konwekcyjnego w obecności przemiany fazowej (T. Kowalewski, Int. J. of Comp. Fluid Dyn., 1999) mają znaczenie dla szeregu ważnych procesów przemysłowych związanych z wymianą i kontrolą przepływu ciepła, takich jak urządzenia chłodnicze, wymienniki ciepła, odlewnictwo czy hodowla monokryształów. Silnie nieliniowe sprzężenie zjawisk przepływowych w złożonych geometriach, często w obecności swobodnej powierzchni, ze zjawiskami przemiany fazowej powoduje duże błędy symulacji numerycznych. Weryfikacja tych symulacji w warunkach przemysłowych jest bardzo trudna i często możliwa jedynie dla globalnych parametrów. W związku z tym znaczenia nabierają modelowe badania eksperymentalne o dobrze zdefiniowanych parametrach przepływowych. W szczególności pomiary pól temperatur, pól prędkości i lokalizacja frontu przemiany fazowej będą źródłem bogatego materiału empirycznego do porównań z danymi numerycznymi uzyskanymi dla analogicznych przypadków. Badania takie mają na celu stworzenie wiarygodnych wzorców eksperymentalnych do weryfikacji założeń fizycznych kodów numerycznych.

Systemy eksperckie, sieci neuronowe, algorytmy genetyczne

Pierwsza praca doktorska z dziedziny informatyki została obroniona w IPPT PAN w 1957 r. Autorem rozprawy był Zdzisław Pawlak – późniejszy twórca teorii zbiorów przybliżonych. W sumie do dnia dzisiejszego obroniono w Instytucie jedną rozprawę habilitacyjną i 19 rozpraw doktorskich z tej dziedziny.

W latach 80. duże nadzieje wiązano z tzw. systemami eksperckimi (*expert systems*). Były to programy komputerowe dysponujące wiedzą eksperta w określonej dziedzinie: np., program XCON pomagał konfigurować komputery, a program MYCIN diagnozował zakażenia bakteryjne. Prace nad systemami eksperckimi podjęto w Instytucie w zespole, kierowanym przez M. Kleibera. Rozprawy doktorskie P.R. Breitkopfa (1988) i J.R. Ambroziaka (1990) podejmowały nowatorską problematykę systemów eksperckich, jako inteligentnych nakładek na programy do wytrzymałościowej analizy konstrukcji. Zdobyte w ten sposób doświadczenie zostało wykorzystane, m. in., do opracowania systemu eksperckiego do nadzorowania zapór wodnych w Nidzicy i Włocławku. Inny ciekawy przykład zastosowania modelu eksperckiego stanowił projekt celowy KBN wykonany w latach 1997-2000 pod kierownictwem J. Holnickiego-Szulca. Chodziło w nim o opracowanie metodologii komputerowo wspomaganego monitorowania stanu technicznego budowli historycznych na przykładzie kościoła św. Jana w Gdańsku.

Pochodną systemów eksperckich są systemy komputerowego wspomaganie decyzji projektowych. Ważnym składnikiem takich programów są moduły automatycznego interpretowania rysunków technicznych. Praca doktorska D.J. Madeja (1992, promotor – M. Kleiber) wniosła istotny wkład do tej dziedziny. Zespół A. Borkowskiego od roku 1988 zajmuje się komputerowym wspomaganie decyzji projektowych. Ideą przewodnią tych badań jest wykorzystanie teorii grafów,

jako języka zapisu wiedzy inżynierskiej. W latach 1990-2001 badania te prowadzono we współpracy z Instytutem Budowy Maszyn Politechniki Warszawskiej (J. Wróbel i J. Pokojski) oraz Instytutem Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego (E. Grabska). Wyniki tych badań wzbudziły uznanie na forum międzynarodowym, co zaowocowało przyznaniem Instytutowi przywileju organizowania Warsztatów Europejskiej Grupy Zastosowań Sztucznej Inteligencji w Inżynierii (por. A. Borkowski, 1999).

Sieci neuronowe stanowią dynamicznie rozwijającą się gałąź metod obliczeniowych. Wzorowane do pewnego stopnia na układach biologicznych, znajdują wielorakie zastosowania jako uniwersalne aproksymatory, klasyfikatory bądź narzędzia do optymalizacji. W pracy doktorskiej M. Weigl (1995, promotor – W. Kosiński) zaproponowano oryginalny model neuronowego aproksymatora. Model ten był dalej rozwijany w zespole W. Kosińskiego z wykorzystaniem elementów logiki rozmytej (P. Gołąbek, W. Kosiński, M. Weigl, 1999). Zastosowaniami sieci neuronowych w optymalizacji zajmował się A. Borkowski, a w zespole A. Brandta wykorzystano takie sieci do predykcji własności mieszanek betonu (J. Kasperkiewicz, J. Materials Proc. Techn., 106, 2000).

Inspiracja biologiczna legła również u podstaw nowej klasy metod optymalizacji. Są to metody ewolucyjne, a w szczególności algorytmy genetyczne. Algorytmami genetycznymi zajmowano się w zespole W. Kosińskiego: np. rozprawa doktorska P. Kiesia (P. Kieś, 2002) dotyczyła adaptacyjnego doboru parametrów takiego algorytmu. Zespół W. Gutkowskiego z powodzeniem stosował algorytm genetyczny w optymalizacji konstrukcji (W. Gutkowski, Struct. and Multidisc. Optim., 2001).

W ostatnich latach podjęto w Instytucie badania w dziedzinie diagramatyki i rachunku przedziałowego (*interval calculus*). Diagramatyka to bardzo młoda dziedzina nauki, której przedmiotem są graficzne formy zapisu wiedzy. W IPPT PAN badania prowadzone są w zespole M. Kleibera i idą w dwóch kierunkach: a) poszukiwania zasad wnioskowania diagramowego; b) konstrukcji systemów notacji diagramowych na potrzeby zastosowań w nauce i technice, w szczególności w algebrze przedziałów i przedziałowych obliczeniach numerycznych (Z. Kulpa).

Robotyka i przetwarzanie obrazów

W roku 1985 z inicjatywy H. Frąckiewicza podjęto w Instytucie dwa nowe kierunki badań: robotykę i technologie laserowe. Objęły one między innymi kinematykę i dynamikę manipulatorów (B. Radziszewski, Z. Kowalska i J. Szadkowski), zastosowanie materiałów z pamięcią kształtu do budowy chwytaków (H. Frąckiewicz), autonomiczne roboty mobilne (A. Borkowski). W latach 1985-1990 powstały interesujące projekty inteligentnych maszyn roboczych, zbudowano nowoczesne laboratoria skrawania gruntu (W. Trąmpczyński) i obróbki laserowej (H. Frąckiewicz i Z. Mucha). Monografia W. Szczepińskiego i Z. Kotulskiego omawia, między innymi, probabilistyczne szacowanie błędu pozycjonowania manipulatora i jest jedną z nielicznych książek z dziedziny robotyki, wydanych w języku polskim.

Organizowane przez zespół A. Borkowskiego warsztaty i konferencje szkoleniowe rozpropagowały w Polsce badania w dziedzinie robotów mobilnych. Wyniki okazały się na tyle interesujące, że obecnie prace w tym kierunku są prowadzone w większości krajowych uczelni technicznych. Opracowano między innymi oryginalne metody pozycjonowania robota (A. Dubrawski) i tworzenia rastrowej mapy otoczenia (B. Siemiątkowska). We współpracy z Politechniką Wrocławską zbudowano pierwszego polskiego mobilnego robota „Ulisses” (A. Wolczowski, J. Racz, M. We-

igł). Ogółem z dziedziny „Automatyka i robotyka” obroniono w Instytucie 4 rozprawy habilitacyjne i 8 rozpraw doktorskich.

Prace nad komputerowym przetwarzaniem obrazów rozwinęły się w Instytucie na szerszą skalę po utworzeniu w roku 1985 Pracowni Modelowania Systemów Komputerowego Wspomagania. Zespół ten, kierowany do roku 2001 przez W. Kosińskiego, a następnie przez M. Nieniewskiego, uzyskał w krótkim czasie oryginalne wyniki w analizie obrazów oraz modelowaniu percepcji wizyjnej.

W latach 1987-1990 w zespole tym powstawał system typu ręka-oko, składający się z układu akwizycji obrazu, komputerowego systemu detekcji i klasyfikacji obiektów w obrazie oraz podajnika taśmowego sterowanego komputerem. Budowa tego systemu pozwoliła opanować podstawowe metody analizy obrazów i stała się podstawą dla zbudowania pierwszych oryginalnych, hierarchicznych metod klasyfikacji obiektów (L. Chmielewski, 1990).

Tematem badań w latach 1991-1995 była analiza obrazów powstających w metodach pomiarowych mechaniki wykorzystujących interferencję geometryczną. Rozwinięto algorytmy odczytywania stanu odkształceń w metodzie mory z odczytem punktowym. W tym samym okresie prowadzono też prace związane z analizą ruchu w sekwencjach obrazów przy użyciu pól losowych Markowa. Modele te zastosowano do analizy scen ruchu ulicznego oraz do wykrywania obrotu obiektów o bardzo równomiernej jasności, takich jak twarz (A. Kuriański, M. Nieniewski).

W okresie 1995-1998 tematem przewodnim było wykrywanie defektów na powierzchni obiektów z wykorzystaniem metod morfologii matematycznej oraz klasyfikacji wybranych typów defektów z zastosowaniem rozmytych klasyfikatorów typu k najbliższych sąsiadów. Przedmiotem badań były defekty na powierzchni rdzeni ferrytowych, których powierzchnia jest trudna do analizy ze względu na duże pochłanianie światła. We współpracy z lekarzami opracowano system detekcji mikrozwapnień w mamogramach i diagnostyki raka piersi u kobiet (J. Racz, M. Nieniewski, A. Dubrawski, B. Siemiątkowska).

W latach 1997-2002 opracowano kilka metod ekstrakcji obiektów z obrazów z zastosowaniem segmentacji wododziałowej. W szczególności opracowano metodę wykrywania małych defektów powierzchniowych przy użyciu rekonstrukcji oraz metodę wykrywania dużych defektów – przy zastosowaniu wododziału i łączenia segmentów w kompletne maski defektów za pomocą modułu logicznego. Prowadzono prace nad segmentacją obrazów korony słonecznej otrzymanych z misji satelity SoHO. Segmentację wododziałową zastosowano też do obrazów przekrojów rdzenia kręgowego człowieka otrzymywanych z magnetycznego rezonansu jądrowego. Opracowano morfologiczną metodę korekcji nierównomierności obrazu rdzenia kręgowego, która umożliwiła ekstrakcję maski materii szarej w rdzeniu kręgowym.

Rozwinięto również metodę segmentacji korzystającą z zasady rozrostu ziarna i metodę analizy odczynu popromiennego w przebiegu obserwacji po leczeniu nowotworów płuc napromienianiem. W 2002 roku doprowadzono do etapu klinicznego zastosowania metodę precyzyjnego nakładania obrazów na podstawie niepełnej i częściowo błędnej informacji o położeniu brzegów obiektów na nakładanych obrazach. Metoda została zastosowana do analizy jakości leczenia radioterapii nowotworów.

Ogółem w latach 1992-2002 w dziedzinie przetwarzania obrazów oraz sztucznej inteligencji zostały obronione 4 rozprawy doktorskie.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

- Borkowski A., *Statyczna analiza układów prętowych w zakresach sprężystym i plastycznym*, PWN, Warszawa-Poznań 1985 (wyd. angielskie, PWN-Elsevier 1988).
- Chmielewski L., Kosiński W. [ed.], *Lecture Notes on computer vision and artificial intelligence*, Ossolineum, Wrocław 1990.
- Kleiber M., *Wprowadzenie do metody elementów skończonych*, PWN, Warszawa 1989.
- Kleiber M., *Incremental finite element modelling in nonlinear mechanics*, Ellis Horwood, Chichester 1989.
- Kleiber M., *Finite elements in structural mechanics*, Ellis Horwood, Chichester 1992.
- Kleiber M., Hien T. D., *The stochastic finite element method*, Wiley, N. York 1992.
- Kleiber M., Hien T. D., Antúnez H., Kowalczyk P., *Parameter sensitivity in nonlinear mechanics*, Wiley, Chichester 1997.
- Kleiber M. [ed.], *Handbook of computational solid mechanics*, Springer-Verlag, Berlin 1998.
- Nieniewski M., *Morfologia matematyczna w przetwarzaniu obrazów*, PLJ, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1998.
- Szczepiński W., Kotulski Z., *Rachunek błędów. Zastosowania inżynierskie*, PWN, Warszawa 1998; wyd. angielskie: Lastran Corp., N. York 2002.
- Borkowski A. [ed.], *Artificial intelligence in structural engineering*, WNT, Warszawa 1999.
- Kieś P., *Dobór parametrów binarnego algorytmu genetycznego metodą off-line*; INB- ZTUREK, Warszawa 2000.

AKUSTYKA FIZYCZNA

Ignacy Malecki

Badania z zakresu akustyki fizycznej prowadzone są od początku powstania IPPT przy zachowaniu głównych kierunków badawczych i stałej ewolucji tematyki, uwzględniającej zarówno światowy postęp akustyki, jak i powiązania z badaniami stosowanymi, prowadzonymi w kilku zespołach „pionu akustycznego” Instytutu. Uwzględniano przy tym stałe znaczenie tych badań dla realizacji aktualnych potrzeb praktyki.

W ten sposób, w ciągu prawie półwiecza, powstawały zespoły badawcze, które w swoich specjalnościach zdobyły rangę „szkół naukowych” o uznanym autorytecie międzynarodowym i znaczącej roli w rozwoju zastosowań akustyki w kraju. W szczególności dotyczy to zespołów zajmujących się zastosowaniem ultradźwięków w medycynie (L. Filipczyński, A. Nowicki), nieniszczących metod badania materiałów (Z. Pawłowski, J. Deputat) i cieczy (R. Płowiec), rozwojem metod emisji akustycznej (J. Ranachowski), zastosowań elementów akustycznych w elektronice (W. Pajewski) i elektroenergetyce (J. Ranachowski).

Znaczenie akustyki fizycznej dla rozwoju badań akustycznych nie tylko w samym IPPT, ale także w kilku instytutach badawczych i katedrach szkół wyższych, wynikało z charakteru i poziomu naukowego badań prowadzonych w Instytucie w czterech wiodących kierunkach:

1. Nowe metody przedstawiania i analizy rozchodzenia się fal akustycznych oparte o zastosowanie teorii analogii elektro-mechano-akustycznych i modelu kwantowego. Rezultaty tych badań stanowią uznany wkład do światowego rozwoju akustyki.
2. Udoskonalanie teoretycznych i doświadczalnych metod wyznaczania rozkładu i dynamiki zmian pola akustycznego w układach ograniczonych i ośrodkach niejednorodnych. Badania te stanowiły podstawę opracowania akustycznych metod pomiarowych stosowanych w wielu dziedzinach przemysłu, energetyki, budownictwa i medycyny. Budziły także duże zainteresowanie na forum światowym wielkich kongresów akustycznych.
3. Zbadanie korelacji między prędkością i tłumieniem fal akustycznych a parametrami mechanicznymi i strukturą niejednorodności materiałów i cieczy. Rozwiązanie tego problemu było zasadniczym warunkiem zastosowania metod akustycznych w inżynierii materiałowej i przyniosło uznane wyniki poznawcze.
4. Zaprojektowanie i wykonanie prototypów aparatury pomiarowej, głównie do pomiaru prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych i deskryptorów emisji akustycznej. Było to niezbędne do weryfikacji doświadczalnej badań teoretycznych i wdrożenia wyników badań naukowych. Prototypy aparatów powielane były w Z.D. TECHPAN i w innych zakładach produkcyjnych, co poważnie przyczyniło się do wprowadzenia metod akustycznych jako narzędzia kontroli produkcji w zakładach przemysłowych, stanu obiektów inżynierskich i systemów elektroenergetycznych. Aparatura ta otworzyła też możliwości wykorzystania metod akustycznych w wielu placówkach naukowych.

W ramach niniejszego eseju trudno wymienić szczegółowe wyniki przedstawione w kilkuset publikacjach pracowników Instytutu, zajmujących się problematyką akustyki fizycznej, ograniczono się więc do przykładowego omówienia wybranych osiągnięć o istotnym znaczeniu z punktu widzenia naukowego lub opartych na ich zastosowaniu rezultatów praktycznych. Zestawienie uporządkowano wedle wyżej wymienionych czterech grup tematycznych, kolejność pozycji jest przypadkowa i nie oznacza oceny ich wartości.

Modele kwantowe i analogie elektro-mechano-akustyczne.

- Przedstawienie fali hyperdźwiękowej i o standardowym natężeniu rzędu 10^{-3} W/cm² jako strumienia koherentnych fononów o gęstości rzędu 10^{21} sek⁻¹ cm⁻¹ pozwoliło na przewidzenie górnej granicy pasma częstotliwości fal hyperdźwiękowych generowanych w układach nad przewodnikowych. W modelu tym dodatkowo uwzględniono oddziaływania spin-fonon (M. Dobrzański). Przedstawienie odwróconego spinu przeszkody oraz rozszerzona interpretacja równania Airy'ego, pozwoliły na lepsze określanie zaburzenia pola hyperdźwiękowego przez przeszkodę. Przeprowadzono badania eksperymentalne (M. Aleksiejuk) potwierdzając prawidłowość zastosowania przedstawiania kwantowego fali ultradźwiękowej.

Nowe zastosowanie metod akustyki kwantowej polegało na przedstawieniu fali akustycznej w ośrodku ciągłym jako strumienia quasi-fononów. Formalne zastosowanie takiego modelu umożliwiła uproszczone i łatwiejsze do cyfrowego zaprogramowania wyznaczania rozkładu pola akustycznego z układami o złożonej strukturze przestrzennej (I. Malecki). Model ten przy współpracy z naukowcami francuskimi (M.J. Jessel, L. Pimonow) został zastosowany do symulowania nieciągłości w subiektywnej percepcji sygnałów dźwiękowych.

- Poprawiony system analogii elektromechanicznych Firestone'a odnoszący się do układów o stałych skupionych został rozszerzony na układy o stałych rozłożonych, w którym analogie odnoszą się do wielkości charakteryzujących pole akustyczne i pole elektromagnetyczne (I. Malecki). Zastosowano przy tym oryginalny model łańcucha czwórników o zespolonych składowych podłużnych i poprzecznych.

Metodę analogii zastosowano (J. Rzeszotarska, J. Ranachowski) do przedstawienia rozchodzenia się fali akustycznej w układzie dwufazowym cieczy, w której znajdują się zwiększające się i łączące się zawiesziny o strukturze fraktalnej. Układ taki odpowiada roztworowi żel-żel w procesie żelowania w fazie przed osiągnięciem punktu krytycznego. Rozchodzenie się fali akustycznej w takim ośrodku przedstawione zostało przy pomocy modelu złożonego z łańcucha połączonych w schemacie „drabinowym” elementów Maxwella. Istotnym też była potrzeba uwzględnienia zmian więzów między aglomeratami fraktalnymi w ostatniej fazie żelowania przez zastąpienie elementów Maxwella przez elementy Burgers'a.

- Symulacja modelowa rozchodzenia się fal akustycznych w złożonych ośrodkach warstwowych. Metodę zastosowano do badania struktury złóż geologicznych i zwartości podłoża wielkich obiektów inżynierskich (W. Kołtoński).

Rozkład i dynamika zmian pola akustycznego.

- Wyznaczenie zakłócenia rozkładu pola akustycznego w stałym ośrodku ciągłym przez inkluzję gazową i przez przeszkodę o skończonej sprężystości przy pomocy analizy warunków brzegowych dla akustycznego potencjału skalarnego i wektorowego na granicy ośrodków (L. Filipczyński, I. Malecki).

Jerzy Wehr (1924 - 1977)



Absolwent, a od 1948 asystent Wydz. Elektrycznego PW. Jeden z pierwszych pracowników Zakładu Badania Drgań PAN (1952) w dziedzinie akustyki. Pracownik Instytutu od wejścia ZBD w skład IPPT do tragicznej śmierci w górach Hindukuszu. 1961 - doktorat (IPPT), 1967 - habilitacja, 1975 - profesor. Kierownik Zakładu Akustyki Fizycznej (1961-73), z-ca dyrektora IPPT ds. naukowych (1973-77). Prowadzone przez niego badania dotyczyły głównie metod miernictwa akustycznego, zależności między parametrami pola akustycznego a właściwościami mechanicznymi ciał stałych i cieczy, działania przetworników piezoelektrycznych. Autor 2 książek, 60 publikacji, 10 patentów. Posiadał duży autorytet w międzynarodowej społeczności akustyków.

- Wyznaczenie teoretyczne i weryfikacja doświadczalna efektów nieliniowych, towarzyszących fali ultradźwiękowej o skończonej amplitudzie (L. Filipczyński).

Analiza parametrów fal akustycznych generowanych przez falę uderzeniową wnikającą w materiał o nieliniowej charakterystyce sprężystej i zaproponowanie metody wyznaczania na tej podstawie wielkości charakterystycznych fali uderzeniowej (I. Malecki, Z. Wesolowski).

- Wyznaczenie rozkładu widmowego energii akustycznej generowanej przez rozsiarane w ośrodku źródła zaburzeń. Analizowano symulację tego procesu przez model deterministyczny i model stochastyczny. Podano ogólny wzór na czasy relaksacji w modelu deterministycznym i zależność rozkładu widmowego maksimum od promienia korelacji w modelu stochastycznym (I. Malecki).

- Analiza parametrów przestrzenno-czasowych impulsów akustycznych rozchodzących się w układach zamkniętych i badania doświadczalne prędkości fazowej i grupowej tych impulsów w prętach o skończonej długości (J. Wehr).

Zależność prędkości i tłumienia fal akustycznych od własności mechanicznych materiałów i cieczy.

- Badania dotyczyły głównie materiałów ceramicznych. Parametrem w dużej mierze określającym ich przydatność techniczną jest stopień i struktura porowatości. Dlatego temu problemowi poświęcono szereg prac teoretycznych i doświadczalnych. Rozwinięto teorię zachowania się fali ultradźwiękowej w ośrodku stałym z rozsiarzanymi inkluzjami. Wprowadzono model inkluzji jako „poprzecznika” zespolonego (I. Malecki). Istotne było traktowanie tłumienia fali jako funkcji składowych rzeczywistych gęstości „poprzeczników” a dyspersji prędkości jako oddziaływania składowych urojonych. Określono odchylenia ich kształtu od modelu kulistego. Wyniki tej analizy zweryfikowane zostały doświadczalnie na kilku rodzajach porcelany elektrotechnicznej o różnym stopniu porowatości (J. Ranachowski).

Ryszard Płowiec (ur. 1929)



Absolwent Wydziału Łączności PW (1956), 1970 - doktorat, 1975 - habilitacja, 1989 - profesor, od 1956 pracownik Zakładu Badania Drgań w IPPT, od 1979 roku do przejścia na emeryturę w 2000 prowadził Pracownię Reologii Cieczy i Spektroskopii Ultradźwiękowej. Kierownik Zakładu Akustyki Fizycznej (1996-1999). Prowadził badania struktury molekularnej i właściwości dynamicznych cieczy. Rozwinął oryginalne metody pomiarowe lepkości i charakterystyk relaksacyjnych cieczy, głównie olejów technicznych. Zainicjował wprowadzenie tych metod i zaprojektowanej przez siebie aparatury pomiarowej do badań prowadzonych w IPPT i w innych placówkach naukowych.

Autor 3 książek, ok. 100 publikacji, 9 patentów. Wielokrotnie zapraszany jako ekspert przez zakłady produkcyjne.

- Analiza różnicy między statycznymi i dynamicznymi modułami Younga wyznaczonymi metodą akustyczną i trójpunktowego zginania w zależności od rodzaju materiału i dotychczas pomijanego wpływu parametrów układu pomiarowego (J. Ranachowski, F. Rejmund).
- Korelacja wielkości efektu pseudoplastycznego w materiałach ceramicznych, a między punktem przegięcia i nachyleniem krzywej odkształceń przy pomiarach metodą węglbnikową, została uzupełniona przez analizę odchylenia od liniowej zależności zmian prędkości fal akustycznych (I. Malecki, J. Ranachowski).
- Zastosowanie impedancyjnego modelu akustycznego cieczy lepkościowych z uwzględnieniem urojonej składowej modułu ścinania, charakterystycznego dla różnych rodzajów cieczy (R. Płowiec).

- Przeprowadzenie pomiarów porównawczych metodą ultradźwiękową właściwości lepkościowych olejów technicznych i żywic epoksydowych w szerokim zakresie częstotliwości 10 kHz – 500 MHz. Wyniki zostały wykorzystane w przemyśle produktów naftowych i kontroli jakości materiałów polimerowych (R. Płowiec).

znych metodą ultradźwiękową właściwości lepkościowych olejów technicznych i żywic epoksydowych w szerokim zakresie częstotliwości 10 kHz – 500 MHz. Wyniki zostały wykorzystane w przemyśle produktów naftowych i kontroli jakości materiałów polimerowych (R. Płowiec).

Aparatura do pomiarów akustycznych.

W prototypach wykonanych, w ramach prac planowych, w kilku zakładach „pionu akustycznego” IPPT, przy współpracy z Z.D.TECHPAN zaprojektowano szereg oryginalnych rozwiązań. Zastosowanie tej aparatury szczegółowo omówiono w innych esejach. Tutaj podkreślić trzeba pionierski charakter, zrealizowanych jeszcze w latach 50. rozwiązań konstrukcyjnych defektoskopów ultradźwiękowych (L. Filipczyński, Z. Pawłowski), przetworników piezoelektrycznych (W. Pajewski), analizatorów struktury akustycznej sygnałów mowy (J. Kacprowski), aparatury do kontroli akustycznej materiałów ceramicznych (J. Ranachowski) i lepkości olejów technicznych (R. Płowiec). W badaniach tych aparatów wykorzystano wiele z wyżej omówionych osiągnięć naukowych IPPT w dziedzinie akustyki fizycznej.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., *Ultradźwiękowe metody badania materiałów*, PWT, Warszawa 1959,

Malecki I., *Teoria fal i układów akustycznych*, IPPT-PWN, Warszawa 1964,

Malecki I., *Physical foundations of technical acoustics*, Pergamon Press - PWN, Oxford - Warszawa 1964.

Wehr J., *Pomiary prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych*, IPPT-PWN, Warszawa 1972.

Malecki I., *Podstawy teoretyczne akustyki kwantowej*, IPPT-PWN, Warszawa 1972.

Płowiec R., *Lepkość i sprężystość cieczy określana za pomocą ultradźwiękowych fal ścinania*, IPPT-PWN, Warszawa 1990.

AKUSTYCZNA OCHRONA ŚRODOWISKA

Jerzy Motylewski

W zakresie akustycznej ochrony środowiska w Instytucie były szeroko prowadzone oraz są kontynuowane obecnie zarówno prace podstawowe z zakresu teorii pola i układów akustycznych, hałasów przepływowych, modelowania akustycznego wnętrza urbanistycznego, metrologii hałasów, diagnostyki wibroakustycznej, jak również badania stosowane, dotyczące instrumentalizacji pomiarów oraz elementów kształtowania klimatu akustycznego w środowisku naturalnym i w środowisku pracy.

Generalnie biorąc, prace związane z akustyczną ochroną środowiska koncentrowały się w Instytucie w Zakładzie Akustyki Cybernetycznej (J. Kacprowski) oraz w Zakładzie Aeroakustyki (S. Czarnecki).

Stefan Czarnecki (1925 - 1982)



Absolwent Wydziału Elektrycznego Politechniki Gdańskiej (1949). Od 1953 do 1962 w Zakładzie Analogii IPPT, którego został kierownikiem. Ponownie w IPPT od 1974 - kier. Zakładu Aeroakustyki. 1959 - doktorat, 1965 - habilitacja, 1972 - profesor nadzw., 1980 - profesor zwyczajny. Autor ponad 100 prac o tematyce związanej z zagadnieniami generacji dźwięków pochodzenia aerodynamicznego, zwalczaniem hałasów w pomieszczeniach przemysłowych, akustyką wewnątrz, teorią ekranów akustycznych, identyfikacją źródeł dźwięku i dróg transmisji energii akustycznej. Organizator wielu międzynarodowych konferencji m.in. II Kongresu FASE, Konferencji INTER-NOISE'79. Wieloletni Sekretarz Naukowy Komitetu Akustyki PAN, współzałożyciel PTA. Założyciel i od 1966 redaktor naczelny *Archiwum Akustyki* (od 1974 *Archives of Acoustics*).

dotyczących praw odbicia i promieniowania fali akustycznej przedstawiono na drodze analitycznej wpływ współdziałania rezonatora Helmholtza z otaczającym środowiskiem w polu fali płaskiej (S. Czarnecki, M. Vogt). Opisano teoretycznie i zweryfikowano doświadczalnie wpływ efektu nieliniowości towarzyszącego oddziaływaniu na rezonator fali akustycznej o dużej amplitudzie (M. Meissner). Otrzymane wyniki umożliwiły wyjaśnienie szeregu zjawisk występujących

Kierunki badań związane z teorią pola i układów akustycznych obejmowały analizę właściwości transmisyjnych układów akustycznych i elektroakustycznych. Teoria ta została wykorzystana w praktyce przy projektowaniu i konstrukcji układów dopasowujących impedancję akustyczną oraz układów odtwarzających akustyczną impedancję ucha ludzkiego, co stworzyło podstawy teoretyczne do opracowania krajowych wzorców „sztucznego ucha”, ważnego zagadnienia w dziedzinie obiektywizacji pomiarów akustycznych. Zbadano teoretycznie i doświadczalnie zjawisko sprzężenia zwrotnego w układach transmisyjnych, rozszerzając je w zastosowaniu do układów niejednorodnych elektro-mechanoakustycznych (J. Kacprowski). Badano i wykazano istnienie nieznanych dotychczas zakłóceń transjentowych przebiegów akustycznych w salach, co stało się punktem wyjścia do dalszych rozwiniętych badań w tej dziedzinie idących w kierunku stworzenia nowych kryteriów oceny akustyki sal koncertowych. Wychodząc z podstawowych zależności matematycznych

przy działaniu rezonatorów i znalazły zastosowanie w wielu działach akustyki, a w szczególności w zagadnieniach zwalczania hałasu. Rozwinięto nowy kierunek w identyfikacji źródeł dźwięku oparty o zastosowanie metod pola bliskiego z użyciem techniki korelacyjnej i metody fazowej, a także metody impulsowej, która umożliwiła po raz pierwszy praktyczne rozdzielanie dróg propagacji energii w prostych układach technicznych. Prowadzono badania teoretyczne nad metodą energetycznej oceny promieniowania powierzchniowych źródeł dźwięku, a szczególnie układów płytowych, ustalając istotne zależności między promieniowaną energią akustyczną a drganiami źródła. Podjęto także problem ilościowej oceny rozkładu pola akustycznego w warunkach pola częściowo pogłosowego, wprowadzając metodę spadków poziomu natężenia dźwięku (S. Czarniecki).

Metoda ta jest obecnie stosowana z powodzeniem do ilościowej oceny promieniowania mocy akustycznej źródeł, eliminując konieczność pomiaru czasu pogłosu.

W dziedzinie hałasów aerodynamicznych przedmiotem badań podstawowych były oscylacje rezonansowe generowane przez przepływ gazu, a w szczególności wyznaczenie wpływu prędkości przepływu na częstotliwość i poziom oscylacji samowzbudnych dla różnych konfiguracji geometrycznych układu rezonansowego – rezonator komorowy, układ zamkniętych odnóg w rurociągu (M. Meissner, M. Czechowicz). Modelując źródła aerodynamiczne przy zastosowaniu układu dyskretnych wirów podano ogólny wzór na liczbę Strouhala dla kolejnych modów hydrodynamicznych oraz zależności na częstotliwość i amplitudę oscylacji samowzbudnych generowanych w rurociągu przepływowym z dwoma zamkniętymi odnogami w konfiguracji typu „tandem” (M. Meissner).

Kierunki badań dotyczące modelowania akustycznego wnętrza urbanistycznego (E. Walerian, R. Janczur) objęły teoretyczny opis pola akustycznego w układach zawierających wiele trójwymiarowych przeszkód, model propagacji w połączeniu z modelem źródła, złożonym z zastępczych źródeł punktowych o zadanym widmie mocy i kierunkowości oraz obliczenie poziomu równoważnego dźwięku A. Opracowano model trasy komunikacyjnej jako źródła hałasu, uwzględniający zróżnicowanie pojazdów i strukturę ruchu na trasie. Powstała rodzina programów symulacyjnych PROP przygotowanych na podstawie modelu hałasu środowiskowego, stanowiących narzędzie projektowe właściwego kształtowania klimatu akustycznego w obszarach zurbanizowanych (R. Janczur, E. Walerian, J. Ogłaza). Aktualnie kontynuowane są prace nad kompleksowym systemem kształtowania krajobrazu dźwiękowego miast, stanowiącym połączenie fizycznego opisu pola akustycznego z wynikami badań socjologicznych uwzględniających w kompleksowej ocenie klimatu akustycznego miast czynniki pozaakustyczne.

Prace podstawowe w zakresie metrologii hałasów i diagnostyki wibroakustycznej dotyczyły badania sygnału akustycznego jako nośnika informacji opisujących strukturę wytwarzającego go źródła dźwięku (J. Kacprowski, J. Motylewski). Badania obejmowały rozwijanie i wdrażanie do zastosowań metod i urządzeń do pomiaru, analizy, rejestracji i wizualizacji fizycznych parametrów sygnału akustycznego i poszukiwanie związków między nimi a strukturą źródła dźwięku, bądź technicznego (mechanizmy, maszyny, urządzenia, procesy technologiczne), bądź fizjologicznego (głos ludzki). W pierwszym okresie opracowano czwórnikową teorię przetworników elektro-mechano-akustycznych, będącą uogólnieniem czwórnikowej metody analizy układów akustycznych i jej logicznym rozszerzeniem na układy niejednorodne biernych i linearnych przetworników elektromechanicznych i elektroakustycznych (J. Kacprowski). Teoria ta została wykorzystana w

praktyce przy projektowaniu i konstruowaniu przetworników elektroakustycznych stosowanych w pomiarach pola akustycznego. Rozwijano badania teoretyczne i doświadczalne w zakresie obiektywizacji metod pomiaru głośności oraz w zakresie pomiarów wielkości fizycznych pola akustycznego. W zakresie diagnostyki wibroakustycznej maszyn i procesów technologicznych opracowano metodykę badania maszyn o ciągłym oraz udarowym charakterze pracy z wykorzystaniem informacji tkwiących w amplitudowo-czasowo-częstotliwościowej strukturze sygnału wibroakustycznego (J. Motylewski). Dalsze prace dotyczyły opracowania podstaw koncepcyjno-technicznych złożonych systemów wibroakustycznej diagnostyki maszyn i procesów technologicznych z zastosowaniem techniki cyfrowej przetwarzania sygnałów (K. Marasek, D. Madej, K. Krawczyk, T. Zmierczak).

Należy podkreślić duże znaczenie społeczne i gospodarcze oraz dużą tradycję i osiągnięcia badawcze i wdrożeniowe Zakładu Akustyki Cybernetycznej w tej dziedzinie.

W zakresie badań stosowanych w dziedzinie akustyki ochrony środowiska można wyróżnić prowadzone w Instytucie prace instrumentalizacyjne dotyczące szeregu przyrządów pomiarowych o ważnym znaczeniu, szczególnie w zakresie pomiarów hałasu, takich jak pomiarowe mikrofony pojemnościowe, mierniki poziomu dźwięku, spektrometry akustyczne, aparatura do akustycznej diagnostyki pojazdów samochodowych, kilka typów aparatury do pomiarów hałaśliwości maszyn (J. Motylewski, H. Chmieliński, D. Nitecki), wielokanałowy cyfrowy analizator akustyczny (W. Barwicz). Aparatura ta znalazła szerokie zastosowanie w kraju, będąc wdrożona do produkcji seryjnej w ZD.Techpan, Sonopan oraz Svantek.

W zakresie prac związanych z elementami kształtowania klimatu akustycznego w środowisku naturalnym i środowisku pracy prowadzono głównie badania efektywności ekranów w złożonych strukturach układów urbanistycznych i przemysłowych (E. Walerian).

Rozwijano również prace dotyczące zagadnień związanych z identyfikacją źródeł i dróg propagacji energii wibroakustycznej w różnych obiektach przemysłowych oraz kompleksowym wdrażaniem projektów obniżających hałas w przemyśle. Uczestniczono i kierowano (J. Motylewski) pracami nad powstaniem planu akustycznego Warszawy, stanowiącymi początek kompleksowej walki z hałasem i wytyczającymi kierunki poprawy klimatu akustycznego w Warszawie.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Kacprowski J., *Zarys elektroakustyki*, Wydawnictwa Komunikacyjne, Warszawa 1956, (wyd.I), 1960 (wyd.II).

Kacprowski J., *Czwórnikowa teoria biernych, linearnych przetworników elektromechanicznych*, Warszawa 1981.

Akustyka mowy i diagnostyka akustyczna [red.] Kacprowski J., Warszawa 1981.

Walerian E., *Description of noise propagation in a built-up area*, Institute of Fundamental Technological Research Reports 29, 1995.

Meissner M., *Badania odpowiedzi układów rezonansowych na pobudzenie akustyczne aerodynamiczne*, IPPT, Warszawa 1998.

ULTRADŹWIĘKI W MEDYCYNIE

Leszek Filipczyński

Pierwsze w Polsce prace w zakresie ultradźwiękowej diagnostyki medycznej zainicjowano w IPPT. Zespół Pracowni Biernych Zastosowań Ultradźwięków, którym kierował prof. Leszek Filipczyński, wykorzystując dotychczasowe doświadczenia w dziedzinie defektoskopii ultradźwiękowej, rozpoczął w roku 1963 prace, których uwieńczeniem było opracowanie i skonstruowanie ultrasonografu UG-1 (L. Filipczyński, G. Łypacewicz, J. Etienne), pozwalającego na uzyskiwanie obrazów anatomicznego rozkładu tkanek we wnętrzu jamy brzusznej za pomocą fal ultradźwiękowych. Aparat ten, wówczas czwarty tego rodzaju na świecie, został w roku 1965 zainstalowany w II Klinice Położnictwa i Chorób Kobietych A.M. w Warszawie, kierowanej przez prof. I. Roszkowskiego. Z zespołem lekarzy z tej kliniki współpracowaliśmy ściśle wiele lat publikując wspólnie szereg nowatorskich prac z zastosowania ultradźwięków w diagnostyce ginekologicznej i położniczej. Zaowocowało to wydaniem pierwszej w języku polskim monografii w zakresie ultradźwiękowej diagnostyki medycznej przeznaczonej dla środowiska lekarskiego. Był to jednocześnie pierwszy podręcznik pozwalający przyswoić lekarzom podstawy fizyko-techniczne metod i aparatury ultradźwiękowej.

Dało to początek rozwojowi ultrasonografii w Polsce, a także pozwoliło nam zająć liczącą się pozycję wśród, nielicznych wtedy, światowych ośrodków pracujących w tej dziedzinie. Prace nad rozwojem metod ultradźwiękowych w medycynie prowadzono przy współpracy z wieloma klinikami Akademii Medycznej, w tym położnictwa i ginekologii, neurologii i neurochirurgii, kardiologii i chorób naczyń, oftalmologii, laryngologii, urologii, a także z Instytutami Onkologii i Gruźlicy.

W roku 1966 opracowano echoencefaloskop ultradźwiękowy EM-1 (L. Filipczyński, J. Kopeć) do badań diagnostycznych mózgu, a w kolejnych latach: oftalmograf ultradźwiękowy UO-1, wraz z instrumentacją do badania oka oraz ultrasonograf do wizualizacji wewnętrznych struktur oka (L. Filipczyński, G. Łypacewicz, J. Etienne).

W roku 1968 opracowano ultradźwiękową metodę badań czynności serca, jedyną wtedy bezkrwawą metodę badania ruchu zastawek serca, dokonano też, adaptując do tego celu ultrasonograf UG-1, zapisu ewolucji serca płodu (pierwsze notowanie w piśmiennictwie) (L. Filipczyński, J. Etienne), co dało początek rozpoznawaniu życia płodu we wczesnym jego okresie.

Od roku 1969 kontynuowano prace badawcze nad dalszym rozwojem metod i aparatury diagnostycznej dla medycyny w nowo utworzonym w Instytucie Zakładzie Ultradźwięków, nadal pod kierownictwem prof. Leszka Filipczyńskiego (od roku 1994 kierowanym przez prof. Andrzeja Nowickiego). W tymże roku wprowadzono do badań klinicznych w kardiologii – ultrasonokardiograf UKG-1 (L. Filipczyński, J. Etienne), a w otolaryngologii echoskop ultradźwiękowy do badania zatok (L. Filipczyński, G. Łypacewicz).

Z początkiem lat siedemdziesiątych rozpoczęto prace nad ultradźwiękowymi metodami pomiaru prędkości struktur biologicznych i przepływu krwi, wykorzystującymi zjawisko Dopplera (L. Filipczyński, A. Nowicki, T. Powałowski, J. Etienne). W latach 1970 - 1978 powstają diagnostyczne, ultradźwiękowe aparaty dopplerowskie: ultradźwiękowy detektor tętna (płodu) UDT-1,

ultradźwiękowy lokalizator łożyska UDL-1, przeznaczone dla położnictwa oraz przepływomierze ultradźwiękowe UDP-1 i AMP-10 (z falą ciągłą) (T. Powałowski) oraz UDIMP (z falą impulsową) (A. Nowicki) – ta aparatura przeznaczona była dla klinik chorób naczyń.

W drugiej połowie lat 70. doskonalono metody wizualizacji, przeprowadzono pierwsze w literaturze pomiary ilościowe przepływu krwi w tętnicy szyjnej człowieka stosując jednocześnie metodę wizualizacji, dopplerowską metodę impulsową i spektralną (K. Borodziński, L. Filipczyński, A. Nowicki, T. Powałowski). Wprowadzono technikę wizualizacji w czasie rzeczywistym, co stało się możliwe dzięki opracowaniu nowych głowic ultradźwiękowych z wirującymi lub wahliwymi przetwornikami. Umożliwiło to dwuwymiarową wizualizację serca i dało podstawy dla rozwoju echokardiografii.

W roku 1979 opracowano technikę bezkrwawych pomiarów przepływów krwi w prawej komorze serca, wykorzystując techniki dopplerowskie: fali ciągłej i impulsowej jedno- i wielokanałowej. Umożliwiło to uzyskiwanie przekrójowe do 16-tu profili prędkości przepływu krwi w ciągu cyklu pracy serca (A. Nowicki, T. Powałowski).

W latach 80. na uwagę zasługuje opracowanie nowej nieinwazyjnej metody, aparatury i instrumentacji do dynamicznej wizualizacji przepływów krwi w czasie rzeczywistym. Zastosowanie specjalnego systemu tłumienia ech stałych (TES) (A. Nowicki) oraz ciągłego pomiaru fazy sygnałów rozproszonych we krwi przyczyniło się do postępu w badaniach hemodynamicznych. W roku 1981 opracowano i wykonano model arterioskopu ultradźwiękowego do wizualizacji tętnic szyjnych (T. Powałowski, J. Etienne, A. Nowicki).

Dalszym doskonaleniem dopplerowskich metod diagnostycznych było opracowanie metody histogramów, która umożliwiła rejestrację rozkładu chwilowych prędkości, wyznaczenie prędkości maksymalnej przepływu krwi w sercu, a stąd ocenę gradientu ciśnień krwi w jamach serca (A. Nowicki).

W tym okresie rozpoczęto prace nad mikroskopią akustyczną, budując w roku 1985 pierwszy mikroskop ultradźwiękowy, (J. Zieniuk, J. Litniewski) pracujący na częstotliwości podstawowej 40 MHz. Układ umożliwiał badania warstwy wierzchniej i przystosowany był do podłączenia „on line” z mikrokomputerem. Dalszym etapem pracy było opracowanie i wykonanie skanującego mikroskopu akustycznego na częstotliwości od 40 do 200 MHz pod kątem jego zastosowania w diagnostyce medycznej.

W roku 1985 rozpoczęto prace nad nieinwazyjną metodą pomiaru wejściowej impedancji naczyniowej oraz metodą oceny elastyczności ściany tętnicy (T. Powałowski, B. Peńsko).

W roku 1986 zakończono pierwszy etap prac projektowo-konstrukcyjnych układu laboratoryjnego do równoczesnego pomiaru prędkości przepływu krwi i przemieszczeń ścianek naczyń pod kątem jego zastosowań w diagnostyce tętnic mózgowych pozaczaszkowych (tętnicach szyjnych). Aparat ten, łączący cechy impulsowej metody echograficznej oraz systemu dopplerowskiego fali ciągłej został przystosowany do pracy „on line” z komputerem (T. Powałowski, Z. Trawiński). Uwieńczeniem tych prac był VED – Vascular Echo Doppler. Aparatura VED umożliwia nieinwazyjny pomiar wejściowej impedancji naczyniowej (oporu przepływu krwi) bez wprowadzania do naczynia krwionośnego kateteru. Ponadto, aparat ten pozwala na pomiar elastyczności ściany naczynia tętniczego, jej grubości oraz prędkości przepływającej przez tętnice krwi. Aparatura ta zdobyła nagrodę na targach Techno Messe Kansai '97 w Osace.

Opracowana w latach 80. „rodzina” dopplerowskiej aparatury diagnostycznej powiększyła się znacznie w latach 90. o nowe aparaty: przepływomierz dopplerowski z analizatorem FFT – do

diagnostyki naczyń wewnątrz czaszkowych i obwodowych, ultradźwiękowy przepływomierz dopplerowski wielkiej częstotliwości – Endoflow, przeznaczony do śródoperacyjnej diagnostyki przepływów krwi w małych naczyniach, a także małych naczyniach i tętnicach położonych tuż pod powierzchnią skóry, ultradźwiękowy, dopplerowski przepływomierz – Laparoscopic Ultrasonic Doppler (LUD), stosowany podczas operacji laparoskopowych (A. Nowicki, P. Karłowicz).

Leszek Filipczyński (ur. 1923)



Radiotechnik, absolwent PW (1949), 1955 – doktorat (promotor prof. I. Malecki), 1957 – docent, 1962 – prof. nadzwyczajny, 1969 - prof. zwyczajny i czł. koresp. PAN, a od 1976 czł. rzeczywisty PAN, członek Nowojorskiej Akademii Nauk, czł. Międzynarodowej Akademii Inżynierii nauk Medycznych i Biologicznych w USA (1997).

Współorganizator Laboratorium Akustycznego w Głównym Instytucie Fizyki Technicznej, włączono w 1952 do Zakładu Badania Drgań. Kierownik: Pracowni Biernych Zastosowań Ultradźwięków (1953 – 69), Zakładu Ultradźwięków (1969 – 94), z-ca dyrektora ds. naukowych (1965 – 1969) i Dyrektor IPPT (1969 – 1974). Konstruktor pierwszego w Polsce defektoskopu ultradźwiękowego do badania materiałów („radaru ultradźwiękowego”). Organizator Pierwszej Międzynarodowej Konferencji Ultradźwięków w Medycynie i Biologii. Uchonorowany przez AIUM w Waszyngtonie Dyplomem Pioniera Ultradźwięków w Medycynie. Założyciel i wieloletni Przew. Komitetu Akustyki PAN. Wiceprzewodniczący Europejskiej Federacji Ultradźwięków w Medycynie, przewodniczący Rad Naukowych (m.in. RN IPPT 1990 – 1992, IBIB PAN). Wieloletni wykładowca na PW. Autor 12 monografii i 166 publikacji, 62 patentów. Promotor 14 doktoratów. Laureat wielu nagród m.in. dwukrotnie Nagrody Państwowej II stopnia.

W roku 1986 rozpoczęto prace nad zastosowaniem fal uderzeniowych do dezintegracji struktur biologicznych, zakończone opracowaniem i wykonaniem klinicznego modelu litotryptera, do nieinwazyjnej dezintegracji kamieni nerkowych (L. Filipczyński, J. Etienne). Opracowana w Zakładzie oryginalna aparatura ultradźwiękowa umożliwiła przeprowadzenie 24. prac habilitacyjnych i doktorskich w krajowych klinikach medycznych, dzięki temu wykształcono kadre specjalistów z zakresu ultrasonografii. W samym Zakładzie Ultradźwięków przeprowadzono 13 przewodów doktorskich, 4 habilitacyjne oraz wypromowano 4. profesorów zwyczajnych. Staraniem prof. L. Filipczyńskiego zorganizowano w roku 1970, po raz pierwszy w Polsce międzynarodową konferencję Ultradźwięków w Biologii i Medycynie UBIOMED I, która zapoczątkowała cykl corocznych konferencji o tej tematyce.

W roku 1976 staraniem lekarzy współpracujących z Zespołem powstała przy Polskim Towarzystwie Lekarskim Sekcja „Ultradźwięki w Medycynie i Biologii”, która działała do roku 1980. Z jej inicjatywy odbył się w roku 1976 I Krajowy Zjazd Naukowy „Ultrasonografia” (150 osób, 16 referatów z czego 4 z ZU, wszystkie referaty opracowane na podstawie badań klinicznych z wykorzystaniem aparatury ZU). Rozpoczęto także szkolenie lekarzy. Pierwsze kursy z zakresu ultrasonografii

odbyły się w roku 1975 w Centrum Medycznego Kształcenia Podyplomowego.

Działalność ta zaowocowała powstaniem bardzo aktywnego merytorycznie i organizacyjnie Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego, liczącego obecnie około 3 000 członków.

We władzach PTU działa obecny kierownik ZU prof. A. Nowicki, który od lipca 2002 jest Przewodniczącym Polskiego Towarzystwa Ultrasonograficznego.

Równolegle do prac nad metodami i aparaturą diagnostyczną prowadzono prace naukowo-badawcze nad generacją i propagacją fal ultradźwiękowych pod kątem bezpieczeństwa stosowa-

nia tej techniki w medycynie. Jednym z zasadniczych problemów, aktualnym do chwili obecnej jest poznanie czy i jakie ograniczenia powinny się narzucić metodom ultradźwiękowym, tak aby możliwie ograniczyć ich ewentualne szkodliwe oddziaływanie na organizm badanego człowieka, szczególnie na nienarodzony jeszcze płód człowieka. W tym zakresie od samego początku działalności Zakładu opracowano oryginalne metody pomiaru dawek ultradźwiękowych wprowadzanych do wnętrza ciała. Wyznaczono *in vivo* wartość tłumienia fal ultradźwiękowych w ciężarnej macicy (L. Filipczyński, J. Etienne). Rozwinięto miernictwo ultradźwiękowe, opracowano szereg metod pomiarowych pojemnościowych, elektrodynamicznych i piezoelektrycznych, przeprowadzając pomiary w zakresie ultradźwiękowej diagnostyki a także terapii, szczególnie dotyczącej fal uderzeniowych w zastosowaniu do litotrypsji (L. Filipczyński, J. Wójcik, J. Etienne).

Zainicjowano również badania nad efektami cieplnymi powodowanymi absorpcją ultradźwięków w tkankach człowieka. Wyznaczenie przyrostu temperatury stało się ważnym elementem w opracowaniu warunków bezpiecznego stosowania ultradźwięków diagnostycznych (L. Filipczyński). Badano również pola ultradźwiękowe, wytwarzane przez przetworniki i głowice ultradźwiękowe w różnych technologiach ich wykonania (L. Filipczyński, G. Łypacewicz, J. Wójcik, T. Kujawska). Zbadano wpływ parametrów głowic – mechanicznych i dielektrycznych na funkcje przenoszenia. Prowadzono prace nad ogniskowaniem dynamicznym wiązki oraz nad głowicami kompozytowymi. Było to bardzo istotne dla optymalizacji konstrukcji nowych głowic ultradźwiękowych, które stanowią wyposażenie dla opracowywanej aparatury diagnostycznej.

Wincenty Pajewski (ur. 1912)



Absolwent Politechniki Warszawskiej (1938). Od roku 1953 w Zakł. Badania Drgań IPPT. 1955 – docent, 1965 – profesor nadzwyczajny. Do odejścia na emeryturę w 1990 kierownik Zakładu, później Samodzielnej Pracowni Akustoelektroniki.

Specjalista w dziedzinie technologii, badania i wytwarzania materiałów piezoelektrycznych, generacji, odbioru i miernictwa powierzchniowych fal akustycznych. Jego prace nad nowymi materiałami ferroelektrycznymi i piezoelektrycznymi przyczyniły się do rozwoju technologii przetworników ultradźwiękowych co wpłynęło na postęp w zastosowaniach ultradźwięków w badaniach nieniszczących i medycynie. Autor ponad 120 publikacji, 9 patentów, promotor 9 prac doktorskich. Laureat Nagrody Państwowej (1952).

W tym miejscu należy wspomnieć o pracach prof. W. Pajewskiego dotyczących przetworników piezoelektrycznych, które są podstawowym elementem głowic ultradźwiękowych stosowanych zarówno w ultradźwiękowej aparaturze diagnostycznej, jak i w aparaturze do badań nieniszczących.

Na uwagę też zasługuje oryginalna metoda ultrasonografii w.c.z. do wizualizacji skóry (A. Nowicki, W. Secomski, J. Litniewski). Metoda ta, o rozdzielczości rzędu 0.1 mm może być stosowana również w okulistyce do diagnostyki patologii struktur komory przedniej oka. Prace te zakończono pełnym sukcesem a mikrosonograf do obrazowania oka i nowotworów skóry został wdrożony do produkcji. Ostatnie prace rozwijane w Zakładzie dotyczą osteoporozy (A. Nowicki, J. Litniewski). Uwzględnić też należy poważne osiągnięcia wdrożeniowe nieistniejącego już Z.D. TECH-PAN, działającego w ramach Instytutu. Działalność wdrożeniowa utworzonych (z inicjatywy IPPT) w ostatnim dziesięcioleciu: ECHOSON-u to 2200 ultrasonografów, 6 tysięcy głowic różnego typu a utworzonego również SONOMED-u to 418 aparatów do pomiarów przepływów krwi wewnątrz-czaszkowych, krwionośnych naczyń obwodowych, przepływomierzy śródoperacyjnych i innych zbliżonych typów. Wartość opraco-

wanej i wyprodukowanej aparatury w roku ubiegłym wyniosła około 4. milionów dolarów. W ten sposób prace Zakładu Ultradźwięków zainicjowały twórczo nową dziedzinę produkcyjną nie mającą swego odpowiednika w przemyśle krajowym.

Sukcesy doświadczalne (metody, aparatura) są integralnie związane z pracami teoretycznymi, publikowanymi w czołowych czasopismach naukowych (Ultrasound in Medicine and Biology, IEEE Transactions on Ultrasonics) oraz czynnym udziałem w Światowych Kongresach.

Osiągnięcia w zakresie ultradźwięków w medycynie zostały wysoko ocenione za granicą. Poprzedni i obecny kierownik ZU zostali odznaczeni w roku 1981 i w 1988 w Waszyngtonie zaszczytnymi tytułami „Pionierów Ultradźwięków w Medycynie” nadanymi przez Światowe Towarzystwo Ultradźwięków w Medycynie i Biologii. Zostali również wyróżnieni członkostwem honorowym AIUM (Amerykański Instytut Ultradźwięków w Medycynie). W roku 1997 prof. L. Filipczyński wyróżniono członkostwem w International Academy for Medical and Biological Engineering w USA.

W roku 1978 Komitet Nagród Państwowych przyznał zespołowi w składzie:

L. Filipczyński, J. Etienne, G. Łypacewicz, J. Kopeć, A. Nowicki, T. Powałowski – Nagrodę Zespołową II-go stopnia w dziedzinie nauki za „Prace nad rozwojem ultradźwiękowych metod i aparatury badawczej dla diagnostyki medycznej”.

Osiągnięcia zespołu nagradzano także: dwukrotnie Nagrodami Przewodniczącego Komitetu Nauki i Techniki (1967, 1968), pięciokrotnie Nagrodami Sekretarza Naukowego PAN (1971, 1975, 1977, 1980, 1984), nagrodą Ministra Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki (1977).

Opracowana aparatura była również wyróżniana na wielu międzynarodowych i krajowych wystawach i targach sprzętu medycznego.

W tym roku, Światowa Fundacja ZDROWIE-ROZUM-SERCE, Certyfikatem Wyróżnienia potwierdziła, iż IPPT PAN jest LAUREATEM Tytułu Promocyjnego „LIDER PROMOCJI NAUKI I TECHNIKI POLSKIEJ”.

Podsumowując osiągnięcia zespołu Zakładu Ultradźwięków IPPT PAN, w minionym 50-leciu należy stwierdzić, że zdobył on rangę „szkoły naukowej” w dziedzinie ultradźwiękowej diagnostyki medycznej, która wpłynęła na rozwój tej dziedziny w kraju a także zdobyła uznaną pozycję międzynarodową. „Szkoła” nadal pracuje a jej osiągnięcia są zauważane i właściwie doceniane.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., *Ultrasonic methods of material testing*, Butterworth, London 1966.

Filipczyński L., *Ultradźwiękowe metody diagnostyczne*, Rozdz.6 w pracy zbiorowej pod red. J. Kellera, WKiŁ, s.102 - 147, Warszawa 1972.

Etienne J., Filipczyński L., Groniowski J., Kretowicz J., Łukawska K., Łypacewicz G., Roszkowski I., Starzyńska J., Wicherzycki A., (Filipczyński L., Roszkowski I. [red.]), *Diagnostyka ultradźwiękowa w położnictwie i chorobach kobiecych*, PZWL, Warszawa 1977.

Filipczyński L., Herczyński R., Nowicki A., Powałowski T., *Przepływy krwi – hemodynamika i ultradźwiękowe dopplerowskie metody pomiarowe*, PWN, Warszawa-Poznań 1980.

Filipczyński L., *Fizyczne i techniczne podstawy ultradźwiękowych metod diagnostycznych*, (Rozdział 7) [w:] Elektrodiagnostyka Medyczna (Stopczyk M. [red.]), PZWL, s.217-243, Warszawa 1984.

Kubicka K., Kawalec W., Filipczyński L., Chrościcki A., Dłużewska J., Iwaszkiewicz K., Nowicki A., Powalowski T., *Echokardiografia w chorobach układu krążenia u dzieci*, (Kubicka K. [red.]), PZWL, Warszawa 1986.

Nowicki A., *Echografia dopplerowska*, IPPT PAN, (Biblioteka Akustyki i Ultradźwięków), PWN, Warszawa-Poznań 1989.

Filipczyński L., Nowicki A., Powalowski T., Gubrynowicz R., *Metody ultradźwiękowe i akustyczne w medycynie*, Rozdział 3, (s.96-181) [w:] Biopomiary (Filipczyński L., Torbicz W. [red.]), tom 2 w Problemy Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej (Nałęcz M. [red.]), Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1990.

Nowicki A., *Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej*, IPPT, PWN, Warszawa 1995.

Nowicki A., *Diagnostyka Ultradźwiękowa. Podstawy fizyczne ultrasonografii i badań dopplerowskich*, Seria wydawnicza „Ultrasonografia Praktyczna”, wydawnictwo medyczne MAKmed, Gdańsk 2000.

Filipczyński L., Nowicki A., Etienne J., Powalowski T., *Metody ultradźwiękowe w diagnostyce i terapii medycznej tkanki mięśniowo-szkieletowej*, (Rozdział 6); *Metody ultradźwiękowe w terapii i praktyce laboratoryjnej*, (Rozdział 7); *Metody ultradźwiękowe w diagnostyce stanu tętnic szyjnych*, (Rozdział 8); [w:] tom 2 Biopomiary, (Filipczyński L. [red.]), monografii Biocybernetyka i Inżynieria Biomedyczna 2000, Akademicka Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2001.

Nowicki A., Karłowicz P. [red.], *Dopplerowskie badania naczyń, wybrane zagadnienia*, Domino, Warszawa 2001.

ANALIZA I SYNTEZA MOWY

Ryszard Gubrynowicz

Badania obejmujące analizę i syntezę mowy były prowadzone przez Pracownię Elektroakustyki oraz Pracownię Fonetyki Akustycznej, a następnie przez Zakład Akustyki Cybernetycznej, który powstał w 1972 r. w wyniku połączenia trzech pracowni: Elektroakustyki, Fonetyki Akustycznej i Miernictwa Akustycznego. Wychodząc od badań początkowo prowadzonych nad teorią układów akustycznych i elektroakustycznych skoncentrowano się nad analizą i syntezą sygnału mowy, ukierunkowaną przede wszystkim na opracowaniu metody i systemu syntezy formantowej dla głosek języka polskiego. Zbudowano pierwszy w Polsce (1962-1963) syntezytor mowy SYNFOR I, a następnie SYNFOR II, który umożliwił nie tylko statyczne ale i dynamiczne sterowanie parametrami syntezy. Był on także jednym z niewielu istniejących wówczas w Europie syntezytorów mowy. Syntezytor ten umożliwił wykonanie szeregu prac naukowo-badawczych nad strukturą fonetyczno-akustyczną głosek języka polskiego, zwłaszcza samogłosek, spółgłosek nosowych i płynnych. Dzięki zastosowaniu syntezytora było możliwe również rozszerzenie wieloletnich badań fonetyczno-akustycznych nad określeniem cech dystynktywnych głosek języka polskiego. Wyniki tych prac były prezentowane na szeregu konferencjach międzynarodowych, publikowane w czasopiśmie międzynarodowych, w monografii *Podstawy fonetyki akustycznej* (W. Jassem), 1974, a także w wielotomowej monografii *Speech analysis and synthesis* (red. W. Jassem), 1968-1981.

Badania nad syntezą mowy stały się podstawą do prowadzenia badań nad szeroko rozumianą analizą mowy, prowadzoną pod kątem różnych zastosowań – sterowania urządzeniami i procesami technicznymi za pomocą wypowiedzianych instrukcji, rozpoznawania cech osobniczych głosu do celów medycznych (diagnostyka i rewalidacja foniatryczna głosu i narządu artykulacyjnego) oraz do celów dochodzeniowych i dowodowych (ekspertyza kryminalistyczna), a także syntezy mowy w systemach dialogowych. Do prowadzenia badań na tak szeroką skalę konieczne było stworzenie specjalistycznej aparatury pomiarowej.

Opracowano i wykonano oryginalną aparaturę pomiarową, m.in. Intonograf, Tonometr (do analizy częstotliwości podstawowej sygnału mowy), Intonoskop (pomiar i wizualizacja zmian F0 i poziomu energii sygnału), analizatory formantowe, widmowe (np. Fonospektroskop). Urządzenia te niejednokrotnie znalazły praktyczne zastosowanie w badaniach foniatrycznych (Akademia Medyczna), ekspertyzach kryminalistycznych, czy do wspomaganie nauki śpiewu (Akademie Pedagogiczne). Badania prowadzone za pomocą wyżej wspomnianych urządzeń nad cechami prozodycznymi języka polskiego (przede wszystkim F0 i iloczasy) miały istotne znaczenie do uzyskania mowy syntetycznej o podobnym do naturalnego brzmieniu. Wyniki badań były wykorzystane wielokrotnie przy programowaniu układów syntezy mowy, modelu artykulacyjnego narządu mowy itp. Do tego celu stworzono odpowiednią formalizację opisu i rozpoznawania percepcyjnego i automatycznego typowych dla mowy polskiej przebiegów F0.

Wraz z rozwojem techniki komputerowej opracowane metody analizy sygnału mowy adaptowano stopniowo do wymogów techniki cyfrowej zwiększając jednocześnie ich możliwości analizy. W wyniku tego powstał cyfrowy, formantowy syntezytor mowy, który znalazł zastosowanie

jako wyjście akustyczne z komputera używanego przez osobę niewidomą. System syntezy mowy był stale udoskonalany i po opracowaniu metody konwersji tekstu na mowę dla języka polskiego (TTS), syntezator ten znalazł zastosowanie we wdrożonym praktycznie urządzeniu czytającym pismo drukowane z wyjściem akustycznym (Lektor). Urządzenie to było przeznaczone dla osób niewidzących i niewidomych.

Wiktor Jassem (ur. 1922)



Absolwent Wydziału Filologii Angielskiej Uniwersytetu Jagiellońskiego i Uniwersytetu Wrocławskiego (1948), studia podyplomowe w University College w Londynie (1948-49). 1950 - doktorat (U.Wroc.), 1973 - habilitacja (IPPT), 1975 - profesor nadzw., 1982 - profesor zwyczajny.

W IPPT od 1956 do 1992, kierownik Prac. Fono-graficznej, następnie Pracowni Fonetyki Akustycznej w ZAC, przekształconej w Zakł. Fonetyki Akustycznej w Poznaniu. Równoległe do działalności w IPPT wykłada w Instytucie Lingwistyki Uniwersytetu w Poznaniu i kieruje Zakładem Fonetyki UAM. Współpracuje z Laboratorium Transmisji Mowy Królewskiego Instytutu Technologicznego w Sztokholmie (1960-62). Wykładowca na uniwersytetach w Michigan, Calgary i Kilonii. Wybitny specjalista z zakresu fonetyki akustycznej języka polskiego i angielskiego. Autor 6 monografii, 4 podręczników akademickich i 130 publikacji; redaktor 5-cio tomowej monografii *Speech analysis and synthesis*, red. nauk. Wielkiego Słownika Angielsko-Polskiego i Polsko-Angielskiego.

Janusz Kacprowski (1916-1993)



Elektroakustyk, absolwent Wydziału Elektrycznego PW (1945), Pracownik Instytutu Telekomunikacji, wykładowca na PW (1945-1972), 1957 - doktorat (PW), 1958 - docent, 1962 - profesor. Od 1952 w IPPT, kierownik Prac. Elektroakustyki, a następnie Zakładu

Akustyki Cybernetycznej. Kierował m.in. pionierskimi badaniami nad syntezą formantową głosek języka polskiego wykorzystującą pierwsze w Polsce zbudowane syntezatory SYNFOR.

Dziedziny będące przedmiotem Jego zainteresowań to: problemy związane z pomiarami akustycznymi, a zwłaszcza z przetwornikami stosowanymi do pomiarów fal dźwiękowych i hałasów, analizą, syntezą i automatycznym rozpoznawaniem mowy. Prowadził badania nad praktycznym wykorzystaniem wyników m.in. w praktyce foniatrycznej, do wspomagania diagnostyki lekarskiej. Wyniki swoich badań zawarł w wielu publikacjach naukowych. Autor monografii *Zarys elektroakustyki*.

Od samego początku były prowadzone na szeroką skalę badania fonetyczno-akustyczne i lingwistyczne języka polskiego, które były niezbędne dla opracowania podstaw dwustronnej komunikacji człowiek – komputer, a więc podstaw zarówno syntezy mowy, jak i systemów automatycznego rozpoznawania mowy. Badania koncentrowały się na analizie cech dystyngtywnych jednostek segmentalnych różnego rzędu języka polskiego, to jest głosek, sylab i wyrazów w wyniku czego opracowano szereg algorytmów ich rozpoznawania pod kątem zastosowania w systemach sterowanych głosem. Uzyskane wyniki zostały opublikowane częściowo we wspomnianej monografii *Speech Analysis and synthesis* i w wielu artykułach. Do opracowania algorytmów rozpoznawania mowy, konieczne było wykonanie analiz statystycznych rozkładów częstotliwościowych występowania w mowie polskiej poszczególnych jednostek segmentalnych. Wykonano unikatowe badania analizy frekwencyjnej głosek języka polskiego oraz ich połączeń. Istotny wkład w tej dziedzinie wniosła monografia: *Prawdopodobieństwo subiektywne wyrazów: Podstawowy słownik frekwencyjny języka polskiego* (J. Imiołczyk), 1987. Badania nad rozpoznawaniem mowy dopro-

wadziły do konstrukcji szeregu prototypowych układów doświadczalnych sterowanych sygnałem mowy, o zbiorze leksykalnym, składającym się z kilkudziesięciu wyrazów wymawianych w izolacji. Jednocześnie w celu stworzenia podstaw do rozpoznawania mowy ciągłej opracowano algorytm rozpoznawania jednostek segmentalnych języka polskiego. Stworzono do tego celu, m.in., algorytm automatycznej etykietyzacji sygnału mowy (Labeler), w którym zastosowano niejawne modele Markowa (HMM).

Istotnym wkładem prowadzonych badań nad analizą sygnału mowy jest ich wykorzystanie w celach wspomagania diagnostyki narządu głosu i narządu artykulacyjnego. Opracowano intonograficzną metodę akustyczną wspomagania diagnostyki narządu głosu w przypadkach niedowładów, porażań nerwów krtaniowych. Rozwinięto metody przetwarzania i analizy sygnału mowy pod kątem zastosowań w rehabilitacji medycznej narządu głosu, w lingwistyce stosowanej i wokalistyce. Wyniki badań były opublikowane m.in. w monografii *Akustyka mowy i diagnostyka akustyczna* (red. J. Kacprowski), 1981. W celu opracowania efektywnych metod diagnostyki nosowania (np. w przypadkach rozszczepu podniebienia, niewydolności podniebieno-gardłowej) opracowano komputerowy model artykulacyjny toru głosowego, który później został również wykorzystany jako narzędzie umożliwiające bardziej szczegółową i wszechstronną analizę akustycznych właściwości sygnału mowy. Jednocześnie opracowano algorytm pomiaru i wizualizacji przebiegu zmian nosowości w sygnale mowy o dowolnej rozciągłości. Jest on wykorzystywany w bieżącej praktyce foniatrycznej w Centrum Zdrowia Dziecka.

Wraz z rozwojem korpusowych metod rozpoznawania i syntezy mowy, konieczne było opracowanie i zrealizowanie dla języka polskiego odpowiednich baz danych. Pierwsze bazy (BABEL, ONOMASTICA) zostały stworzone przy współpracy europejskiej. Ponadto, zrealizowano unikatową na skalę światową bazę mowy dzieci głuchych nagranych w wieku szkolnym, a następnie w wieku dojrzałym 20 lat później. Jest ona uzupełniona nagraniami dzieci o różnym stopniu uszkodzenia słuchu i dzieci normalnie słyszących. Baza ta stała się podstawą do prowadzenia szeroko zakrojonych badań nad określeniem akustyczno-fonetycznych komponentów mowy patologicznej u dzieci z uszkodzonym słuchem, a także umożliwiła wykonania szeregu analiz porównawczych, m.in. z danymi pomiarowymi uzyskanymi dla wieku dojrzałego. Wyniki tych badań mają bardzo ważne znaczenie dla rozwoju metod nauczania dzieci z uszkodzonym słuchem mowy oralnej, niezbędnej dla ich funkcjonowania w środowisku osób normalnie słyszących.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Kacprowski J. [red.], *Akustyka mowy i diagnostyka akustyczna*, Warszawa 1981.

Imiołczyk J., *Prawdopodobieństwo subiektywne wyrazów*, IPPT PAN, Warszawa 1987.

Imiołczyk J., *Prawdopodobieństwo subiektywne wyrazów: podstawowy słownik frekwencyjny języka polskiego*, IPPT PAN, Warszawa 1987.

Jassem W., *Fonetyka języka angielskiego*, PWN, Warszawa 1954.

Jassem W. [ed.], *Speech analysis and synthesis*, v.1 (1968), v.2 (1970), v.3 (1973), v.4 (1976), v.5 (1981),

Jassem W., *Podstawy fonetyki akustycznej*, PWN, Warszawa 1973.

Jassem W., *Mowa a nauka o łączności*, PWN, Warszawa 1974.

Jassem W., Gembiak D., *Subiektywne prawdopodobieństwo wyrazów polskich*, IPPT PAN, PWN, Warszawa 1980.

Jassem W., *Wizualizacja mowy i jej zastosowanie*, IPPT PAN, Warszawa 1987.

Kacprowski J., *Zarys elektroakustyki*, Wydawnictwa Komunikacyjne, (wyd.I) Warszawa 1956, (wyd.II) Warszawa 1960.

Kacprowski J., *Zarys elektroakustyki*, Wydawnictwa Komunikacyjne, Kacprowski J., *Parametryczna synteza formantowa spółgłosek nosowych i zwartych w sylabach typu c-v*, rozdział (s. 577-593) w monografii: *Wybrane zagadnienia elektroniki i telekomunikacji*, Prace zespołu uczniów i współpracowników, który stworzył prof. dr J. Groszkowski, Komitet Elektroniki i Telekomunikacji PAN, PWN, Warszawa 1968.

NIENISZCZĄCE BADANIA MATERIAŁÓW

Julian Deputat, Zbigniew Ranachowski

Badania nieniszczące pozwalają wykrywać wady i oceniać własności materiałów i konstrukcji bez uszczerbku dla ich przydatności użytkowej. Stosowanie badań nieniszczących przyczynia się do wzrostu niezawodności i bezpieczeństwa eksploatacji urządzeń technicznych. Do wykrywania pęknięć, obcych wtrąceń, wad połączeń, korozyjnych ubytków grubości, zmian struktury czy obniżenia własności wytrzymałościowych materiału wykorzystuje się szereg metod badań nieniszczących opartych na różnych zjawiskach fizycznych. Najbardziej rozpowszechnione są metody: radiograficzna, ultradźwiękowa, elektromagnetyczna, penetracyjna i emisji akustycznej.

Prace nad rozwojem technik badań nieniszczących były prowadzone od początku istnienia Instytutu. W pierwszym okresie badania skoncentrowane były głównie na poznaniu zjawisk, na których opiera się metoda ultradźwiękowa, na opracowaniu technik wykrywania wad w różnych materiałach i wyrobach a także na opracowaniu aparatury do badań naukowych i zastosowań przemysłowych (defektoskopia ultradźwiękowa). W miarę rozwoju badań nieniszczących i wzrostu potrzeb przemysłu prowadzono prace nad opanowaniem innych metod, a technika ultradźwiękowa była stosowana także do badania własności, struktury i stanu materiałów technicznych.

Defektoskopia ultradźwiękowa

Zdzisław Pawłowski (1923 – 1998)



Absolwent Wydz. Komunikacji Politechniki Krakowskiej (1950). Pracownik naukowy AGH. Od 1951 WAT. W IPPT w latach 1962–1993, kierownik Pracowni a następnie Zakładu Badań Nieniszczących. 1962 – doktorat (IPPT), 1970 – habilitacja, 1975 – profesor nadzwyczajny. Inicjator nurtu

badania nieniszczących w Konferencjach Wytrzymałościowych organizowanych przez PAN i SIMP. Organizator corocznych Krajowych Konferencji Badań Nieniszczących. (red. Nacz. zeszytów „*Badania Nieniszczące*”) oraz VII IC NDT (Międzynarodowej). Prezydent (1970–1973) a od 1982 czł. Honorowy IC NDT. Przewodniczący Komisji Problemowej przy PKN. Autor ponad 150 publikacji, 5 patentów, współtwórca szeregu nowatorskich konstrukcji (w tym defektoskopów ultradźwiękowych).

Rozwój badań nieniszczących i szybki wzrost ich zastosowań rozpoczął się po drugiej wojnie światowej, w znacznej mierze w oparciu o osiągnięcia techniki wojskowej.

W Pracowni Akustyki, organizującego się w tym czasie IPPT PAN, skonstruowano pierwszy polski defektoskop ultradźwiękowy (rok 1950, prof. Leszek Filipczyński). Był to w istocie ultradźwiękowy radar. Opracowane w IPPT defektoskopy ultradźwiękowe były produkowane seryjnie i stały się podstawą do wprowadzenia ultradźwiękowych badań nieniszczących w polskim przemyśle. Jedno z pierwszych zastosowań to systematyczne badania eksploatowanych osi i kół kolejowych, dla wczesnego wykrywania pęknięć zmęczeniowych. Badania te miały wielkie znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu i niezawodności wyeksploatowanego w czasie wojny taboru. Rozpoczęto badania wyrobów hutniczych i konstrukcji stalowych. O badania nieniszczące upominały się: nękana

awariami energetyka, przemysł stoczniowy i chemiczny. W roku 1953 IPPT zorganizował

pierwszą Konferencję Techniki Ultradźwiękowej. W tym samym roku w Brukseli odbyła się pierwsza międzynarodowa konferencja badań nieniszczących. Pierwszym przedstawicielem Polski w Międzynarodowym Komitecie Badań Nieniszczących (ICNDT) został prof. Ignacy Malecki.

Konstruowano pierwsze układy do badań zmechanizowanych. Dla przemysłu lotniczego opracowane zostały spektroskopy ultradźwiękowe, a dla budownictwa betonoskopy. Zbudowano defektoskopy i grubościomierze tranzystorowe. Aparatura ultradźwiękowa była produkowana w trzech firmach (Radiotechnika, Inco i Unipan). Pracownicy IPPT stanowili centrum doradcze dla producentów i użytkowników aparatury ultradźwiękowej. Organizowane były szkolenia krajowych i zagranicznych operatorów badań nieniszczących. Opracowano materiały szkoleniowe i podręczniki. Przykładem jest monografia L. Filipczyński, Z. Pawłowski, J. Wehr "Ultrasonics methods of testing materials", Butterworths, London 1966, i skrypty dotyczące badań ultradźwiękowych. Od 1956 roku odbywają się coroczne konferencje badań nieniszczących; organizowane są kursy i semina-ria.

W pracowni Akustyki Fizycznej (W. Pajewski) hodowano i szlifowano kryształy piezoelektryczne, wytwarzano ceramikę piezoelektryczną i przygotowywano przetworniki ultradźwiękowe.

Wacław Kołtoński (1920-1999)



Absolwent PW (1949), 1959 – doktorat, 1965 – habilitacja, 1974 – profesor. Przez cały okres pracy w IPPT (1953-1990) kierownik Samodzielnej Pracowni Geoakustyki. Tematyka działalności badawczej: wykorzystanie zjawisk akustycznych dla potrzeb górnictwa, geologii inżynierskiej, geofizyki i budownictwa, m.in. metoda kontroli wymiarów i szczelności płaszcza mroźniowego (przy głębieniu szybów w Legnickim Okręgu Miedziowym), badania ciągłości struktury pali fundamentowych, badania geometrii i szczelności otworów eksploatacyjnych (czesłowska kopalnia rud uranu), wykorzystanie pomiarów emisji akustycznej do prognozowania utraty stateczności masywów skalnych. Autor 60 oryginalnych prac, 42 prac popularnonaukowych i 7 patentów. Członek Komitetu Geofizyki PAN.

Rozwijano badania z zakresu innych metod badań nieniszczących. Powstały pierwsze polskie prace dotyczące badań materiałów metodą emisji akustycznej (Z. Pawłowski), szumów magnetycznych Berkhausena czy podczerwieni. Opracowano i wdrożono wiele nieniszczących technik badania. Do ważniejszych należą: technika kontroli jakości zgrzein punktowych, lasek popychaczy i butli ciśnieniowych; metoda badania wlewek metali kolorowych; technika wyznaczania rozmiaru ziarna; metoda oceny wytrzymałości żeliwa; sposób i urządzenie do automatycznych badań przyczepności w alferowanych cylindrach silników, oraz metody ultradźwiękowe badania jakości połączeń spawanych. Pracownicy Zakładu organizowali szkolenie przemysłowego personelu badań nieniszczących i uczestniczyli w pracach normalizacyjnych. Równoległe z pracami nad rozwojem metod i aparatury do badań nieniszczących prowadzone były badania zjawisk związanych z rozchodzeniem się fal ultradźwiękowych, opisem wiązki fal w ciele sta-

łym, badania procesów kumulacji uszkodzeń w czasie eksploatacji materiałów, mechanizmów pochłaniania i rozpraszania fal ultradźwiękowych w kryształach i badania procesów oddziaływania dyslokacji z defektami punktowymi. Zauważono i zbadano własności zjawiska wpływu oświetlenia na tłumienie i prędkość fal ultradźwiękowych (J. Deputat).

Wyrazem uznania dla polskich osiągnięć było powierzenie Polsce przewodnictwa pracami Międzynarodowego Komitetu Badań Nieniszczących (przewodniczący Z. Pawłowski) i organizacji Światowej Konferencji Badań Nieniszczących w roku 1973.

Powstała aparatura do ultradźwiękowych badań górotworu (W. Kołtoński). Była ona wykorzystywana do badania własności sprężystych i tłumienia w skałach, do śledzenia zmian własności górotworu podczas wierceń poszukiwawczych i robót górniczych, do monitorowania grubości zamrożonego płaszcza w czasie drążenia szybów kopalnianych (Legnicko-Głogowskie Zagłębie Miedziane), wymiarowania podziemnych komór pozostających po wylugowaniu złóż soli i do monitorowania stanu obiektów hydrotechnicznych.

Nowe techniki i nowe zastosowania badań ultradźwiękowych

Opisano teoretycznie i wyznaczono doświadczalnie zależności między parametrami obwiedni echa i rozmiarem wykrytej wady (J. Szelażek, J. Deputat). Otrzymane wyniki pozwoliły na sformułowanie zasad ilościowej oceny rozmiarów i charakteru nieciągłości wykrywanych w materiałach i połączeniach. Zbadano rozchodzenie się ultradźwiękowych fal objętościowych i płytowych w warstwowym połączeniach klejonych i sformułowano zasady oceny wytrzymałości takich połączeń (A. Pilarski). Zbadano zjawiska występujące przy krytycznych kątach padania wiązki fal ultradźwiękowych na granicę ciecz-ciało stałe. Wyznaczono rozkłady ciśnienia w wiązce odbitej i przesunięcia wiązki odbitej względem wiązki padającej. Wyniki badań były podstawą do zaprojektowania oryginalnego przyrządu do precyzyjnych pomiarów prędkości fazowej fal powierzchniowych (produkowany w Techpanie refraktometr ultradźwiękowy). Za pomocą refraktometru zbadano anizotropię akustyczną i wyznaczono wartości stałych sprężystości wielu monokryształów i materiałów technicznych (A. Brokowski i J. Deputat – nagroda Sekretarza Naukowego PAN i Mistrz Techniki w latach 1979 i 1982). Opracowano metodę wykrywania zmian strukturalnych w elementach o skomplikowanym kształcie opartą na pomiarze czasu rewerberacji impulsów fal ultradźwiękowych. Metoda ta została zastosowana do wykrywania korozji międzykrystalicznej w łopatkach turbin silników odrzutowych (J. Deputat).

Opracowano metodę wykrywania nieciągłości materiału w elementach uzbrojenia o skomplikowanym kształcie (Nagroda Ministra Obrony Narodowej 1983 – A. Brokowski, J. Deputat, Z. Pawłowski). Znalaziono związki między prędkością różnych typów fal ultradźwiękowych w metalach technicznych i teksturą metali polikrystalicznych (J. Lewandowski). Związki te są wykorzystywane w badaniach tekstury odkształconych plastycznie metali.

Opisano rozkład naprężenia w wiązce fal ultradźwiękowych rozchodzących się w cieple stałym i zaproponowano sposoby obliczania poprawek dyfrakcyjnych przy wyznaczaniu wartości współczynnika tłumienia i prędkości fal ultradźwiękowych. Zbudowano szerokopasmowe głowice ultradźwiękowe i zastosowano metody cyfrowej analizy impulsu do badania własności materiałów kompozytowych na bazie diamentu (S. Mackiewicz). Opracowano aparaturę do automatycznych pomiarów prędkości fal ultradźwiękowych metodą cyrkulacji impulsu, nakładania impulsów i przy wykorzystaniu przejścia przez zero (P. Gutkiewicz). Pracownicy IPPT wykonali wiele ekspertyz z zakresu badań ultradźwiękowych, brali udział w opracowaniu norm, uczestniczyli w projektach badawczych i wdrożeniowych. Do ważniejszych należą udziały w pracach nad ultradźwiękowym robotem diagnostycznym do oceny stanu eksploatowanych rurociągów, w projektach Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej z zakresu badań nieniszczących, Europejskiego Instytutu Ko-

lejnictwa (J. Deputat), Federalnej Administracji Kolejnictwa i Narodowego Instytutu Standardów (J. Szelażek).

Ultradźwiękowe pomiary naprężeń - system DeBro

Zbudowano aparaturę pozwalającą mierzyć czas przejścia fal ultradźwiękowych w warunkach przemysłowych z dokładnością do jednej nanosekundy. Uzyskanie takiej dokładności pomiaru podczas badania wyrobów hutniczych i elementów eksploatowanych maszyn jest warunkiem skuteczności zastosowania ultradźwiękowych pomiarów naprężeń w przemyśle. Obok rozwiązań elektronicznych (K. Mizerski, A. Bartosiewicz) decydujące znaczenie miała tu oryginalna metoda pomiaru czasu przejścia podpowierzchniowych fal ultradźwiękowych umożliwiająca minimalizację wpływu chropowatości powierzchni na wynik pomiaru (A. Brokowski, J. Szelażek). Za pomocą tej aparatury zbadano własności zjawiska elastoakustycznego w zakresie odkształceń sprężystych i plastycznych stali, wyznaczono stałe sprężystości trzeciego rzędu i współczynniki elastoakustyczne metali konstrukcyjnych. Wyniki badań były podstawą opracowanego sposobu ultradźwiękowych pomiarów naprężeń własnych (J. Deputat). Twórcy metody i aparatury do ultradźwiękowych pomiarów naprężeń (system DeBro) uzyskali nagrodę Sekretarza Naukowego Akademii Nauk i nagrodę Mistrz Techniki (A. Brokowski, J. Deputat, K. Mizerski, J. Szelażek, A. Bartosiewicz – 1989 r. i 1994 r.). Układy pomiarowe tego systemu są chronione patentami krajowymi i zagranicznymi. Budowana aparatura jest wykorzystywana w wielu ośrodkach do pomiarów naprężeń własnych w szynach (Huta Katowice, Thyssen, Krupp, British Steel, Sacilor – Francja, Voest-Alpine – Austria), do badania własności nowych stopów metali, do badania naprężeń spawalniczych i pól naprężeń cieplnych (Cape Town University), do badania poziomu naprężeń własnych w wieńcach nowych i eksploatowanych monoblokowych kół kolejowych (PKP, Union Pacific – USA, DB – Niemcy, Bohumin – Czechy, Voest-Alpine – Austria, MAV – Węgry, BHP – Australia), a także do zastosowań specjalnych w programach departamentu obrony USA (Westinghouse Bettis Nuclear Power Laboratory). Badania ultradźwiękowe pozwalają na dostatecznie wczesne wycofanie z eksploatacji kół z niebezpiecznymi naprężeniami rozciągającymi. Naprężenia takie powstają w wyniku uderzeń cieplnych podczas intensywnego hamowania. Opracowaną w IPPT metodą i aparaturą wykonano pierwsze badania rozwoju obwodowych naprężeń własnych w wieńcach kół monoblokowych. Metoda ta została uznana przez Europejską Unię Kolejową w badaniach odbiorczych zestawów kołowych i jest zalecana przez normę europejską CEN 13262.

Za pomocą aparatury systemu DeBro wykonano też pionierskie badania naprężeń termicznych w torze szyn ciągle spawanych (USA, Szwecja, Polska). Badania te mają ważne znaczenie dla uniknięcia wyboczeń toru (J. Szelażek). Ultradźwiękowe badania naprężeń własnych w odkuwkach doprowadziły do opracowania sposobu oceny skłonności do utraty kształtu przez wały okrętowe w wyniku relaksacji naprężeń własnych w czasie eksploatacji (J. Deputat, M. Adamski).

Emisja akustyczna

W badaniach metodą emisji akustycznej o własnościach i stanie badanego obiektu wnosi się na podstawie sygnałów akustycznych powstających w materiale tego obiektu. Impulsy akustyczne powstają w procesach kumulacji uszkodzeń w czasie odkształcania materiału (generacja i anihilacja dyslokacji), podczas tworzenia się mikropęknięć i rozwoju pęknięć makroskopowych. Po-

nadto w procesach tych przy wzajemnym przemieszczaniu się fragmentów ośrodka generowane są sygnały emisji akustycznej wywołane tarcem. W IPPT badania metodą emisji akustycznej rozpoczęto w połowie lat siedemdziesiątych. Wykonano badania zmian emisji akustycznej w procesie rozwoju wad makrostruktury i czasie prób zmęczeniowych stali i aluminium (P. Karpiniuk, G. Funke).

Pod koniec lat siedemdziesiątych J. Ranachowski zapoczątkował badania procesów pękania tworzyw ceramicznych metodą emisji akustycznej. Zaproponowano sposób wykorzystania tej metody do wyznaczania współczynnika intensywności naprężeń i sposób oceny własności eksploatacyjnych ceramiki. Podjęto budowę krajowej aparatury do badań metodą emisji akustycznej. Powstałe w IPPT rozwiązania są chronione patentami.

Jerzy Ranachowski (1926–2000)



Absolwent Politechniki Wrocławskiej (1951), doktorat – 1964, habilitacja – 1968, 1977 – prof. nadzw., 1987 – prof. zwyczajny. 1951–1968 pracownik naukowy Instytutu Elektrotechniki w Warszawie. Od 1969 w IPPT, kierownik Zakładu Akustyki Fizycznej (1976–1977), z-ca dyrek-

tora ds. naukowych (1977–1988), dyrektor Ośrodka Rozwoju Techniki IPPT (1985–1991), dyrektor Centrum, a następnie Ośrodka Akustoelektroniki (1991–1997). Przew. Komitetu Materiałów Elektrotechnicznych, z-ca Przew. Komitetu Akustyki PAN (1982–2000).

Badał związki między własnościami tworzyw ceramicznych, polimerów, kompozytów a elementami mikrostruktury; opracowywał technologie materiałów ceramicznych dla przemysłu elektrotechnicznego, rozwijał metody badań mikroskopowych, akustycznych i wytrzymałościowych, opracował unikalną aparaturę do badań materiałowych metodami emisji akustycznej. Autor 180 prac, 8 książek, 20 patentów i 300 ekspertyz. Promotor 6 doktoratów.

W wyniku badań emisji akustycznej towarzyszącej rozwojowi pęknięć zmęczeniowych w szynach kolejowych i stalowych elementach konstrukcji lotniczych zidentyfikowano pięć rodzajów aktywności źródeł emisji akustycznej w czasie odkształcenia plastycznego (Sz. Pilecki). Zbadano emisję akustyczną związaną z postępującą korozją naprężeniową. Opracowano metodę wykrywania procesu degradacji stali o wysokiej wytrzymałości w wyniku wchłaniania wodoru. Badania emisji akustycznej w skałach podczas budowy szybów górniczych (W. Kołtoński) stwierdziły aktywność źródeł emisji akustycznych w procesach lokalnej utraty stateczności. Opracowane techniki rejestracji sygnałów emisji akustycznej górotworu i wyniki prac badawczych (Z. Ranachowski) są wykorzystywane w programach zapewnienia bezpieczeństwa robót górniczych. Istotne znaczenie dla rozwoju wiedzy o emisji akustycznej mają prace teoretyczne zespołu kierowanego przez I. Maleckiego. Uporządkowano matematycznie opis modeli źródeł emisji akustycznej, opracowano metodykę generacji wzorcowych sygnałów i zbadano wrażli-

wość zbioru deskryptorów sygnałów emisji akustycznej na zmiany interesującej cechy badanego obiektu.

Wzrost zastosowań emisji akustycznej jest związany z adaptacją komputerowych procedur klasyfikacji rejestrowanych sygnałów emisji akustycznej z wykorzystaniem sieci neuronowych. Opracowano program automatycznie klasyfikujący fragmenty sygnału emisji akustycznej na podstawie informacji zakodowanej uprzednio w procesie uczenia dwuwarstwowej sieci neuronowej. Automatyczną klasyfikację sygnałów emisji akustycznej zastosowano w badaniach sygnałów generowanych w czasie zmian temperatury betonu, w wyniku naświetlania węgla krzemu wiązką lasera i w badaniach sygnału biologicznego określanego jako „uszne wywołane emisje

akustyczne” (Z. Ranachowski). Badania tych ostatnich sygnałów pozwalają ocenić sprawność działania ślimaka usznego – organu trudno dostępnego dla innych metod diagnostycznych. W wyniku badań emisji akustycznej ośrodków wielofazowych (F. Rejmund, J. Rzeszotarska, P. Ranachowski) zaproponowano kilka nowych zastosowań tej metody. Przykładami są monitorowanie wytwarzania ultracienkich warstw tetraetylokrzemowych wykorzystywanych w nanotechnologii oraz śledzenie przemian fazowych zachodzących w czasie obróbki termicznej steatytowych i kordierytowych mas ceramicznych.

Wybrane monografie, wydawnictwa książkowe i patenty

Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., *Ultrasonic methods of testing materials*, Butterworths, London 1966.

Deputat J., Merkulow L.G., Pawłowski Z., Thompson D.O., Truell R., *Internal friction in materials*, Ossolineum, Warszawa 1968.

Deputat J., *Badania ultradźwiękowe*, Podstawy, Gliwice-Chorzów 1979.

Deputat J., Brokowski A., *Refraktometr ultradźwiękowy*, Patent PL 107631.

Ranachowski J., Adamczyk E., Ranachowski Z., *Urządzenie do badania wytrzymałości mechanicznej próbek materiałów*, Patent PL 1555864.

Deputat J., Brokowski A., Mizerski K., *Method of measurement of residual stress in the material of the object under test*, US Patent 4,926,692, EUR patent 0.242 807, Japan Patent 1833750, Australia Patent 597 636.

Brokowski A., Szelażek J., *Set of ultrasonic probeheads for measurements of times of flight of ultrasonic pulses*, US Patent 5,549,001, EUR patent 0.576.627.

Ranachowski J. [red.], *Elektroceramika – własności i nowoczesne metody badań*, PWN, Warszawa 1981.

Malecki I., Ranachowski J., *Emisja akustyczna, źródła, metody, zastosowania*, Pascal, Warszawa 1994.

FALE ELEKTROMAGNETYCZNE I ELEKTROMECHANICZNE

Andrzej Turski

W wyniku intensywnych badań na potrzeby wojny (zwanej „wojną fizyków i technologów”) nastąpił znaczny postęp w zakresie technik mikrofalowych, radiolokacji (radary) i elementów elektronicznych niezbędnych do ich rozwoju: klustronów, magnetronów wnekowych, falowodów, rezonatorów i anten mikrofalowych. W latach powojennych rozwijały się intensywne badania teoretyczne i technologiczne w tym zakresie przyczyniając się nie tylko do rozwoju nowych technik militarnych, ale również profitowały w nowej technologii na użytek cywilny. Radary meteorologiczne, radiolokacja morska i lotnicza, radary i lidary do badania jonosfery, magnetosfery i obiektów astronomicznych, techniki laserowe, optoelektronika, telewizja i radio UKF, telefonia komórkowa, piecyki mikrofalowe i ultrasonografia – to tylko niektóre zastosowania tych badań. Grupa profesorów, której przewodzili J. Groszkowski, I. Malecki i P. Szulkin podjęła się organizacji programu badawczego w IPPT w zakresie badań podstawowych dotyczących radio- i elektrotechniki a w szczególności teorii i zastosowań pól elektromagnetycznych.

Zakład Elektrotechniki Teoretycznej (pod kierunkiem prof. P. Szulkina), późniejszy Zakład Teorii Łączności (pod kierunkiem prof. S. Manczarskiego, a potem K. Bochenka), prowadził badania z zakresu: teorii telekomunikacji, obwodów i sieci elektrycznych, teorii anten i obwodów ultrakrótkofalowych, teorii propagacji fal radiowych, teorii radiotechniki i automatyki oraz teorii pola elektromagnetycznego. Powstały seryjne wydawnictwa monograficzne: *Zagadnienia Techniki Fal Ultrakrótkich* i *Zagadnienia Elektrotechniki Teoretycznej* (do 1985 r.) przynosząc wiele wartościowych pozycji dla polskiej literatury naukowej. W Zakładzie Teorii Łączności (obecnie Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych) rozwijane były badania w dziedzinie: magnetohydrodynamiki i teorii plazmy, teorii dyfrakcji i elektrodynamiki ośrodków anizotropowych, teorii anten i propagacji fal w jonosferze.

Nie sposób opisać, co w zakresie objętym tytułem tego rozdziału robiono od założenia Instytutu, nie wprowadzając klasyfikacji materii. Spróbujemy, więc opis wybranych wydarzeń przedstawić w następujących podrozdziałach:

- anteny, falowody i linie transmisyjne,
- dyfrakcja i potencjały Hertza,
- optoelektronika,
- podzespoły radioelektroniczne z akustyczną falą powierzchniową,
- atomowe wzorce częstotliwości,
- dynamika plazmy, grupy symetrii, fale nieliniowe i chaos,
- fraktale, frakcjonaty i faktoryzacja,

Nie omawiamy tu ogromnego dorobku profesora J. Groszkowskiego – jednego z Założycieli Instytutu (m. in. wypowiedzenie 10 doktorów w IPPT !) i dorobku jego bezpośrednich współpracowników z Zakładu Elektroniki (prof. W. Rosiński) oraz z późniejszego Zakładu Magnetyków (A. Smoliński). Jakkolwiek to właśnie w Zakładzie Elektroniki IPPT (będącego wówczas w „unii personalnej” z Katedrą Radiolokacji PW) powstał w 1953 pierwszy polski tranzystor, to jednak

osiągnięcia te należą, w pierwszym rzędzie, do dorobku obecnego Wydziału Elektroniki i Technik Informatycznych P.W., a także – wyrosłego z IPPT – Instytutu Technologii Elektronicznej. Zainteresowanych odsyłamy do rocznicowego tomu naszego równolatka – WEiTI PW.

Anteny, falowody i linie transmisyjne

Prekursorem teorii anten w tej grupie był inż. Krystyn Bochenek, (czynię wyjątek, podając ulubioną formę sygnowania dokumentów – niezależnie od posiadanych stopni i tytułów) natomiast konstruktorem i projektodawcą anten radiowych był S. Manczarski – już od lat międzywojennych. Wiele anten radiowych Polskiego Radia i telekomunikacyjnych Poczty Polskiej było wykonanych wg projektów i konstrukcji S. Manczarskiego. Następnie S. Pogorzelski, uczeń i współpracownik K. Bochenka, rozwijał teorię i konstrukcje anten mikrofalowych. Pierwsze prace teoretyczne dotyczyły anten cylindrycznych, dipolowych i reflektorowych (K. Bochenek, E. Pelzner). Tematyka problemów odwrotnych znalazła zastosowania w projektowaniu optymalnych systemów antenowych.

Krystyn Bochenek (1925 – 1966)



Absolwent Wydz. Elektrycznego P. Gdańskiej (1948), 1954 – doktorat (PW), 1955 – docent w PAN, 1963 – prof. nadzwyczajny. W IPPT od 1954 do 1957 i od 1960 (w międzyczasie w WAT), kier. Prac. Teorii Pola Elektromagnetycznego w Zakładzie Elektrotechniki Teoretycznej, a od 1964

p.o. kier. Zakładu Teorii Łączności. Wybitny specjalista w dziedzinie teorii i zastosowań fal EM (asymptotyczne własności, fale uderzeniowe, propagacja w ośrodkach zjonizowanych, promieniowanie, anteny, falowody i linie transmisyjne). Wykładowca. Konstruktor maszyny analogowej ARAL, jednej z trzech pierwszych maszyn matematycznych w Polsce. Organizator konferencji z teorii fal EM. Od 1954 sekretarz Pol. Komitetu Narodowego URSI (Międzynarodowa Unia Nauk Radiowych). Czł. założyciel i sekretarz generalny PTET i S (od roku 1961). Autor ponad 40 publikacji naukowych oraz monografii „Metody analizy pól elektromagnetycznych”, promotor 10 doktoratów.

Przedstawiono oryginalne rozwiązania zagadnień rozkładu źródeł wtórnych na nieidealnie przewodzącej ziemi oraz super-kierunkowości anten, szczególnie użytecznych w radiolokacji nisko lecących obiektów oraz radionawigacji lotniczej (L. Węgrowicz). W wyniku współpracy z Obserwatorium Astronomicznym U.J. w Krakowie zmodernizowano i uruchomiono antenę radioteleskopową (L. Węgrowicz).

Teoria linii transmisyjnych (fale TEM i fale quasi-TEM w przypadku stratnym) była analizowana przy zastosowaniu metod odwzorowań konforemnych do wyznaczania impedancji tych linii o różnych kształtach przekroju poprzecznego – obszaru wielospójnego (K. Bochenek, J. Smolarska-Krzyżowska, E. Pelzner). Badano propagację fal TEM w liniach przesyłowych (E. Pelzner), jak również propagację nieciągłości w nieliniowych, stratnych liniach transmisyjnych. Otrzymano fale uderzeniowe dla quasi-liniowego układu równań hiperbolicznych opisującego te linie (H. Kudrewicz). Teorio-polowe traktowanie układów stratnej linii koncentrycznej sprowadzono do

badania zespolonych biegunów związków dyspersyjnych i określono tłumienie tej linii w zależności od jej parametrów (B. Jaskorzyńska-Dziedzińska).

Teoria falowodów (fale TE + TM) była uprawianym przedmiotem od zarania Instytutu. Początki tej działalności dotyczą rozwiązań asymptotycznych – do tej pory oryginalnych – dla ściśle postawionego problemu brzegowego (ciągłość składowych stycznych pola) dla falowodów kołowych (A. Turski).

Stwierdzono malenie tłumienia modów symetrycznych (TE_{0n}) ze wzrostem częstotliwości fali. Jednak ze względu na niestabilności tych modów nie spełniły się oczekiwania w długozasięgowej propagacji sygnałów świetlnych. W wyniku analizy stabilności modów w stratnych falowodach prostokątnych z nieciągłościami określono niestabilne mody w tych układach (A. Turski). Późniejsze badania analityczne i numeryczne układów falowodowych z nieciągłościami doprowadziły do wyników przydatnych do transmisji i konstrukcji elementów mikrofalowych (M. Sowiński, T. Jabłoński).

W wyniku współpracy z Głównym Instytutem Górnictwa i kopalnią „Wujek” opracowano model pobudzania i propagacji fal radiowych w chodniku kopalnianym z dwuprzewodową linią transmisyjną oraz systemem anten dipolowych (VLF) rozmieszczonych wzdłuż chodnika. Na podstawie tych modeli sformułowano wnioski techniczne dla realizacji systemu łączności radiowej w gazowych kopalniach węgla kamiennego.

W współpracy z Wojskową Akademią Techniczną, prowadzono prace nad teorią ścian antenowych, to jest periodycznych rozkładów metalowych elementów radiacyjnych umieszczonych na lub zagrzebanych w wielowarstwowym ośrodku dielektrycznym (W. Nasalski, M. Wnuk, 1999). Przy pomocy spektralnej metody Galerkin, opracowano teorię działania takich struktur, z uwzględnieniem ich skończonych rozmiarów i dwuwymiarowej periodyczności rozkładu indywidualnych elementów radiacyjnych struktury antenowej.

Dyfrakcja i potencjały Hertza

Jednym z intensywnie eksplorowanych w Zakładzie obszarów teorii pola EM były zagadnienia rozpraszania EM na nieciągłościach ośrodków. Prace prowadzono w trzech kierunkach:

- opracowanie metod analizy pól EM,
- konstruowanie rozwiązań ścisłych dla kanonicznych zagadnień dyfrakcyjnych,
- znajdowanie rozwiązań asymptotycznych dla zagadnień modelowych.

Najistotniejsze prace w pierwszym z wymienionych kierunków koncentrowały się na sposobach opisu pól EM w złożonych ośrodkach przy pomocy potencjałów skalarnych. W szczególności rozwiązano problem wyrażania pól EM w ośrodkach żyotropowych poprzez potencjały Hertza (S. Przeździecki, J.K. Frąckowiak). W ramach drugiego kierunku niewątpliwym osiągnięciem był znaleziony sposób konstruowania trójwymiarowych rozwiązań ścisłych dla pewnej klasy zagadnień dyfrakcji na przewodzących ekranach, występujących w ośrodkach o skomplikowanej strukturze. Opracowana metoda okazała się skuteczna w przypadku analizy dyfrakcji EM fali płaskiej, padającej ukośnie na krawędź przewodzącej półprzestrzeni, umieszczonej w ośrodku anizotropowym, w ogólnym ośrodku żyotropowym, a także w ośrodku chiralnym (S. Przeździecki). Metody tej użyto z powodzeniem także w zagadnieniu dyfrakcji fal EM na półprzestrzeni występującej na granicy ośrodka izotropowego i anizotropowego (B. Jaskorzyńska-Dziedziaczek), oraz w zagadnieniach dyfrakcji na ekranie z krawędzią krzywoliniową, umieszczonej na granicy dwóch różnych ośrodków dielektrycznych (A. Ciarkowski – praca habilitacyjna). Prowadzono także analizę zależności rozwiązań zagadnień kanonicznych od parametrów charakterystycznych. W szczególności dla zagadnień dyfrakcji na półprzestrzeni impedancyjnej przeanalizowano zależność rozwiązania od zespolonego parametru impedancyjnego, znajdując przedłużenie analityczne znanego w literaturze rozwiązania z parametrem rzeczywistym na dwupłatawą zespoloną powierzch-

nię Riemanna (H. Kudrewicz). W ramach trzeciego kierunku konstruowano przybliżone rozwiązania asymptotyczne wybranych zagadnień brzegowych, korzystając z geometrycznej teorii dyfrakcji i bardziej zaawansowanej jednolitej geometrycznej teorii dyfrakcji. W szczególności skonstruowano asymptotyczną reprezentację pola ugiętego na przewodzącym klinie, obowiązującą zarówno z dala od granicy cienia fali padającej i fal odbitych od ścian klina jak i w ich otoczeniu (A. Ciarkowski). Jednolite metody asymptotyczne są aktualnie wykorzystywane w pracy badawczej w Instytucie do analizy rozchodzenia się w ośrodkach dyspersyjnych EM sygnałów niestacjonarnych (A. Ciarkowski). Na uwagę zasługuje współpraca z kanadyjskim NRCC zakończona wspólnymi publikacjami o dużym znaczeniu (S. Przeździecki, R. Hurd).

Optoelektronika

Zastosowanie metody Wienera-Hopfa-Hilberta, z powodzeniem rozwijanej i stosowanej w Zakładzie Teorii Fal Elektromagnetycznych (S. Przeździecki), pozwoliło na otrzymanie ściślejszych rozwiązań zagadnień rozpraszania jednorodnych i niejednorodnych (wypływowch, powierzchniowych) fal elektromagnetycznych na skokowych nieciągłościach impedancyjnych (W. Nasalski). Tego typu prace, w połączeniu z prowadzonymi uprzednio badaniami nad holografia ultradźwiękowa (W. Nasalski, J. Zieniuk), doprowadziły do podjęcia szeregu tematów z pogranicza elektromagnetyzmu, optyki i akustyki, takich jak rozpraszanie na nieciągłościach falowodowych, propagacja wiązek i impulsów optycznych, teoria ścian antenowych. Opracowano podstawy liniowej optyki pierwszego rzędu dla granic dielektrycznych (W. Nasalski, W. Samborski) i nieliniowej optyki pierwszego rzędu dla (bezabercyjnej) propagacji w ośrodku typu Kerra (W. Nasalski). Sformulowano podstawy teorii oddziaływania trójwymiarowych wiązek optycznych z granicą dielektryczną, w przypadku nieliniowym tej konfiguracji otrzymano potwierdzenie występowania bi-stabilności optycznej (W. Nasalski).

Podzespoły radioelektroniczne z akustyczną falą powierzchniową

Teoretyczne badania falowych zagadnień elektrodynamiki, podejmowane od założenia Instytutu w zespole prowadzonym przez K. Bochenka, a po nim przez jego wychowanków, w ostatnich 15. latach objęły także teorię podzespołów radioelektronicznych z akustyczną falą powierzchniową. Należy tu wymienić w pierwszym rzędzie wyniki dotyczące teorii sprężystych fal powierzchniowych i elementów techniki powierzchniowo-falowej (E. Danicki, W. Laprus). Publikowano je w czasopismach o randze światowej (J. Appl. Phys., 1997; J. Acoust. Soc. Am., 1996, 1998, 1999) i przedstawiano na ważnych konferencjach międzynarodowych, głównie IEEE Ultrasonics Symposia.

W zakresie badań eksperymentalnych i wdrożeniowych opracowano nowatorską dyspersyjną linię opóźniającą z falą powierzchniową (E. Danicki) dla radarów produkowanych w Przemysłowym Instytucie Telekomunikacji w Warszawie.

Atomowe wzorce częstotliwości

We wczesnych latach istnienia Instytutu uprawiano tematykę drgań elektrycznych i stabilizacji częstotliwości drgań. Z tej tematyki – w latach sześćdziesiątych – powstała tematyka badawcza atomowego wzorca częstotliwości. Badania te dotyczyły generacji spójnego promieniowania elektromagnetycznego, uzyskiwania zbiorów atomów (molekuł) o własnościach odpowiednich dla

definicji czasu oraz jednoznacznego sprzężenia dla wymiany energii pola i zbioru. Jednoznaczność odwzorowania struktury budowy atomów za pomocą parametrów drgającego pola EM jest miernikiem jakości wzorca. Przyjmuje ona wielkości rzędu 10^{-10} do 10^{-15} . Równolegle rozwiązywano problemy miernictwa własności sygnałów wzorcowych. Zbudowano-oparty na maszynie cyfrowej układ do precyzyjnych pomiarów tych własności. Główny wysiłek skierowano na problem zbioru atomowego i problem jednoznaczności w przeniesieniu wymiarów budowy atomów na wzorcowy sygnał elektromagnetyczny. Badania ograniczono do wodoru i cezu. Opracowano technikę i technologię wytwarzania wiązek atomowych, polaryzacji i detekcji stanu polaryzacji tych wiązek, pobudzenie polem elektromagnetycznym. Badano efekty Zeemana, Blocha-Siegerta, Dopplera (prosty i relatywistyczny). Uzyskane rezultaty pozwoliły na realizację i upowszechnienie w Polsce fizycznej jednostki czasu (częstotliwości) zdefiniowanej własnościami atomów cezu Cs 133 (A. Chachulski, S. Hahn, R. Kuński). W roku 1972 oddano do eksploatacji w ramach Krajowego Systemu Częstotliwości Wzorcowej atomowy czesowy wzorzec częstotliwości typu stacjonarnego. Dalsza działalność tego zespołu została przeniesiona do Zakładu Doświadczalnego TECHPAN (patrz w Rozdz. „Działalność wdrożeniowa”).

Dynamika plazmy, grupy symetrii, fale nieliniowe i chaos

Badania w tym zakresie rozpoczął K. Bochenek. Przedstawił wiele cennych wyników w zakresie magnetohydrodynamiki, ośrodków zjonizowanych i fal uderzeniowych. Obszerne omówienie tych prac można znaleźć w pieczołowicie wydanej monografii „Prace wybrane. Krystyn Bochenek” pod redakcją S. Przeździeckiego.

We wczesnych latach działania Instytutu S. Manczarski prowadził badania w zakresie propagacji jonosferycznej i magnetosferycznej fal radiowych. Uzyskano kilka ważnych rezultatów w zakresie wielokrotnych ech (odbicia) i radioświsłów, turbulencyjności troposfery i jonosfery oraz wzmocnień parametrycznych w górnych warstwach zjonizowanej atmosfery. Prace te znajdowały praktyczne zastosowania we współpracy z Polskim Radio przy ustalaniu warunków propagacji fal radiowych (S. Manczarski, A. Turski).

W późniejszych latach grupa naukowa pod kierunkiem W. Zielke’go prowadziła badania w ramach makroskopowego i płynowego opisu plazmy. Do najważniejszych rezultatów tu otrzymanych należą redukcja równań Eulera-Lagrange’a do równania Kortewega-de Vriesa (KdV) i wyznaczenie rozwiązań ściśle okresowych przydatnych do konstrukcji geometrycznej optyki Wirthama oraz wyniki dotyczące propagacji słabych fal uderzeniowych (W. Zielke). Na uwagę zasługują wczesne wyniki wyznaczania współczynników makroskopowych plazmy i asymptotycznego opisu propagacji fal w niejednorodnej anizotropowej plazmie (A. Brahmer, E. Kaczmarek, A. Turski).

W latach sześćdziesiątych rozpoczęto badania kinetycznego opisu plazmy wykorzystującego równania Maxwella i Własowa (pola połączone). Otrzymano wiele cennych wyników dotyczących fal podłużnych i tłumienia Landaua (A. Turski, K. Żuchowski). Problem początkowy dla zlinearyzowanych równań całkowo-różniczkowych sprowadzono do splotowych równań całkowych opisujących dynamikę plazmy. Wyznaczono dynamikę falowo-dyfuzyjną drgań Langmuira dla różnych rozkładów równowagowych (A. Turski, J. Wójcik). Metodą hierarchizacji równań Maxwella-Własowa otrzymano równania całkowite w przypadku pełnej nieliniowości oraz związki konstytutywne i relacje dyspersyjne dla plazmy (B. Atamaniuk). Nieliniowe równania całkowite dla fal podłużnych sprowadzono do równań modelowych (KdV, Schrödingera, Boussinesq’a) wy-

znacząc rozwiązania solitonowe, warstw podwójnych i fal nieliniowych zarówno dla równań modelowych jak i pełnej nieliniowości (B. Atamaniuk, A. Turski, J. Wójcik, Z. Zawistowski). Wyniki tych prac, rozszerzono na wieloskładnikową plazmę zmodyfikowaną obecnością ujemnie naładowanego pyłu (B. Atamaniuk, A. Turski, K. Żuchowski). Prace te są prowadzone dla potrzeb fizyki kosmicznej i we współpracy z Centrum Badań Kosmicznych PAN i IZMIRAN'em z Rosyjskiej Akademii Nauk.

Na podstawie nieliniowego obwodu elektrycznego Matsumoto opracowano model drgań nieliniowych wyładowań plazmowych prowadzący do bifurkacji, intermitencji, chaosu i szumów migoczących $1/f$ (B. Atamaniuk, A. Turski). Trwają prace nad modelem analitycznym i realizacją numeryczną wiązki jonowej (M. Muszyński). Określono analitycznie anomalną absorpcję fal EM w turbulentnej plazmie obszaru zorzowego i magnetosfery (B. Atamaniuk, E. Mishin). W celu opisu zjawisk nieliniowych oddziaływań fal w jonosferze opracowano model analityczny – sprawdzony numerycznie – rozpadu fal i ich oddziaływań. Wyznaczono grupy (Lie) symetrii równań kinetycznych plazmy, ważne ze względu na własności tych równań i transformacje znanych rozwiązań w nowe rozwiązania. Otrzymano generatory infinitesimalne dla kilku interesujących nieliniowych równań całkowo-różniczkowych i opracowano uogólnienie metody Owsianikowa na przypadki równań całkowo-różniczkowych (B. Atamaniuk, A. Turski, Z. Zawistowski).

Fraktale, frakcjonaty i faktoryzacja

Wyładowania świecące (nie piorunowe) między chmurą i jonosferą (red sprites, blue jets, Emission of Light and Very Low Frequency Electromagnetic Waves-ELVE) są fraktalnymi źródłami pola EM. Podobnie wyładowania piorunowe chmura-chmura i chmura-Ziemia są fraktalnymi multipolami promieniującymi. Analiza promieniowania fraktalnych źródeł pola będących funkcjami ciągłymi, ale nigdzie nie różniczkowalnymi mono i multi fraktalami, np. funkcje Weierstrassa i Riemanna, wymagają wprowadzenia rachunku frakcjonalnego, tj. całek i pochodnych rzędu niecałkowitego. Takie fraktale są różniczkowalne w rzędzie niecałkowitym wyznaczonym przez ich wymiar podobieństwa. Wyznaczono wzory na promieniowanie multipoli fraktalnych stosując frakcjonalne różniczkowanie delty Diraca, jako źródła w niejednorodnym równaniu Helmholtza (B. Atamaniuk, A. Turski). Faktoryzując równania Helmholtza i równanie paraboliczne przyosiowej propagacji wiązki falowej i korzystając z pseudooperatora różniczkowego Laplace'a (frakcjonał) rzędu $1/4$ otrzymano funkcje własne tego operatora odpowiadające znanym (całki Fresnela – rozwiązania Sommerfelda dla dyfrakcji) i nowym rozwiązaniom tych równań (A. Turski, B. Atamaniuk, E. Turska).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

Groszkowski J., *Frequency of self-oscillations*, Pergamon – PWN, Oxford – Warszawa 1963.

Bochenek K., *Metody analizy pól elektromagnetycznych*, PWN, Warszawa 1961.

Bochenek K., Brahmner A., Gajewski R., Kaczmarek E., Kucharczyk P., Skorupski A., Turski A. (praca zbiorowa), *Zagadnienia magnetogazodynamiki*, cz. I, Ossolineum, Warszawa-Kraków 1963.

Delcroix J.L., Pietrzyk Z.A., Nowacki P.J., Szulkin P. (praca zbiorowa), *Zagadnienia magnetogazodynamiki*, cz. II, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Kraków 1963.

Bochenek K. (redaktor naukowy – praca zbiorowa), *Rozchodzenie się fal bardzo długich*, Ossolineum, Wyd. PAN, Wrocław-Warszawa-Kraków 1966.

Panecki M., Pelzner E., Puzewicz Z., *Podstawy teorii i konstruowania linii paskowych, cz.I., Zagadnienia Techniki Fal Ultrakrótkich*, PWN, Warszawa 1968.

Bochenek K., *Rozwinięcia asymptotyczne*, i Pelzner E., *Odwzorowania konforemne*, [w:] *Elementy nowoczesnej matematyki dla inżynierów*, [red.] Steinhaus H., PWN, Warszawa, wyd. 1, 1964, wyd. 2, 1971.

Przeździecki S. [red.] Krystyn Bochenek, *Teoria fal elektromagnetycznych*, Prace wybrane, PWN, Warszawa-Wrocław 1984.

Pelzner E., *Elektromagnetyczne fale poprzeczne w liniach przesyłowych*, PWN, Warszawa-Wrocław 1984.

Zawistowski Z.J., *Uogólnienia optyki geometrycznej*, [w:] *Optyka geometryczna ośrodków niejednorodnych*, [red.] Ju. Krawcow i Ju. Orłow, WNT, Warszawa 1993.

POLA POŁĄCZONE

Czesław Rymarz

Pola połączone (PP) to teoria fenomenologiczna, która bada łącznie procesy w oddziałujących polach mechanicznych, elektrodynamicznych, temperatury i innych. Intensywny rozwój tej teorii przypada na lata pięćdziesiąte XX wieku. Badania te od początku są prowadzone w dwóch nurtach poznawczym i aplikacyjnym. Nurt aplikacyjny wynika z burzliwego zastosowania tej teorii w modelowaniu procesów multi-polowych, wykorzystywanych w elektronice, technikach komputerowych itp. Inicjatorem rozwoju tej teorii w Polsce był profesor Witold Nowacki (por. nota biograficzna w Aneksie). Podstawowe wyniki jego badań w zakresie teorii pól połączonych zostały zawarte w kilkudziesięciu publikacjach oraz w monografii „*Efekty elektromagnetyczne w*

ciałach stałych odkształcalnych” (PWN, Warszawa 1983), która stanowi syntetyczne opracowanie wyników badań. W badania te włączył się Sylwester Kaliski (por. notka biograficzna) publikując w latach 1962–1978 155 prac obejmujących wiele podstawowych zagadnień pól połączonych.

Sylwester Kaliski (1925–1978)



Absolwent Politechniki Gdańskiej 1951, od 1951 pracownik naukowy WAT, 1957 – doktorat (WAT) i habilitacja (IPPT), 1958 – profesor nadzw., 1961 – profesor zwyczajny, 1962 – członek PAN. Od 1954 pracownik IPPT, kierownik Pracowni Teorii Drgań Ośrodków Ciągłych w Zakładzie Badań Drgań (od 1959). Posel na Sejm, a w latach 1975–78 Minister Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Kierował pracą stworzonego przez siebie (1975) Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy w Warszawie (instytut nosi obecnie imię S. Kaliskiego). Wybitny specjalista w dziedzinie teorii pól sprzężonych, badań termojądrowych; twórca polskiej elektrofononiki. Jego badania naukowe przyczyniły się do rozwoju techniki obronnej oraz znalazły szerokie zastosowanie w gospodarce narodowej. Pozostawił imponujący dorobek naukowy. Autor 550 prac naukowych oraz wielu wynalazków opatentowanych w kraju i za granicą. Doktor honoris causa Moskiewskiego Uniwersytetu Państwowego, Uniwersytetu Sofijskiego. Laureat wielu nagród (m.in. im. M.T. Hubera).

głych w Zakładzie Badań Drgań (od 1959). Posel na Sejm, a w latach 1975–78 Minister Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki. Kierował pracą stworzonego przez siebie (1975) Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy w Warszawie (instytut nosi obecnie imię S. Kaliskiego). Wybitny specjalista w dziedzinie teorii pól sprzężonych, badań termojądrowych; twórca polskiej elektrofononiki. Jego badania naukowe przyczyniły się do rozwoju techniki obronnej oraz znalazły szerokie zastosowanie w gospodarce narodowej. Pozostawił imponujący dorobek naukowy. Autor 550 prac naukowych oraz wielu wynalazków opatentowanych w kraju i za granicą. Doktor honoris causa Moskiewskiego Uniwersytetu Państwowego, Uniwersytetu Sofijskiego. Laureat wielu nagród (m.in. im. M.T. Hubera).

Rozszerzone teorie pól połączonych

W latach 1962–1970 S. Kaliski i W. Nowacki prowadzili intensywne badania nad rozszerzonymi modelami pól połączonych. Rozszerzenie to polegało na włączeniu do teorii nowych pól materialnych i uwzględnianiu uogólnionych oddziaływań pomiędzy nimi wyrażonych w fenomenologicznych równaniach konstytutywnych. Uwzględniano pola mechaniczne (ruchu i sił wewnętrznych), elektromagnetyczne, termiczne, dyfuzji i mikro-obrotów. W ten sposób powstawały wielo-przymiotnikowe teorie pól połączonych wyrażone przykładowo układami równań:

- magneto-sprężystości,
- termo-magneto-sprężystości przewodników,
- termo-piezoelektryczności
- i wiele innych.

Taka tendencja formułowania i rozwoju teorii „wielopolowych” ma znaczenie zarówno poznawcze jak i aplikacyjne, gdyż ich wyniki wychodzą naprzeciw potrzebom nowoczesnej techniki i

technologii materiałów. Liczne przykłady wykorzystywania rozszerzonych teorii pól połączonych w praktyce są zawarte w pracach grupy S. Kaliskiego. Wśród wielu sformułowań rozszerzających teorie PP, na uwagę zasługują następujące problemy natury ogólnej:

- uwzględnienie w teorii PP falowego równania przewodnictwa ciepła i badanie efektów tego faktu (S. Kaliski, W. Nowacki),
- rozszerzenie modelu PP o równanie spinu Landaua, Blocha i wstępne zbadanie ogólnych własności tej rozszerzonej teorii,
- opracowanie metody formułowania równań elektrodynamiki ośrodków ciągłych z uwzględnieniem momentów spinowych; wykazano możliwość symetryzacji tensora naprężeń w ośrodkach bez struktury (S. Kaliski, Z. Płochocki, D. Roguła),
- uzyskanie wariantu pełnej postaci równań Maxwella niezmienniczych względem grupy przekształceń Galileusza (J. Kurlandzki).

Efekty termiczne w polach połączonych

S. Kaliski i W. Nowacki w serii prac zmodyfikowali falowe równanie przewodnictwa ciepła i rozszerzyli teorię PP. Po pierwsze potraktowano czas jako zmienną połową, a nie jak parametr. Następnie, w kolejnych pracach rozszerzono teorię PP z efektami termicznymi przez sprzężenie z polem spinów w anizotropowym ośrodku piezoelektrycznym z mikrostrukturą. Stosowana metodologia, uwzględniająca istnienie pola termicznego w układzie wielu pól sprzężonych jest oparta na termodynamicznej analizie bilansu entropii i własnościach symetrii onsagerowskich. Wyprowadzone równania modelują rozprzestrzenianie się zaburzeń termicznych ze skończoną prędkością, co ma znaczenie poznawcze i praktyczne.

Propagacje fal w polach połączonych

W tej dziedzinie aktywność publikacyjna S. Kaliskiego jest znacząca. W obszernym zbiorze publikacji poświęcił on uwagę generacji stacjonarnych i niestacjonarnych fal objętościowych i powierzchniowych wywołanych stacjonarną i niestacjonarną siłą powierzchniową. Inna grupa prac zawiera badania zjawisk obciążenia i odciążenia w pół-nieskończonych przewodnikach zanurzonych w stałym polu magnetycznym. W innych pracach wyniki te zostały uogólnione na problemy przewodników oddziałujących z polami elektromagnetycznymi. Asymptotyczne rozwiązania takich problemów uzyskiwano w postaci superpozycji fal nieciągłych i członów dyfuzyjnych. Analizując analogiczny problem w ośrodku plastycznego i sprężysto-plastycznego dielektryka, stwierdzono, że niezależnie od związku naprężenie–odkształcenie istnieje zawsze możliwość konstrukcji rozwiązania przybliżonego, równoważnego uogólnionemu rozwiązaniu problemu Picarda. Metoda ta była stosowana w wielu innych pracach S. Kaliskiego dla bardziej złożonych zagadnień, w tym, uwzględniając sprzężenie z polem temperatury.

Wśród wielu znaczących, badanych problemów, związanych z ruchem falowym, na szczególną uwagę zasługują następujące:

- stwierdzenie znacznego wzrostu energii fali emitowanej do ośrodka materialnego przy pojawianiu się rezonansowo działającego zaburzenia falowego;

- wykorzystanie sprzężenia magneto-mechanicznego, celem spowolnienia magneto-stacyjnych fal w ferro-ciałach;
- zaadoptowanie koncepcji bezkontaktowej penetracji fali sprężystej w wielowarstwowy ośrodek piezo-dielektryczny z warstwami oddzielonymi mikro szczeliną próżniową.

Fale powierzchniowe w polach połączonych

Nie mniej intensywnie badano (w grupie Kaliskiego) fale powierzchniowe w różnych ośrodkach materialnych wrażliwych elektrycznie i/lub magnetycznie. Najistotniejsze wyniki w tym zakresie są następujące:

- Opracowano oryginalną teorię sprzężonych mechaniczno-elektromagnetycznych fal Rayleigh'a na powierzchniach płaskich i cylindrycznych. Wyznaczono obszary istnienia magneto-sprężystych fal Rayleigh'a w zależności od intensywności i skierowania pola magnetycznego (S. Kaliski, D. Rogula).
- Podobne badania jak wyżej przeprowadzono dla dielektryka. W tym przypadku fale Rayleigh'a rozprzestrzeniają się z prędkością powierzchniowych fal sprężystych.
- Badania jak wyżej przeprowadzono również dla ośrodka lepko-sprężystego. Poza przebiegiem krzywych dyspersyjnych dla różnych skierowań pola magnetycznego; wyznaczono przebiegi współczynników tłumienia fal (lepkościowy i magnetyczny).
- Badano również istnienie fal powierzchniowych w doskonale przewodzącej cieczy. Stwierdzono, że istnienie pola magnetycznego H równoległego do powierzchni cieczy umożliwia istnienie nie tłumionej fali powierzchniowej. Przy innych kierunkach pola magnetycznego fala staje się tłumiona, i energia fali transportowana jest w głąb cieczy.
- Odrębna grupa prac dotyczy badań własności fal powierzchniowych w ośrodkach piezo-dielektrycznych i piezo-półprzewodnikowych. Dla piezo-dielektryka zagadnienia falowe (dyspersyjne) można rozwiązać ściśle.
- Przedstawiono również metodę perturbacyjną wyznaczania własności dyspersyjnych i tłumieniowych fal powierzchniowych, która znacznie ułatwia skomplikowane obliczenia.

Zastosowanie teorii PP celem uzyskania efektu wzmocnienia fal

W serii prac badano możliwości wzmacniania fal sprężystych sprzęgniętych z innymi polami pól połączonych. Wkład S.Kaliskiego w ten problem jest znaczący. Liczne prace na ten temat zawierają fundamentalne analizy kilku oryginalnych sugestii odnoszących się do systemu elektronowo-akustycznych wzmacniaczy w dwu zasadniczych wariantach. Pierwszy z nich, oparty na zasadzie sprzężenia z zewnętrznym strumieniem elektronów, wykorzystuje tzw. rezonansowy mechanizm wzmocnienia i jest scharakteryzowany przez skończony przedział, w którym może wystąpić efekt wzrostu amplitudy fali. W drugim wariacie nośnikiem strumienia elektronów jest powierzchniowa warstwa półprzewodnika i wtedy mechanizm wzmocnienia ma charakter dryfu i występuje przy dowolnej prędkości elektronów powyżej pewnej wartości krytycznej. Dzięki wyeliminowaniu efektów termicznych dla obydwu wariantów udało się eksperymentalnie zrealizować ciągły reżim wzmocnienia. Na podstawie teoretycznych analiz poszczególnych wariantów wzmacniaczy,

wyznaczono podstawowe parametry procesu wzmocnienia fal jak również obszary ich niestabilności. Poddano również analizie przypadek wzmocnienia fal, wykorzystując mechanizm sprzężenia ładunkowego. Proponowane tu systemy wzmocnienia fal stanowią alternatywne rozwiązania dla wzmacniaczy fal sprężystych w piezo-półprzewodnikach. Najwartościowszą własnością takich wzmacniaczy są: brak dyspersji elektronowej, znacząco niski poziom wymaganej energii oraz tańsza i prostsza budowa. Rozważono również wpływ mechanicznego tłumienia na położenie i rozmiary obszarów niestabilności.

Zmierzając ku uzyskaniu ilościowych zależności, w postaci zamkniętych wygodnych w zastosowaniach formuł, zaproponowano przybliżone rozwiązania modelowe, wykorzystując wyniki eksperymentów. Uwzględniając poczynione założenia upraszczające, uzyskiwano zadawalające wyniki, zgodne z eksperymentem. Było to możliwe, dzięki umiejętności wnikania Kaliskiego w fizyczną istotę badanego zagadnienia. Charakterystycznym przykładem tej wnikliwości jest zwrócenie uwagi na paradoksalne właściwości otrzymanego rozwiązania rezonansowego wzmocnienia, przejawiające się w nieciągłej zależności obszaru niestabilności od słabego tłumienia, oraz wykazanie niefizyczności tego paradoksu.

Wzmacniacze fal powierzchniowych

Wspomniana warstwa powierzchniowa, wzbogacona nośnikami ładunku (elektrony przewodnictwa), była uzyskiwana w piezo-półprzewodnikach typu wurcytu przy wykorzystaniu fotoefektu, dzięki małej przezroczystości ośrodka. Został przedstawiony również wariant z warstwą półprzewodnika położoną na powierzchni dielektryka. W przypadku, gdy jest to warstwa piezoelektrycznego przewodnika można uzyskać efekt wzmocnienia również dla fal Lawa. Dla obydwu powyższych przypadków możliwość ciągłej pracy wzmacniacza uzyskiwano przy zapewnieniu sprzyjających warunków termicznych w obszarze aktywności, składającym się z warstwy przewodzącej i przypowierzchniowej warstwy podłoża. W pracach grupy Kaliskiego znajduje się wiele innych wartościowych wyników, dotyczących wzmacniania fal powierzchniowych w polach połączonych. Niektóre z nich to:

- opracowanie metody wzmocnienia bezpośredniego bez stosowania cienkiej warstwy przypowierzchniowej;
- rozwiązanie zagadnienia wzmocnienia fal powierzchniowych w ośrodku z impedancją powierzchniową;
- dowód możliwości wzmocnienia falowodowej, sprężystej fali Rayleigh'a przy pomocy mechanicznie realizowalnego dryfu;
- badanie problemu wzmocnienia niestacjonarnych powierzchniowych fal nieciągłości w ośrodkach piezo-półprzewodnikowych;
- sformułowanie pełnej teorii efektu wzmocnienia sprężystej fali powierzchniowej w piezo-półprzewodnikach zanurzonych w polu magnetycznym.

Elektro-akustyczne rezonatory i generatory

Równoległe z badaniami nad wzmacniaczami elektro-akustycznymi, prowadzono w grupie Kaliskiego badania konstrukcyjne nad rezonatorami i generatorami akustycznymi, wykorzystując

idee, na których oparte są wzmacniacze fal w polach sprzężonych. Istota tych urządzeń wynika z teoretycznego modelu tak zwanego *idealnego rezonatora*, w którym samowzbudne efekty powodują nieskończony wzrost amplitudy fal przy częstotliwości rezonansowej. Taki rezultat otrzymuje się w ramach teorii liniowej przy skończonej prędkości dryfu elektronów w rezonansie. W kilku publikacjach przedstawiono teoretyczne podstawy rozwiązania problemu, wyznaczono krytyczne częstości drgań samowzbudnych rezonatora i krytyczne prędkości dryfu elektronów w warstwie półprzewodnika. Wykazano możliwość budowy generatora fal podłużnych, poprzecznych i powierzchniowych. Przedstawiono wpływ częstotliwości, przewodności i dryfu pola na „dobroć” rezonatora oraz obszar możliwych spontanicznych drgań w zależności od częstości dryfu. Badano również wpływ temperatury na częstość pracy generatora. Wskazano również na ceną możliwość generowania wybranych modów objętościowych i powierzchniowych w zależności od głębokości wnikania fotonów w materiał podkładu.

Wzmacniacze ferromagnetyczne

W latach 1960 – 1970 w wyżej wymienionej grupie badano możliwość zaistnienia efektu wzmocnienia zaburzeń falowych pola namagnesowania, rozpatrywanego głównie w sprzężeniu z innymi typami zaburzeń falowych w ośrodkach ferromagnetycznych. W toku tych badań wykryto, że wzmocnienie można tu uzyskiwać, wychodząc z analogicznych zasad, jak w przypadku wzmacniaczy akustycznych, wykorzystując oddziaływanie prądu dryfu z ośrodkiem ferromagnetycznym. Przeanalizowano różne techniczne warianty wzmacniaczy i określono zależność współczynnika wzmocnienia od dryfu elektronów, w zależności od fizycznych i materiałowych współczynników. W przypadku sprzężonych fal sprężysto-spinowych okazało się, że ich prędkość krytyczna zależy przede wszystkim od prędkości fazowej składowej, jak w obszarze rezonansowym, tak i na zewnątrz tego obszaru. Badano również wpływ zderzeń dryfujących elektronów z siecią krystaliczną na współczynnik wzmocnienia. Wyznaczono również optymalne parametry wzmocnienia.

Promieniowanie Czerenkowa

Zostało ono wykryte w 1937 roku. Dotyczy koherentnego promieniowania poruszającego się w ośrodku materialnym ładunku bądź siły skupionej. Zaburzenia te mogą rozprzestrzeniać się z prędkościami:

- większą od prędkości światła (w ciele materialnym);
- mniejszą od prędkości światła, lecz większą od prędkości obu fal sprężystych;
- mniejszą od prędkości fal podłużnych lecz większą od prędkości fal poprzecznych;
- mniejszą od obydwu fal sprężystych.

Przeanalizowano kilka przypadków działania siły skupionej w różnych ośrodkach materialnych i wykryto kilka osobliwości w towarzyszących polach elektromagnetycznych. Najważniejsze z wyników są następujące:

- przy prędkościach nadświetlnych uprzywilejowany staje się efekt ruchu ładunku skupionego, a efekt siły skupionej jest nieistotny,

- wpływ działania siły skupionej na promieniowanie Czerenkowa jest bardziej zauważalny (ilościowo) dla ośrodków idealnie przewodzących niż dla dielektryków.

Na podstawie przedstawionych powyżej obszernych wyników wielostronnych badań z dziedziny pól połączonych, prowadzonych w latach 1960–1970 w grupie S. Kaliskiego i zawartych w wielu publikacjach, można stwierdzić, że istniała wówczas szkoła S. Kaliskiego. Badania te są kontynuowane głównie przez E. Danickiego i częściowo przez Cz. Rymarza.

Pękanie dielektryków pod wpływem silnych pól elektrycznych

Badano wpływ silnych pól elektrycznych na zachowanie się szczelin w materiałach przewodzących i nie przewodzących. Przeanalizowano występujące w obu przypadkach osobliwości w polach elektrycznych i mechanicznych. Wyznaczono współczynniki koncentracji naprężeń i określono zakres dopuszczalnych pól elektrycznych (Z. Kurlandzka).

Przyczyny niejednoznaczności w oddziaływaniach elektromagneto-mechanicznych

Niejednoznaczność ta związana jest ze stosowanymi układami jednostek wymiarowych. W układzie jednostek symetrycznym (Gaussa) wszystkie pola elektromagnetyczne mają jednakowe wymiary. Stąd siłę ponderomotoryczną wyznaczają iloczyny dwóch dowolnych pól EM. Teoria wymiarowości dopuszcza taką sytuację, jako wynik tzw. degeneracji, związanej z wysoką symetrią stosowanego układu jednostek. Zjawisko to nie występuje w układzie SI (por. Cz. Rymarz, *World-Sc.*, 1998).

Nadprzewodnictwo wysokotemperaturowe

Dominik Rogula ze współpracownikami z Pracowni Fizyki Ośrodków Strukturalnych opracował fenomenologiczną teorię wpływu osobliwości spektralnych na temperaturę krytyczną i efekt izotopowy. Skonstruowano dynamiczny model stringowy sieci linii fluksonowych w nadprzewodnikach II rodzaju o wysokim parametrze Ginzburga–Landaua. Opracowano teorię nadprzewodnikowych przejść fazowych z udziałem mechanicznych dystorsji struktury krystalicznej. Na podstawie analogii z teorią dyslokacji opracowano kontynuualną teorię dystrybucji obiektów struno-podobnych, pozwalającą opisywać gęste sieci wirów magnetycznych w nadprzewodnikach.

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

- Nowacki W., *Efekty elektromagnetyczne w ciałach stałych odkształcalnych*, PWN, Warszawa 1983.
- Rymarz Cz., *Mechanika ośrodków ciągłych*, Rozdział 12, PWN, Warszawa 1993.
- Kaliski S., Rymarz Cz., Sobczyk K., Włodarczyk E., *Waves*, PWN, Warszawa 1992.
- Rymarz Cz., *Waves in elastic and inelastic media* oraz *Surface waves in solids*, [w:] *Waves*, PWN, Warszawa 1992,
- Rymarz Cz., *Reason of ambiguity of electromagneto-mechanical interactions*, [w:] *Trends in Continuum Physics*, [ed.] Maruszewski B., World Scientific, Singapore 1998.

BUDOWNICTWO ENERGOOSZCZĘDNE I PROBLEMY WYKORZYSTANIA ENERGII

Wojciech Dzieniszewski

Badania związane z problemami wykorzystania energii i szerzej – dotyczące gospodarki energetycznej – prowadzone były w IPPT, z przerwami, już od roku 1963, a nieprzerwanie w latach 1975 – 1997 w Zakładzie Problemów Energetyki kierowanym przez prof. Włodzimierza Bojarskiego. Interdyscyplinarna (zahaczająca o ekonomię i o teorię systemów) tematyka tych badań odbiegała nieco charakterem od badań uprawianych w innych jednostkach Instytutu.

Równolegle, najpierw (od roku 1980) w Zespole Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (prof. B. Stanisławski), później (od roku 1986) w Ośrodku Rozwoju Techniki IPPT i w Centrum Helio-Ekostruktur, a następnie, aż do chwili obecnej, w Zakładzie Problemów Eko-Budownictwa (prof. W. Dzieniszewski) zajmowano się zagadnieniami budownictwa energooszczędnego, z wykorzystaniem energii ze źródeł odnawialnych do celów grzewczych.

Budownictwo energooszczędne

Tematyka badawcza w dziedzinie energooszczędnego budownictwa została zapoczątkowana w latach siedemdziesiątych i była następstwem paliwowego kryzysu energetycznego w Europie Zachodniej. Kryzys ten wymusił konieczność poszanowania energii i podjęcie badań oraz przedsięwzięć, zmierzających do radykalnego obniżenia energochłonności budownictwa mieszkaniowego i komunalnego – należących do głównych konsumentów energii. W związku z tym pojawia się nowy rodzaj budownictwa, określanego mianem energooszczędnego, o obniżonym zużyciu energii systemowej i wykorzystującego odnawialne źródła energii.

Zaistniały w połowie lat osiemdziesiątych krajowy deficyt energii stał się poważną barierą rozwoju budownictwa mieszkaniowego. Polskie budownictwo, w porównaniu z ówczesnym budownictwem wysoko rozwiniętych krajów europejskich, cechowała duża materiałochłonność i nadmierne zużycie energii eksploatacyjnej. Wdrażanie nowoczesnych rozwiązań wymagało poszerzenia zaplecza naukowo-badawczego, co zostało uwzględnione przy powoływaniu ogólnokrajowych centralnych programów badawczych. Programy te, skupiając merytoryczną działalność krajowych placówek naukowo-badawczych i dydaktycznych, odegrały istotną rolę w rozwoju nauk technicznych, stanowiących bazę wielorodzajowej inżynierii energooszczędnego budownictwa. Wielowątkowość tematyczna badań sprawiła, że zostały sformułowane i rozwiązane nowe problemy w zakresie zagadnień sprzęgających ze sobą dyscypliny traktowane dotąd rozłącznie.

W latach 1986 – 1990 Instytut był jednostką koordynującą i głównym wykonawcą Centralnego Programu Badań Podstawowych „Podstawy i mechanizmy racjonalnej gospodarki energetycznej budownictwa mieszkaniowego” (w skrócie ENERGO-BUDYNEK) oraz bloku tematycznego „Gospodarka energetyczna budynku – badania i budynki eksperymentalne” w programie „Poprawa wartości użytkowych i efektywności budownictwa mieszkaniowego i towarzyszącego”. Materiałnym rezultatem prowadzonych prac były m. in. dwa budynki eksperymentalne. Budynek WE-110/I, z pomieszczeniem stacji badawczej, był pierwszym zrealizowanym w skali kraju wie-

lorodzinnym budynkiem energooszczędnym. Budynek o postaci piętrowego pawilonu z patio, o nowoczesnej konstrukcji drewnianej (na terenie Stalej Wystawy Budownictwa „BUDEXPO”), został zaprojektowany i zrealizowany jako baza poligonowych stanowisk badawczych, z instalacją słoneczną do podgrzewania ciepłej wody użytkowej.

Prowadzone w Instytucie badania, dotyczyły metod różnokierunkowego ograniczania (w sensie architektonicznym, konstrukcyjnym, materiałowym, instalacyjnym, technologicznym i eksploatacyjnym) zużycia energii do ogrzewania budynków oraz wykorzystania odnawialnych źródeł energii środowiska. Obejmowały one podstawy projektowania budynków energooszczędnych w zakresie optymalizacji kształtu brył, struktury wewnętrznej oraz instalacji grzewczych, zagadnienia podstawowe z zakresu wymiany ciepła i masy w budynkach i materiałach budowlanych oraz modelowania oddziaływań energetycznych środowiska fizycznego na budynki, wchodzące w zakres tzw. fizyki budowli, a także modelowanie i analizę eksperymentalną słonecznych instalacji grzewczych. Poniżej wymienione są najważniejsze wyniki tych badań.

Opracowano metody optymalizacji wielokryterialnej budynków energooszczędnych jedno- i wielorodzinnych na podstawie kryteriów: minimum kosztów budowy, minimum sezonowego zapotrzebowania na energię do ogrzewania oraz minimum emisji zanieczyszczeń stałych i gazowych, powstających w procesie wytwarzania ciepła. Zastosowano metodę dekompozycji problemu na podzadania: optymalizacja przegród zewnętrznych, optymalizacja kształtu budynków oraz wykorzystanie źródeł energii w instalacjach służących do ogrzewania i przygotowania ciepłej wody użytkowej (W. Marks, S. Owczarek, H. Jędrzejuk).

Opracowano model do obliczania natężenia promieniowania słonecznego na dowolną płaszczyznę na powierzchni Ziemi oraz procedury do obliczania sum promieniowania na powierzchnię obudowy budynku. Model ten został zweryfikowany na podstawie wyników pomiarów uzyskanych z kilku stacji aktynometrycznych w kraju (S. Owczarek).

Opracowano termograficzną metodę szacowania wielkości strumienia ciepła wypływającego z budynku, na podstawie kontrastu termicznego ściany z tłem otoczenia, oraz metodę badania emisyjności i refleksyjności powierzchni obiektów budowlanych (J. Jaworski).

Podano metodę oceny efektywności energetycznej biernych systemów słonecznych, w szczególności wyróżnionych helioaktywnych elementów strukturalnych budynku (L. Laskowski).

Opracowano matematyczne modele procesów cieplno-przepływowych w budynkach, przy wielokomórkowej parametryzacji ich obszarów. Dokonano dekompozycji przestrzennego opisu obszaru budynku, w odniesieniu do przegród zewnętrznych obudowy oraz wnętrza budynku, z uwzględnieniem rozwiązań strukturalno-materiałowych i przestrzennych. Na podstawie sformułowanych zasad bilansowych wyprowadzono równania obszarowe i brzegowe opisujące rozkłady temperatury oraz pola ciśnień i prędkości przepływu powietrza w obszarze budynku (W. Dzienszewski).

Wyprowadzono formuły całkowite dla przepływu ciepła przez zewnętrzne powierzchnie elementu ściany o złożonej strukturze. Stanowią one narzędzie do analizy długookresowego bilansu cieplnego i dynamicznych charakterystyk cieplnych, oraz podstawę metodyki wyznaczania oporu cieplnego przy pomiarach in situ. Podano algorytmy do wyznaczania zależnej od temperatury przewodności cieplnej piankowych materiałów izolacyjnych w warunkach nieustalonych (E. Kossecka). Opracowano numeryczną metodę wyznaczania współczynników transformat Z dla struktur trójwymiarowych (E. Kossecka, we współpracy z Oak Ridge National Laboratory, USA). Sformułowano i zidentyfikowano, przy wykorzystaniu danych meteorologicznych IMGW, stochastyczne

modele zmiennych pogodowych, odnoszące się do polskich warunków klimatycznych, które zostały zastosowane do analizy dynamiki procesów przenikania ciepła przez ściany i wymiany ciepła w pomieszczeniu klimatyzowanym (D. Bzowska, E. Kossecka). Przeprowadzono analizę wpływu wiatru na procesy wentylacji naturalnej w budynkach (D. Bzowska). We współpracy z Politechniką Łódzką skonstruowano tzw. Typowy Rok Meteorologiczny do symulacji procesów wymiany ciepła w budynkach, z użyciem profesjonalnych programów komputerowych (E. Kossecka).

Opracowano model propagacji fal akustycznych w obszarze zabudowanym, generowanych przez ruchome źródła, oraz program komputerowy do symulacji natężenia dźwięku, który ma zastosowanie do analizy hałasu środowiskowego w otoczeniu tras komunikacyjnych, a w szczególności do oceny efektywności ekranów akustycznych (E. Walerian, R. Janczur). Podano metody określania częstości rezonansowej oraz współczynnika dobroci rezonatorów z małym tłumieniem. Rozwiązano zagadnienie oscylacji akustycznych w kilku typach instalacji przepływowych z zamkniętymi odnogami oraz przeprowadzono badania eksperymentalne ich wpływu na klimat akustyczny środowiska wewnętrznego budynku (M. Meissner).

Wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych

Teoretyczne i eksperymentalne badania w tej dziedzinie dotyczą funkcjonowania grzewczych instalacji słonecznych, w szczególności instalacji do przygotowania ciepłej wody użytkowej, magazynowania i odbioru ciepła z zasobników gruntowych oraz z magazynów ze złożem fazowo-zmiennym. Laboratorium Energetyki Słonecznej Instytutu, którego podwaliny stworzył Zespół Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (B. Staniszewski, Z. Pluta), dysponuje unikatowym w skali kraju układem badawczym z symulatorem promieniowania słonecznego, do testowania m.in. kolektorów słonecznych. Zespół ten prowadził także badania grzewczych instalacji słonecznych i ich elementów w warunkach naturalnych oraz badania własności absorpcyjno-emisyjnych materiałów stosowanych na pokrycie kolektorów (B. Staniszewski, Z. Pluta). Poniżej wymienione są ważniejsze rezultaty uzyskane w omawianej dziedzinie w późniejszym okresie.

Opracowano i zweryfikowano eksperymentalnie – z użyciem symulatora promieniowania słonecznego – model matematyczny współdziałania kolektora słonecznego ze zbiornikiem akumulacyjnym w układzie instalacji przygotowania ciepłej wody użytkowej z przepływem wymuszo-nym. Zweryfikowano także model funkcjonowania instalacji termosyfonowej (Z. Pluta, R. Wnuk, W. Pomierny).

Opracowano model matematyczny i program do symulacji pracy niekonwencjonalnego dwu-źródłowego systemu grzewczego, wykorzystującego energię promieniowania słonecznego pozyskiwaną przez instalację kolektorową oraz ciepło z gruntu, pozyskiwane przy zastosowaniu wymiennika typu rury Fielda. Model takiego systemu opisuje równoległe: klimat, funkcjonowanie instalacji słonecznej i gruntowej oraz pompy ciepła, przewodzenie ciepła w gruncie i jego wymianę w budynku oraz sterowanie elementami instalacji grzewczej (D. Chwieduk).

Opracowano model matematyczny i program numeryczny do symulacji procesów przewodzenia i akumulacji ciepła w złożu strukturalnym, zawierającym elementy wypełnione materiałem ulegającym przemianom fazowym. Wyznaczono rozkłady temperatury w złożu i jego elementach w procesach ładowania i rozładowania. Przeprowadzono analizę efektywności energetycznej słonecznej instalacji grzewczej z magazynem ciepła ze złożem fazowo-zmiennym (R. Wnuk).

Powołano w 1994 r. Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej – ISES, liczące obecnie ponad 200 członków. Corocznie organizowane są dwa ogólnokrajowe Sympozja na temat najnowszych osiągnięć w energetyce słonecznej, w których uczestniczą też producenci rozwiązań heliotechnicznych.

Problemy energetyki

Tematyka i zadania badawcze zespołu (H.W. Bałandynowicz, Z. Bibrowski, J. Cofała, B. Janowski, T. Lis, Z. Parczewski), zgrupowanego w Zakładzie Problemów Energetyki wokół prof. W. Bojarskiego, dotyczyły bardzo szerokiego, interdyscyplinarnego wachlarza zagadnień. W sposób bardzo ogólny można je zdefiniować następująco:

Włodzimierz Bojarski (ur. 1930)



Absolwent Wydz. Elektrycznego PW (1954), doktorat – 1963 (PW), habilitacja – 1967 (P.Gd.), profesor nadzw. – 1980, prof. zwyczajny – 1994. W latach 1964 – 1966 i 1976 – 2000 w IPPT, a także w Instytucie Automatyki i Instytucie Cybernetyki Stosowanej PAN. W latach (1976 – 1997) kierownik Zakładu Problemów Energetyki w IPPT. Uznany specjalista w dziedzinie systemów energetycznych. Pionier nowoczesnego kompleksowego podejścia do zagadnień analizy i prognozowania w gospodarce energetycznej; autor wielu ważnych ekspertyz w tej dziedzinie. Wieloletni członek Państw. Rady Energetycznej i Komitetu Energetyki PAN. Autor lub współautor ok. 150 publikacji, w tym 18 książek z dziedziny problemów energetyki, inżynierii systemów i efektywności przedsięwzięć gospodarczych. Działacz społeczny, ekspert „Solidarności” w obradach Okrągłego Stołu (1989); senator III Rzeczypospolitej w I kadencji (1989 – 91).

- Rozwijanie metod dla badań systemowych w zakresie energetyki: opracowywanie modeli i metod obliczeniowych dla programowania optymalnego rozwoju średnio- i długookresowego całości gospodarki paliwowo-energetycznej kraju, w powiązaniu z innymi działami gospodarki i z ochroną środowiska.
- Badania strategiczne możliwości równoważenia bilansu energetycznego oraz rozwoju krajowego systemu energetycznego, przy różnych realnych scenariuszach warunków zewnętrznych.
Spośród wyników prowadzonych w tym zakresie prac należy wymienić w pierwszym rzędzie:
- Badania zmian strukturalnych w gospodarce narodowej i ich wpływu na krajowy system energetyczny.
- Prognozowanie długookresowe strukturalnego zapotrzebowania kraju na paliwa i energię i przygotowywanie syntetycznych ekspertyz w tym zakresie (por. W. Bojarski i inni, 1992).

- Opracowanie modeli symulacyjno-optymalizacyjnych do programowania rozwoju krajowego systemu energetycznego, w powiązaniu z całością gospodarki narodowej, przy spełnieniu wymagań ochrony środowiska i warunków gospodarki rynkowej.
- Ocena stanu aktualnego i prognozy emisji pyłów, tlenków siarki i azotu oraz gazów szklarniowych w Polsce oraz optymalizacja programów zmniejszenia tych emisji. Zbadanie konsekwencji przystąpienia Polski do konwencji międzynarodowych w tej dziedzinie.
- Opracowanie metodologii oraz wykonanie szeregu analiz energetycznych krajowego systemu produkcyjnego: bezpośredniej i skumulowanej energochłonności (por. Z. Bibrowski, 1983) oraz bezpośredniej i skumulowanej presji środowiskowej.

- Badania dotyczące problemów energetycznych budownictwa i ogólniej: gospodarki mieszkaniowej i komunalnej. Są to analizy wpływu nowych technologii, znaczenia stref klimatycznych oraz rocznych odchyżeń pogodowych na zużycie energii w budownictwie oraz optymalizacja wyposażenia energetycznego i izolacji termicznej budynków.
- Dla upowszechnienia wymienionych wyników Zakład Problemów Energetyki zorganizował, wspólnie z Komitetem Energetyki PAN, 10 konferencji szkoleniowych w Jabłonie. W Zakładzie ukończono 10 prac doktorskich oraz 2 prace habilitacyjne.

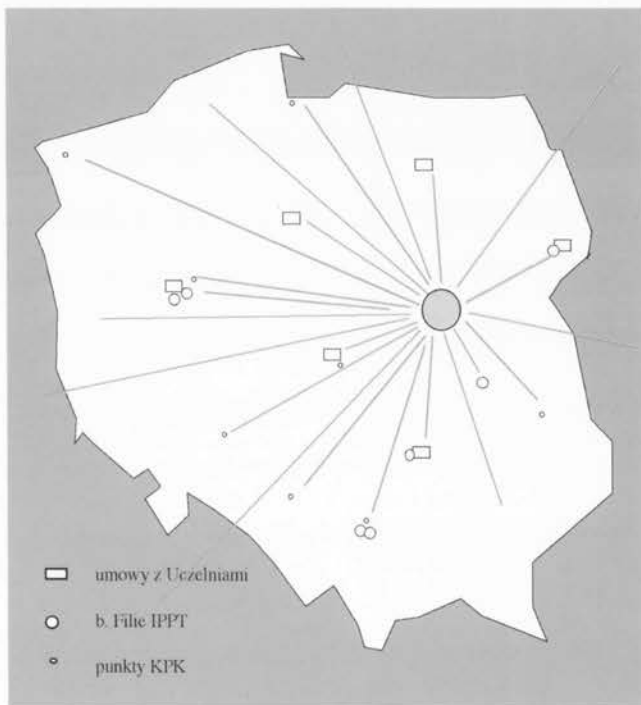
Doradczo-usługowa część zakresu działalności Zakładu kontynuowana jest obecnie, na zasadach komercyjnych, przez firmę EnergSys (patrz rozdział VI.1: „Instytucje wyrosłe z IPPT”).

Wybrane monografie i wydawnictwa książkowe

- Bibrowski Z. [red.], *Energochłonność skumulowana*, PWN, Warszawa 1983.
- Bojarski W., *Podstawy analizy i inżynierii systemów*, PWN, Warszawa 1984.
- Bojarski W. i inni, *Polityka energetyczna Polski i zarys programu do roku 2010*, Wyd. Min. Przem. Handlu i IPPT, Warszawa 1992; wyd. angielskie 1992; 2-gie wyd. 1993.
- Owczarek S., *Optymalizacja kształtu budynków energooszczędnych o podstawie wieloboku*, Wyd. KILiW-IPPT PAN (Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1992.
- Chwieduk D., *Słoneczne i gruntowe systemy grzewcze. Zagadnienia symulacji funkcjonowania i wydajności cieplnej*, Wyd. KILiW-IPPT PAN (Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1994.
- Dziesięzowski W., *Stany termiczne ustrojów o wielokomórkowych strukturach w procesach przewodzenia ciepła*, Wyd. IPPT PAN, Warszawa 1994.
- Kossecka E., *Wybrane zagadnienia dynamiki cieplnej ścian budynków*, Wyd. KILiW-IPPT PAN (Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1998.
- Marks W., Owczarek S. [red.], *Optymalizacja wielokryterialna budynków energooszczędnych*, Wyd. KILiW-IPPT PAN (Studia z Zakresu Inżynierii), Warszawa 1999.
- Dziesięzowski W., Faryniak L., *Modelowanie matematyczne procesów przepływowych powietrza przez obudowę w obszarach budynków*, Oficyna Wyd. Polit. Rz., Rzeszów 1999.
- Jaworski J., *Termografia budynków*, Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2000.
- Marks W. [red.], *Optymalizacja w fizyce budowli*, Wyd. PŁ. (Studia z Zakresu Fizyki Budowli), Łódź 2001.
- Gawin D., Kossecka E. [red.], *Typowy rok meteorologiczny do symulacji wymiany ciepła i masy w budynkach*, Wyd. Politechniki Łódzkiej, Łódź 2002.

CZEŚĆ III

PROMIENIOWANIE NA ZEWNĄTRZ



INSTYTUCJE WYROSŁE Z IPPT *

IPPT powstały jako jedna z pierwszych i wyjątkowo szerokotematyczna spośród placówek Polskiej Akademii Nauk miał stanowić i stanowił załączek dla nowych samodzielnych instytucji badawczych. Przekształcały się w nie zespoły badawcze dojrzewające w środowisku IPPT do samodzielnego istnienia. Proces ten był szczególnie aktywny w pierwszym dwudziestoleciu istnienia Instytutu, ale z mniejszym natężeniem trwał w ostatnim dziesięcioleciu. Jakkolwiek w niniejszym tomie nie omawiamy bliżej osiągnięć zespołów, które odeszły od nas tworząc nowe placówki badawcze, to wyrażamy satysfakcję i dumę z faktu, że zasłużone dla nauki polskiej Instytuty mają swe korzenie w IPPT. Dlatego pozwalamy sobie przypomnieć w skrócie dzieje tych Instytutów.

W 1954 roku powstał w IPPT, pod kierownictwem Pawła Jana Nowackiego, **Zakład Elektrotechniki**. Po trzech latach kierownictwo obejmuje Maciej Nałęcz, który w 1962 roku organizuje **Instytut Automatyki PAN (IA)**. W Instytucie tym podjęto badania, nad dziedzinami intensywnie rozwijanymi w nauce światowej. Zajęto się takimi problemami jak: teorią sterowania, cybernetyką i teorią systemów wielkich. Ewolucja tematyczna oraz rosnące zapotrzebowanie na przekazywanie praktycznych wyników gospodarce państwa stanowiły podstawę do utworzenia w 1971 roku **Instytutu Cybernetyki Stosowanej**. Kontynuowano tam prace prowadzone w IA, rozszerzając ich zakres o metody cybernetyczne i ich zastosowania do zagadnień technologicznych, bionicznych, rozpoznawania obrazów, zarządzania itp. Instytut Cybernetyki nie istniał długo. Dwa lata później został wchłonięty przez kolosa organizacyjnego, jakim został **Instytut Organizacji i Kierowania**, placówka wspólna PAN i Ministerstwa Nauki Szkolnictwa Wyższego i Techniki. W jego obrębie przetrwały dwa prężne środowiska, które stanowiły podstawę do powołania dwóch ważnych placówek – **Instytutu Biocybernetyki i Inżynierii Biomedycznej (IBIB)** w 1975 roku i **Instytutu Badań Systemowych (IBS)**, utworzonego w roku 1977.

Do roku 1966 funkcjonowały w IPPT Zakłady: **Elektroniki** (założony przez Janusza Groszkowskiego, kierowany przez Witolda Rosińskiego) i **Magnetyków** (kierowany przez Adama Smołańskiego). Na ich bazie, po odłączeniu się z IPPT, powstał **Instytut Technologii Elektronowej**, który odegrał istotną rolę w tworzeniu podstaw przemysłowych polskiej elektroniki.

Jednym z pierwszych zakładów, który powstał zaraz po utworzeniu Wydziału IV, jako jednostka pomocnicza i następnie znalazł się, jako jeden z pierwszych pięciu zakładów, w strukturze IPPT, był **Zakład Metali**. Inicjatorem i kierownikiem Zakładu przez wiele lat był Aleksander Krupkowski. W początkowych latach Zakład prowadził badania związane z wytwarzaniem metali i ich stopów, strukturą metali i ich stopów oraz przerabianiem metalu surowego w półprodukty potrzebne w szeregu gałęzi przemysłu. W 1969 roku został wydzielony z IPPT i powołany jako placówka samodzielna pod nazwą **Zakład Podstaw Metalurgii**. Po przejściu Aleksandra Krupkowskiego na emeryturę kierownictwo Zakładu objął Wojciech Truszkowski i pełnił tę funkcję przez blisko 20 lat. W 1977 roku Zakład został przekształcony w **Instytut Podstaw Metalurgii im. Aleksandra Krupkowskiego** (jednego z Założycieli IPPT). Jego tematyka badawcza rozszerzyła się na chemię fizyczną metali, zagadnienia hydro i elektrometalurgii, krystalizacji i badań strukturalnych.

* Komitet Redakcyjny dziękuje Profesorowi Witoldowi Gutkowskiemu za pozwolenie wykorzystania fragmentu Jego opracowania przygotowanego na 50-lecie Wydziału IV PAN.

Działająca od 1954 roku w strukturze IPPT Pracownia Mechaniki Górnotworu w Krakowie, pod kierownictwem Witolda Budryka, a następnie Jerzego Litwiniszyna, usamodzielnia się 1969 roku jako **Zakład Mechaniki Górnotworu PAN**. Cele badawcze Zakładu polegały na przewidywaniu wpływów podziemnej eksploatacji na powierzchnię terenu, co związane było z ochroną obiektów przemysłowych, komunikacyjnych i mieszkalnych przed skutkami eksploatacji złóż węgla na Górnym Śląsku. Kierownictwo Zakładu, a następnie wyrosłego zeń **Instytutu Mechaniki Górnotworu** sprawował przez wiele lat Jerzy Litwiniszyn, swojego czasu Przewodniczący Rady Naukowej IPPT.

Ostatnią placówką, wyrosłą z IPPT, a powołaną przez Wydział IV, było **Centrum Laserowych Technologii Metali**. Powstało ono w 1996 r. jako wspólna jednostka PAN i Politechniki Świętokrzyskiej. Działalność Centrum wynikała z wcześniejszych prac jego pierwszego kierownika i organizatora, ówczesnego dyrektora IPPT – Henryka Frąckiewicza, dotyczących stosowania laserów do kształtowania elementów metalowych. Dziś Centrum prowadzone przez Zbigniewa Wesolowskiego stawia sobie za cel nie tylko badania ukierunkowane na technologie laserowej obróbki, ale również kształcenie studentów w tym kierunku jak i promowanie światowych osiągnięć w tej dziedzinie, w polskich ośrodkach przemysłowych.

Oprócz zespołów badawczych, które stanowiły założycielski trzon nowo powstających instytutów, poszczególne zespoły przenosiły się do już istniejących instytutów wzbogacając tematykę ich badań. Należy tu wymienić:

Zakład Analogii (kierownik – dr Stefan Czarniecki), który w 1963 r. przeszedł do Instytutu Automatyki, a potem wraz z nim do Instytutu Cybernetyki Stosowanej PAN.

Zakład Badań Izotopowych (pod kierownictwem prof. Macieja Radwana) przeszedł w 1964 r. do Instytutu Badań Jądrowych.

Zakład Przemian Energii (kierownik – Zygfryd Jung) w roku 1966 przeszedł do Komitetu Energetyki PAN.

W 1997 r. Zakład Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych (filia IPPT w Poznaniu) pod kierownictwem prof. J. Kubika przeniósł się do Akademii Bydgoskiej, tworząc Katedrę Mechaniki Środowiska wkrótce uzyskującą status Instytutu Mechaniki Środowiska i Informatyki Stosowanej.

Uczelnią, którą także można uznać za wyrosłą z IPPT jest powstała w roku 1994 „Polsko-Japońska Wyższa Szkoła Technik Komputerowych”, o wiodącej pozycji wśród niepublicznych uczelni technicznych. Założono ją przy decydującym udziale grupy pracowników Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych IPPT. Rektor Uczelni (J. P. Nowacki) i jej prorektorzy (W. Kosiński i A. Drabik) są wychowankami IPPT, nadal blisko współpracującymi z Instytutem.

Do instytucji wyrosłych z IPPT już w warunkach systemu rynkowego zaliczyć można także firmy będące spadkobiercami (1989) Zakładu Doświadczalnego IPPT TECHPAN. Są to: ECHOSON S.A., realizująca powstałe w IPPT koncepcje dotyczące ultradźwiękowych metod diagnostycznych oraz SONOMED produkująca ultradźwiękową aparaturę dopplerowską. Za spadkobiercę Zakładu Problemów Energetyki uznać można powstałą w roku 1997 konsultingową firmę EnergySys, działającą w dziedzinie systemów energetycznych i infrastrukturalnych. Prowadzone w IPPT badania nad dynamiczną analizą konstrukcji w sytuacjach kolizji zaowocowały powstaniem firmy konsultingowo-obliczeniowej Impact Design (1989), której programy (Crash Cad) są liderem na światowym rynku obliczeń karoserii samochodowych w warunkach kolizji.

WSPÓŁPRACA Z UCZELNIAMI

IPPT, jako placówka w pierwszym rządzie badawcza, ma zadania dydaktyczne ograniczone do kształcenia ponaddyplomowego i do rozwoju kadry naukowej. Powszechna w rozwiniętych krajach ścieżka kariery: po doktoracie – do praktyki gospodarczej – jest u nas nadal w zarodku, natomiast – naturalną rzeczą kolejną – znaczna część wykształconych i uformowanych w Instytucie naukowców przechodzi do pracy naukowo-dydaktycznej na uczelniach lub (w warunkach powszechnej wieloletowości) traktuje to jako dodatkowe zatrudnienie. Zagadnienia tego nie będziemy tu komentować, zajmiemy się natomiast współpracą instytucjonalną oraz sytuacjami, gdy grupa badawcza albo jednostka o dużej indywidualności twórczej wносиła znaczący wkład w rozwój struktur organizacyjnych i tematyki badawczej Uczelni przyjmującej.

Zaciągnięty dług

W najwcześniejszym okresie istnienia Instytutu współpraca z uczelniami polegała w pierwszym rządzie na „unii personalnej”: profesorowie – kierownicy katedr na uczelniach byli organizatorami i kierownikami pierwszych zakładów IPPT. Także znaczna część personelu naukowego miała swoje pierwsze miejsce pracy na uczelni. Sytuacja ta uległa gwałtownej zmianie w roku 1961, gdy zaczęto dość rygorystycznie wprowadzać zasadę jednoetatowości. Zmniejszyło to poważnie potencjał badawczy Instytutu, co można było zaobserwować choćby jako nagły spadek liczby pracowników. Na szczęście, większość odchodzących naukowców nie zerwała ścisłej współpracy z Instytutem, pomimo utraty więzi formalnej. Miały miejsce (dziś niewyobrażalne) sytuacje, gdy kierownik pracowni, lub zakładu nie był pracownikiem etatowym Instytutu i nie otrzymywał za to żadnej gratyfikacji finansowej. Takie były np. przypadki osób o wielkich zasługach dla Instytutu: Witolda Nowackiego i Władysława Fiszdona.

Wkrótce jednak IPPT okrzepł na tyle, że mógł zacząć spłacać uczelniom dług zaciągnięty w młodości. Międzynarodowa pozycja i kontakty twórców Instytutu i wybijających się naukowo ich młodszych wychowanków umożliwiały staże naukowe w wiodących ośrodkach nauki światowej obiecującym młodym naukowcom. Dotyczyło to nie tylko pracowników IPPT, ale także młodych ludzi z uczelni, szczególnie spoza wielkich ośrodków uniwersyteckich. W czasach politycznej izolacji i trudności dewizowych umożliwiało to nie tylko kontakt z elitą światowych uczonych, ale także – nie ukrywajmy – poprawiało na lata sytuację materialną wyjeżdżających. Odczuwamy satysfakcję i dumę z faktu, że już w latach 60. Instytut uważano w wielu ośrodkach krajowych za „okno na świat” w naukach technicznych.

Z czasem coraz większego znaczenia zaczęła nabierać inna, bardziej normalna, forma spłacania „długu” wobec uczelni, z zasobów których powstał przecież IPPT. Chodzi, oczywiście, o przepływ wychowanych w Instytucie samodzielnych pracowników naukowych, którzy przynosili ze sobą często, szczególnie do młodych uczelni, nowe kierunki i style badawcze. W niektórych przypadkach przepływ ten wspomagany był formalnymi umowami o współpracy pomiędzy IPPT i Uczelniami, jednak większość takiej współpracy miała charakter naturalny, bez obudowy administracyjnej. Aktywność taka, przynosząc trwałe rezultaty, nie zawsze pozostawia ślady w pamięci i historii. Dlatego przypomnimy tutaj tylko niektóre z godnych zapamiętania działań, zdając sobie

sprawę, że pomijamy niezасłużenie wiele twórczych inicjatyw; ich twórców z góry za to przepraszamy.

Trzecią, naturalną formą współpracy była i jest indywidualna współpraca badawcza. Młodzi pracownicy naukowo-dydaktyczni uczelni przygotowują swoje rozprawy pod kierunkiem, albo przy udziale specjalistów z Instytutu. Często odbywa się to w formie długoterminowego stażu w IPPT pracownika, którego Uczelnia zwalnia w tym czasie od obciążeń dydaktycznych. Wiąże się to zwykle z prezentacją rozprawy przed Radą Naukową IPPT; szczególnie dotyczy to rozpraw habilitacyjnych naukowców z uczelni nie posiadających uprawnień do nadawania stopni w odpowiednich specjalnościach. Poczytujemy sobie za komplement opinii, iż wiąże się to z pewnym ryzykiem, gdyż Rada IPPT jest podobno szczególnie wymagająca.

Współpraca instytucjonalna i organizacyjna

Już w pierwszym dziesięcioleciu swego istnienia Instytut, oprócz wyłonienia z siebie szeregu instytutów badawczych, uczestniczył w powstaniu kilku jednostek organizacyjnych (wydziałów) na uczelniach. Jako jedne z pierwszych można wymienić zorganizowanie (1960 r.) pod kierownictwem prof. J. Mossakowskiego Wydziału Budownictwa na Politechnice Łódzkiej. Powstałe wówczas więzi z tym Wydziałem (doktoraty i habilitacje w IPPT) trwają do dziś, z korzyścią dla obu stron.

W latach 70. Instytut zawarł, z inicjatywy prof. A. Sawczuka, szereg umów o współpracy z młodymi uczelniami. Umowy takie (m. in. z Politechniką Białostocką, WSP – obecną Akademią Bydgoską, ART – obecnym Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim) pomagały omijać bariery biurokratyczne utrudniające czasowy przepływ kadr, ale zaowocowały także inicjatywami naukowymi, przynoszącymi niekiedy wyniki dopiero po latach i współpracą trwającą do dzisiaj.

W ramach umowy o współpracy z **Politechniką Białostocką** pracownicy Instytutu prowadzili systematycznie wykłady dla młodych pracowników naukowych i dyplomantów oraz powstał tam w 1980 r. istniejący do 1992 r. Zespół Nieliniowej Mechaniki Zakładu Teorii Konstrukcji IPPT. Jej kierownikami byli kolejno A. Borkowski i A. Blinowski, a zespół tworzyli oddelegowani pracownicy naukowcy P.B.

Bliska, wieloletnia współpraca naukowa i dydaktyczna z obecną **Akademią Bydgoską** (J. Kubik) doprowadziła, po latach, do przejścia tam (1997 r.) zespołu z Zakładu Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych (Oddział IPPT w Poznaniu). Zainicjowano nowe kierunki badań ośrodków porowatych, tworząc Katedrę Mechaniki Środowiska, która rozwinęła się w Instytut Mechaniki Środowiska i Informatyki Stosowanej. Z satysfakcją odnotowujemy, że obecnie J. Kubik pełni funkcję prorektora ds. naukowych w AB. Pod jego kierunkiem stworzono tam w 2001 r. wspólne (AB-IPPT) Środowiskowe Studium Doktoranckie.

Wykładowcy z IPPT prowadzili przez wiele lat specjalistyczne zajęcia podyplomowe na olsztyńskich ART i WSP, a w ostatnich latach wnieśli znaczny wkład w powstanie i rozwój **Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego** (J. Rychlewski, A. Blinowski). J. Rychlewski zorganizował tam i prowadzi Wydział Matematyki.

Ścisłą współpracę z IPPT nawiązała, już od samego powstania, obecna **Politechnika Świętokrzyska**. Wielkie zasługi w przekształceniu K-R WSI w Politechnikę położył jej rektor (1970-1975), późniejszy wieloletni dyrektor IPPT i ponownie rektor PŚ (1996-1999) – prof. Henryk Frąckiewicz. Zorganizował on przy PŚ filię IPPT (1986-1994), prowadzącą badania nad dynamiką

maszyn roboczych (W. Trąpczyński) i nad technologicznymi zastosowaniami laserów. Zainstalowano tam laser o największej w Polsce (do dnia dzisiejszego) mocy 6500 W. Z ośrodka tego powstało na terenie Politechniki Świętokrzyskiej w 1996 r., pod wspólnym patronatem MEN i PAN, niezależne już od IPPT, Centrum Laserowych Technologii Metali, którego kierownictwo przejął, po śmierci H. Frąckiewicza, prof. Zbigniew Wesołowski, wychowanek i pracownik IPPT niemal od jego powstania. Z satysfakcją nadmienić trzeba, że następcą H. Frąckiewicza na stanowisku rektora Politechniki jest Wiesław Trąpczyński, który wszystkie szlify naukowe (doktorat, habilitacja, profesura) zdobył w IPPT.

Nie będziemy tu wymieniać naturalnej współpracy z renomowanymi Politechnikami krajowymi, polegającej na wzajemnym uczestniczeniu w seminariach czy zasiadaniu w Radach Naukowych. Trzeba tu zrobić wyjątek dla **Politechniki Poznańskiej**, z którą współpraca jest wyjątkowo owocna. Wielu profesorów PP przygotowywało swe doktoraty pod kierownictwem lub w ścisłej współpracy z profesorami IPPT (A. Garstecki, A. Gawęcki, A. Litewka i T. Łodygowski – obecny prorektor ds. naukowych). Ożywiona współpraca trwa nadal (wspólne projekty międzynarodowe, wykłady dla doktorantów).

Nie dysponując w miarę kompletnymi danymi, nie potrafimy wymienić wszystkich znaczących pozycji wychowanków Instytutu na innych krajowych uczelniach. Nie możemy jednak odmówić sobie satysfakcji zaznaczenia, że m. in. członek rzeczywisty PAN Jerzy Seidler był jednym z pierwszych doktorantów IPPT. Również znany warszawski fizyk Łukasz Turski rozpoczął swoją karierę naukową w IPPT.

Uczelnie warszawskie

Relacje pomiędzy IPPT, a **Uniwersytetem Warszawskim** miały zawsze bardzo specjalny charakter, choćby ze względu na bliskość geograficzną obu instytucji. Położeniu IPPT „na wprost drogi” pomiędzy dwoma najpoważniejszymi uczelniami polskimi: Uniwersytetem i Politechniką można nadać nawet symboliczne znaczenie, jeśli chodzi o zadania i misję Instytutu. Profesorowie stosowanych nauk ścisłych (obecny Wydział Matematyki Informatyki i Mechaniki) UW byli przez lata *spiritus movens* najaktywniejszych zespołów twórczych Instytutu. Wspominaliśmy już nazwiska W. Nowackiego i W. Fiszdana kierujących jednostkami IPPT nawet bez rekompensaty finansowej. Ścisłe współpracowali z Instytutem i prowadzili w nim przez wiele lat zespoły badawcze profesorowie UW: M. Burnat, Z. Olesiak i B. Cichocki. Z kolei kadrę wykładowców obecnego Instytutu Matematyki Stosowanej i Mechaniki UW stanowili zawsze w znacznej części pracownicy IPPT. Także wielu pracowników tego Instytutu broniło doktoratów w IPPT. ZMiFP IPPT prowadził wieloletnią ścisłą współpracę z Instytutem Fizyki Teoretycznej UW (B. Cichocki) w dziedzinie teorii zawiesin. Z najnowszych wydarzeń dotyczących relacji IPPT – UW wymienić można wybranie Z. Peradzińskiego, do niedawna kierownika ZMiFP IPPT, dyrektorem wymienionego powyżej Instytutu (IMSiM UW).

Jeśli chodzi o **Politechnikę Warszawską**, to dobre tradycje współpracy ma IPPT z Instytutem Technologii Ciepłej PW. Na jego terenie mieścił się w latach 80. Zespół Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii i działające tam dotychczas Laboratorium Energetyki Słonecznej IPPT, zorganizowane przez B. Staniszewskiego i Z. Plutę, profesorów PW, a ówczesnych współpracowników Instytutu.

Od roku 1995 ściśle współpracuje z ITC PW (J. Banaszek, R. Domański) Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów IPPT (T. Kowalewski). W wyniku tej współpracy i w oparciu o doświadczenia IPPT powstało w ITC laboratorium pomiarów przepływów termicznych. Prowadzone są wspólne granty, a studenci z ITC wykonują prace magisterskie w IPPT. Za tę współpracę T. Kowalewski otrzymał niedawno dyplom rektora PW.

Z wyjątkiem omówionego przypadku ITC, współpraca IPPT z Politechniką Warszawską ogranicza się ostatnio, pomimo bliskości geograficznej obu instytucji, do indywidualnej działalności dydaktycznej pracowników IPPT na Politechnice. Także sporadycznie naukowcy z Politechniki występują na seminariach zakładowych IPPT. Daleko nam, niestety, do takich relacji, jakie istniały w czasach młodzieńczych IPPT. Należy żywić nadzieję, że organizowany wspólnie przez IPPT i PW światowy kongres mechaniki ICTAM 2004 zaowocuje trwałym zbliżeniem obu Instytucji.

Współpraca z **Wojskową Akademią Techniczną**, noszącą imię wieloletniego profesora IPPT Sylwestra Kaliskiego, polegała w ubiegłym okresie głównie na dwuletatowości naukowców WAT, posiadających drugie miejsce pracy w IPPT, na stażach młodych pracowników WAT w IPPT i na przepływie do IPPT pracowników WAT, napotykających tam na pozanaukowe trudności. Bliższa współpraca instytucjonalna napotykała na bariery formalne, których oczywistą przyczyną były różnice w organizacji i stylu prowadzenia badań w obu instytucjach. Współpraca taka mogła zresztą oznaczać przymknięcie „okna na świat” jakim był IPPT. Po zniknięciu barier ustrojowych współpraca ta nabiera rozmachu. W 2001 roku powstało m. in. Środowiskowe Laboratorium – założone przez IPPT i Instytut Optoelektroniki WAT.

Wymienić należy także niepaństwową uczelnię: **Polsko-Japońską Wyższą Szkołę Technik Komputerowych**, o bardzo wysokiej pozycji rankingowej w swojej kategorii. Powstała ona w 1994 roku, przy decydującym udziale grupy byłych i obecnych pracowników IPPT. Jej rektor (J. P. Nowacki) i prorektor ds. naukowych (W. Kosiński) są wychowankami IPPT.

Także i za granicą

Pracownicy IPPT wnieśli także znaczący wkład organizacyjny w powstanie i/lub rozwój kilku uczelni zagranicznych. Ponieważ informacje na ten temat są oczywiście niepełne, wymieniamy tylko przykładowo ciekawsze ze znanych nam działań.

Zafascynowany wizytą w IPPT prezes Kubańskiej Akademii Nauk postanowił stworzyć u siebie podobną instytucję, powierzając misję organizacji instytutu, wzorowanego na IPPT (1975–1977) zespołowi naszych profesorów: J. Wehrowi, L. Filipczyńskiemu, M. Sokołowskiemu i J. Deputatowi. Ich misję kontynuowali wykształceni w IPPT doktoranci i stażyści kubańscy, a współpracę ułatwiał fakt, że pierwszym dyrektorem tego Instytutu był Jose Altschuler, urodzony w Polsce.

W latach 60. powstawał, obecnie największy uniwersytet australijski – Monash University. Znaczącą rolę w organizacji Sekcji Magnetyzmu i Plazmy odegrał tam A. Turski (1965–1969), m. in. promotor pierwszych doktoratów z tej dziedziny.

Reorganizatorem i od 1992 r. dziekanem Wydziału Inżynierii Lądowej na Uniwersytecie Beira Interior w Covilha (Portugalia) jest profesor IPPT R. Kowalczyk. Wykładało tam także kilku innych pracowników Instytutu.

Instytut posiada bezpośrednie umowy o współpracy z 43 uczelniami na świecie, zawarte bezpośrednio lub w ramach szerszych porozumień międzyrządowych lub PAN. Z wieloma z nich trwa rzeczywista, intensywna współpraca (badania doświadczalne związane z teoretycznymi wynikami uzyskanymi w IPPT, wymiana „know-how”, prowadzenie doktoratów).

Nie sposób zebrać kompletnych danych dotyczących znaczących pozycji wychowanków Instytutu na prestiżowych uczelniach zagranicznych. Dlatego, jedynie dla przykładu, pozwolimy sobie wymienić tu tylko uczelnie, na których kierują katedrami uczniowie jednego z naszych profesorów – Zenona Mroza: University of Minnesota (A. Drescher), Duke University NC (T. Hückel), University of Michigan (D. Kujawski, R. Michałowski), McMaster University Ont. (S. Pietruszczak), NSMA Potiers (A. Dragon), Uniw. Lulea (M. Klisiński). Nie można także nie wspomnieć o słynnym MIT, na którym katedrę budownictwa okrętowego prowadzi wychowanek i profesor IPPT – T. Wierzbicki oraz o prestiżowym czasopiśmie *Journal of Thermal Stresses*, założonym przez R. Hetnarskiego, wieloletniego pracownika IPPT.

Wspomnieć też należy, że wielu znanych uczonych zagranicznych zaczynało swą karierę od doktoratów (jak np. Guo Zhong-Heng, 1963, późniejszy członek zagraniczny PAN) lub od długich stażów w IPPT (jak np. S. Murakami i T. Inoue z Japonii).

KSZTAŁCENIE

Działalność edukacyjna Instytutu ogranicza się do kształcenia na poziomie ponad dyplomowym i składa się z dwóch elementów: form instytucjonalnych (studia doktoranckie i podyplomowe) oraz z działalności szkoleniowej w postaci wąskotematycznych kursów organizowanych *ad hoc* albo serii szkoleń powtarzalnych. Zakres tematyczny działalności edukacyjnej Instytutu zależy w pierwszym rzędzie od dziedzin (specjalności), w których Rada Naukowa ma uprawnienia do nadawania stopni naukowych i od tego zagadnienia zaczynamy poniższe omówienie.

Stopnie naukowe

Pierwsze stopnie naukowe doktora (zwanego wówczas, z rosyjska, kandydatem nauk technicznych) nadała Rada Naukowa IPPT w 1955 roku. Wśród sześciu doktorów wypromowanych w tym roku znajduje się trzech członków Komitetu Doradczego Obchodów 50-lecia. Są to profesorowie: Leszek Filipczyński (promotor I. Malecki), Jerzy Mossakowski (promotor W. Nowacki) i Marek Sokołowski (promotor W. Nowacki).

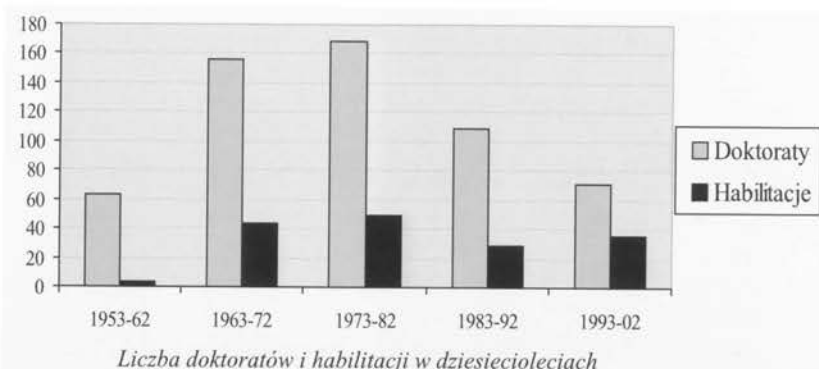
Instytut ma prawo nadawania stopni naukowych doktora i doktora habilitowanego w następujących siedmiu dyscyplinach:

- Automatyka i robotyka;
- Budowa i eksploatacja maszyn;
- Budownictwo;
- Elektronika;
- Informatyka;
- Inżynieria materiałowa;
- Mechanika.

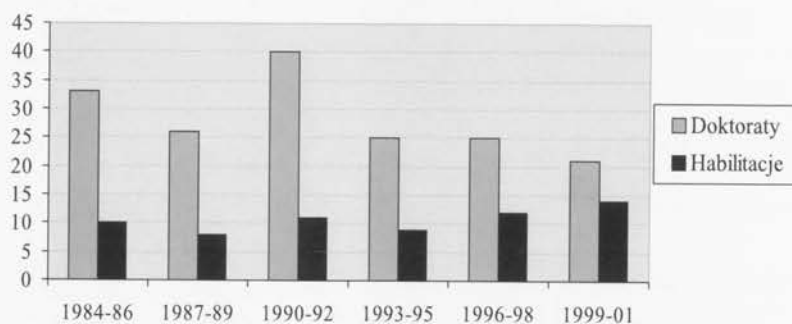
Należy podkreślić, że tak szeroki zakres uprawnień do nadawania stopni posiada niewiele krajowych instytucji naukowych. Dotyczy to szczególnie uprawnień dotyczących stopnia doktora habilitowanego. I tak np. Instytut posiada, jako jeden z nielicznych, takie uprawnienia w specjalności „Informatyka” (nauki techniczne), a nawet w tak tradycyjnie popularnej specjalności jak mechanika.

Rada Naukowa nadała w ciągu półwiecza 167 stopni doktora habilitowanego i 569 stopni doktora. Podane dalej wykresy przedstawiają ewolucję liczby nadanych stopni w kolejnych dziesięcioleciach istnienia Instytutu oraz bardziej dokładnie, w okresach 3-letnich ostatniego piętnastolecia. Po znacznym spadku liczby doktoratów od połowy lat 80. związanym z deprecjacją nauki w odczuciu społecznym, a szczególnie w odczuciu decydentów, liczba doktoratów ustabilizowała się na poziomie ok. 8 rocznie. Tendencja spadkowa nie ujawnia się z takim natężeniem w przypadku habilitacji, a ich liczba wykazuje nawet, od początku lat 80., tendencję wzrostową. Ci co wybrali naukę – nie mieli już wyjścia...

Liczba stopni nadanych w kolejnych dziesięcioleciach, z rozbiciem na specjalności, przedstawiona jest w tabelce. Niemal połowa stopni doktora i powyżej połowy stopni doktora habilitowanego nadana została w specjalności „mechanika”; jednak w ostatnim dziesięcioleciu, wraz z rozwojem nowych specjalności, udział mechaniki w doktoratach spadł do ok. $\frac{1}{3}$.



Liczba doktoratów i habilitacji w dziesięcioleciach



Liczba doktoratów i habilitacji w okresach 3-letnich

Studia doktoranckie i podyplomowe

Studium Doktoranckie w obecnej formie rozpoczęło działalność w 1968 r., jako jedno z pierwszych w kraju. Wcześniej nie było wykładów prowadzonych specjalnie dla doktorantów, a ich studia formalnie ograniczały się do wykonywania pracy doktorskiej. Organizatorem i pierwszym kierownikiem Studium był prof. Czesław Eimer (1968 – 1977), a jego następcami profesorowie: P. Perzyna (1977 – 1980), J.A. König (1980 – 1986), J. Mossakowski (1986 – 1988) i Cz. Woźniak (1989 – 1996). Od 1996 r. kierownikiem jest prof. Wojciech Marks.

W latach 1968 – 2002 w Studium Doktoranckim uczestniczyło 466 osób, z których 171 obroniło rozprawy doktorskie. Jak widać selekcja i odsiew, szczególnie po pierwszym roku są znaczne. Liczba doktorantów tradycyjnie zależy od możliwości stypendialnych Instytutu, choć we wcześniejszych latach transformacji ustrojowej (patrz refleksja w poprzedniej sekcji) trudno było znaleźć wystarczającą liczbę kandydatów na zadowalającym poziomie. Od końca lat 90. sytuacja poprawia się i oprócz osób uczestniczących w studiach pracując, mamy studentów oczekujących na zwolnienie się stypendium.

Obecnie Studium liczy 77 doktorantów, z których 55 otrzymuje stypendia z IPPT (niektóre częściowo refundowane ze środków Centrów Doskonałości lub z grantów) oraz 22 osoby przygotowujące rozprawy doktorskie pracując poza IPPT. Studium kształci obecnie słuchaczy we wszyst-

Liczba doktoratów i habilitacji, z podziałem na dziesięciolecia i specjalności

Dziesięciolecia	Specjalności:	Automatyka i Robotyka	Budowa i Eksploatacja Maszyn	Budownictwo	Elektronika	Informatyka	Inżynieria materiałowa	Mechanika	Razem
1953-1962	doktoraty habilitacje	0 0	1 0	1 0	22 0	3 0	2 0	34 4	63 4
1963-1972	doktoraty habilitacje	2 2	7 1	6 3	57 12	1 0	6 5	77 20	156 43
1973-1982	doktoraty habilitacje	0 0	18 5	8 3	40 12	3 0	2 5	97 24	168 49
1983-1992	doktoraty habilitacje	2 1	8 0	9 2	41 8	6 0	0 1	43 17	109 29
1993-2001	doktoraty habilitacje	4 1	8 1	15 4	12 6	5 1	2 2	25 20	71 35
1953-2001	doktoraty habilitacje	8 4	42 7	39 12	172 38	18 1	12 13	276 85	567 160

kich wymienionych na wstępie specjalnościach, a w wykładach, poza regularnymi słuchaczami, uczestniczą często młodszy pracownicy naukowi warszawskich uczelni.

W związku z powstaniem w Instytucie Centrów Doskonałości zaistniała możliwość średnioterminowych pobytów w IPPT specjalistów ze Wspólnoty Europejskiej. Umożliwia to rozszerzenie programu studiów o krótkie kursy prowadzone przez wybitnych uczonych zagranicznych. I tak np. Centrum Doskonałości „Nowoczesne Materiały i Konstrukcje” (AMAS) zorganizowało w roku akademickim 2001/2002 9 cykli wykładów prowadzonych przez profesorów z Włoch, Francji i Wielkiej Brytanii.

W roku 2001 utworzono, wspólnie z Wydziałem Matematyki, Techniki i Nauk Przyrodniczych Akademii Bydgoskiej, Środowiskowe Studium Doktoranckie w Bydgoszczy pod kierownictwem prof. Józefa Kubika. Na pierwszy rok zostało tam przyjętych 16 osób.

W roku akademickim 2002/2003 rozpoczęło w IPPT działanie podyplomowe **Studium Ekspertkie** Technologii Inteligentnych. Trzysemestralne Studium działa w ramach Centrum Doskonałości AMAS i obejmuje dwa semestry wykładów (10 kursów) oraz jeden semestr poświęcony na indywidualny projekt badawczy.

Kursy i konferencje szkoleniowe

Jak zaznaczono na wstępie, działalność szkoleniowa Instytutu prowadzona jest w postaci krótkich konferencji albo cyklicznych kursów.

Do lat 80. konferencje naukowo-szkoleniowe organizowane były zwykle w ośrodkach PAN, głównie w Jabłonie, gdzie Instytut zorganizował kilkadziesiąt takich spotkań, przeznaczonych

dla pracowników naukowych. W wielu przypadkach udawało się zapewnić takim konferencjom imponującą obsadę wykładowców. Warunki, jakie stwarzał ośrodek i atmosfera towarzysząca tym spotkaniom zachęcała nawet wybitnych naukowców z całego świata do dzielenia się swymi doświadczeniami, pomimo braku zachęty finansowej. Ważnym elementem tych konferencji były przygotowywane dla uczestników materiały szkoleniowe. Były one publikowane później przez wrocławskie „Ossolineum”, w postaci nawet kilkusetstronicowych monografii, wydawanych zwykle techniką małej poligrafii. W wielu przypadkach taka „wstępna monografia” stawała się podstawą do powstania najwartościowszych polskich monografii; wymienić tu można np. „Teorię plastyczności” (1965).

Inną bardzo ważną formą działalności szkoleniowej było kształcenie specjalistów, często wykorzystujących aparaturę powstałą w IPPT, w stosowaniu nowych metod w badaniach materiałów i w diagnostyce medycznej. Należy tu wymienić w pierwszym rzędzie kształcenie lekarzy w stosowaniu ultrasonografii, prowadzone w ramach Centrum Szkolenia Podyplomowego Lekarzy. W wyniku tej działalności powstało m.in. Polskie Towarzystwo Ultrasonograficzne, łączące specjalistów z dziedziny medycyny i techniki ultradźwiękowej. Podobne szkolenia prowadzono wielokrotnie przy wdrażaniu do praktyki, opracowanej w IPPT aparatury ultradźwiękowej do badań materiałowych.

W zmienionych warunkach finansowania badań zaczynają rozwijać się nowe formy działalności szkoleniowej. Są to specjalistyczne konferencje szkoleniowe organizowane przez centrum Doskonałości AMAS, przy udziale specjalistów z krajów Unii Europejskiej.

Innym rodzajem działalności szkoleniowej są szkolenia prowadzone od 1999 roku przez działający przy IPPT Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Ramowych Badań i Rozwoju Technicznego UE. Szkolenia te mają za zadanie pomóc krajowym zespołom badawczym w przygotowaniach do uczestnictwa w programach UE. Od powstania KPK (1999) przeszkolono w tym zakresie ponad 6000 osób. Więcej mówimy o tym w rozdziale „W procesie integracji europejskiej”.

WYDAWNICTWA I SŁUŻBA BIBLIOTECZNA

W początkowym okresie istnienia Instytutu działalność wydawniczą prowadziły poszczególne Zakłady. Pierwszym aktem tej działalności było przejęcie od Politechniki Gdańskiej przez Zakład Mechaniki Osrodków Ciągłych IPPT wydawania Archiwum Mechaniki Stosowanej (obecnie Archives of Mechanics).

W organizacji wydawnictw w Instytucie nieocenione zasługi poniósł, kierujący tą działalnością od początku, mgr Józef Janiczek. Zebrał on wydawnictwa rozproszone po poszczególnych zakładach, doprowadzając do powstania Sekcji Wydawnictw (1967), i przekazując w roku 1969 kierowanie nią mgr B. Wierzbickiej. Barbara Wierzbicka, będąc przez ponad 25 lat kierowniczką Działu (od roku 1970) i sekretarzem Redakcji większości wydawanych w Instytucie czasopism, utrzymywała pomimo trudnych warunków wysoki poziom edytorski wydawanych przez IPPT pozycji. Od roku 1997 Działem kieruje mgr Zofia Krawczyk, a odpowiedzialnym za działalność wydawniczą z ramienia Rady Naukowej jest prof. J.J. Telega. Dział ma swoją stronę internetową: http://ippt.gov.pl/edit_o/editorial_office.html

Działalność wydawnicza Instytutu obejmuje:

- wydawnictwa ciągłe – regularne – czasopisma
- wydawnictwa ciągłe – nieregularne,
 - serie raportów na prawach rękopisu „Prace IPPT”,
 - tomy abstraktów i biuletynów dla potrzeb organizowanych przez Instytut konferencji.
- serie wydawnictw zwartych i pojedyncze wydawnictwa książkowe, głównie własnych autorów
- sporadyczne wydawnictwa poszczególnych zakładów posiadających możliwości zewnętrznego dofinansowania (np. Zakł. Problemów Energetyki).

Czasopisma

Obecnie IPPT jest wydawcą 4 i współwydawcą 3 czasopism o zasięgu międzynarodowym, wydawanych po angielsku:

- *Archives of Mechanics (Archiwum Mechaniki Stosowanej)*, <http://am.ippt.gov.pl>; jest dwumiesięcznikiem, najstarszym wydawnictwem Instytutu. Ukazuje się od 1949 roku, początkowo jako kwartalnik po polsku na Politechnice Gdańskiej. Jego założycielami byli profesorowie: M.T. Huber, W. Nowacki, W. Olszak i W. Wierzbicki. Jest wydawany przez IPPT PAN od 1953 roku. W 1957 r. czasopismo przekształcono w dwumiesięcznik w języku angielskim. W związku z „zawirowaniami” pozanaukowymi w latach Stanu Wojennego „Archiwum” utraciło swą płynność i w konsekwencji pozycję na „Liście Filadelfijskiej”. Należy oczekiwać, że wkrótce na nią powróci. Obecnie ukazuje się 54. tom. Od 1999 r. redaktorem naczelnym czasopisma jest prof. H. Petryk.

- *Engineering Transactions (Rozprawy Inżynierskie)*, <http://et.ippt.gov.pl>; kwartalnik wychodzący od 1953 r. Obecnie ukazuje się 50. tom. Redaktorem naczelnym jest od 1999 r. prof. L. Dietrich.
- *CAMES–Computer Assisted Mechanics and Engineering Sciences*, <http://comes.ippt.gov.pl>; kwartalnik, wydawany od 1993 roku. Od 2001 r. pretenduje do „listy Filadelfijskiej”. Obecnie ukazuje się tom 9. Redaktorem naczelnym, od początku istnienia czasopisma, jest prof. M. Kleiber.
- *Journal of Technical Physics*, <http://jtp.ippt.gov.pl>; dwumiesięcznik, który ukazuje się od 1959 r., wcześniej pod nazwą *Proceedings of Vibration Problems*. Od 1996 r. jest wydawany we współpracy z Wojskową Akademią Techniczną. Obecnie ukazuje się 43. tom. Redaktorem naczelnym jest od 1992 r. prof. Cz. Rymarz.
- *Archives of Acoustics (Archiwum Akustyki)*, <http://www.acoustics.org.pl/aa.html>; jest kwartalnikiem wychodzącym od 1985 r. Jego współwydawcami wraz z IPPT są Komitet Akustyki PAN i Polskie Towarzystwo Akustyczne. Obecnie ukazuje się 27. tom. Od 1997 r. redaktorem naczelnym jest prof. L. Filipczyński.
- *Archives of Civil Engineering (Archiwum Inżynierii Lądowej)*, jest kwartalnikiem wydawanym od 1955 r. przez Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, od 1992 r. przy współudziale IPPT PAN. Obecnie ukazuje się 48. tom. Od 1993 r. redaktorem naczelnym jest prof. W. Radomski z Instytutu Dróg i Mostów Politechniki Warszawskiej.
- *Evolutionary Optimization* – kwartalnik internetowy, <http://www.jeo.org>. wychodzi od 1993 r. Redaktorem naczelnym jest prof. A. Osyczka z Politechniki Krakowskiej.

Ponadto w ubiegłych latach Instytut wydawał:

- *Uspiechi Mechaniki (1977-1992)* – kwartalnik w języku rosyjskim, którego dwa ostatnie roczniki ukazały się po angielsku jako *Advances in Mechanics*
- *Archiwum Elektrotechniki (1952-1967)* – kwartalnik pod redakcją prof. J. Groszkowskiego
- *Rozprawy Elektrotechniki (1955-1967)* – kwartalnik pod redakcją prof. P.J. Nowackiego

Dwa ostatnie czasopisma wraz z powstaniem Instytutu Technologii Elektronowej w 1967 r. zostały tam przeniesione i są w dalszym ciągu wydawane.

Wydawnictwa ciągłe – nieregularne

- *Prace IPPT (IFTR Reports)*, ukazujące się nieprzerwanie od 1967 r. do chwili obecnej, wydawane są na prawach rękopisu. Łącznie ukazało się dotychczas ponad 1600 pozycji. Obecnie prezentowane są tam głównie rozprawy doktorskie i habilitacyjne. Warto wspomnieć, że w latach 70. i 80. cenzura zakazywała numerowania kolejnych pozycji, aby seria nie mogła pretendować do statusu wydawnictwa ciągłego. Od 1997 r. wychodzą *Prace IPPT-B* w formacie A4, zawierające wewnętrzne raporty z prac prowadzonych w Instytucie.
- *Materiały konferencyjne* (abstrakty i biuletyny) wydawane dla potrzeb sympozjów i konferencji organizowanych przez Instytut.

W ostatnim okresie przestały się ukazywać, głównie ze względów finansowych, następujące pozycje:

- *Polska Bibliografia Analityczna Mechaniki* (1955-1990) – 36 tomów, stanowiąca przez niemal półwiecze podstawowe źródło syntetycznej informacji o polskiej produkcji naukowej w szeroko pojętej dziedzinie mechaniki.
- *Fluid Dynamics Transactions* (1964 – 1989), 14 tomów.
- *Nonlinear Vibration Problems (Zagadnienia Drgań Nieliniowych)* (1960 – 1993), 25 tomów.
- Rocznik o nazwie *Działalność Naukowa Instytutu Podstawowych Problemów Techniki* oraz w wersji angielskiej: *Scientific Activities of the Institute of Fundamental Technological Research*, (1961-1989). W latach 1978 i 1983 wydano jubileuszowe (25-lecie i 30-lecie) zeszyty wymienionego rocznika, zaś obszerną charakterystykę pierwszych dwudziestu lat działalności, także wydawniczej, Instytutu przedstawiono w tomie: *XX lat Instytutu Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk*, PWN, Warszawa 1973.

Wydawnictwa zwarte

Oprócz wymienionych wydawnictw ciągłych Instytut wydał dotychczas około 200 pozycji książkowych. Wiele z tych pozycji ukazało się następnie w języku angielskim w znanych wydawnictwach międzynarodowych. Nieprzerwanie, od wielu lat wydawane są następujące serie:

- *Biblioteka Mechaniki Stosowanej* (od 1956 r. do chwili obecnej) – 100 tomów w dwóch seriach: A. Monografie i B. Podręczniki i opracowania inżynierskie, redaktorem naczelnym jest obecnie prof. Z. Mróz.
- *Biblioteka Akustyki i Ultradźwięków* (od 1972 do chwili obecnej) – 12 tomów, redaktorem naczelnym jest prof. A. Nowicki.
- *Studia z Zakresu Inżynierii* (od 1992, czyli od 32. pozycji, do chwili obecnej) – 20 pozycji – przy współdziałaniu Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, redaktorem odpowiedzialnym jest prof. W. Marks.
- *Trends in Mechanics of Materials* (od 1996 r. do chwili obecnej) – 3 tomy – redaktorem naczelnym jest prof. W. K. Nowacki.
- *AMAS – Lecture Notes (Center of Excellence for Advanced Materials and Structures* – od 2001) 4 tomy.

Zaprzestano wydawania następujących serii:

- *Monografie Zagadnień Elektrotechniki Teoretycznej* (1957-1981) – 13 tomów,
- *Mechanika i Komputer* (1976–1992) – 10 tomów,
- *Zagadnienia Techniki Fal Ultrakrótkich* (1956 –1968) – 15 tomów,
- *Biblioteka Elektroniki* (1976 –1977) – 2 tomy.

Działalność wydawnicza poza Instytutem

Do wkładu Instytutu w naukową działalność wydawniczą zaliczyć należy także indywidualną działalność pracowników IPPT, a mianowicie:

- Publikacje monograficzne w krajowych wydawnictwach naukowych i technicznych;
- Podręczniki wydawane przez uczelnie i instytuty;
- Monografie publikowane w renomowanych wydawnictwach międzynarodowych, takich jak: Noordhoff, Pergamon, Elsevier, Pineridge Press, Ellis Horwood, Springer-Verlag, Kluwer. W wydawnictwach tych ukazało się także kilkadziesiąt tomów prac zbiorowych i proceedingów, których redaktorami byli pracownicy Instytutu. Wymienić tu można kontynuowane nadal długie serie wydawnicze takie jak „Brittle matrix composites” (6 tomów, edytor A.M. Brandt), czy „Lecture Notes & Courses” - Centre International des Sciences Mécaniques, Udine (IPPT-owscy edytorzy 17 tomów stanowią ponad połowę liczby edytorów z Polski).
- Pracownicy Instytutu byli (są) współredaktorami prestiżowych czasopism naukowych. Wymienić tu można współredaktorów *Journal of Structural Mechanics* – obecnie *Mechanics of Structures and Machines* (A. Sawczuk – założyciel, Z. Mróz), *Archives of Computational Methods in Engineering* (M. Kleiber), *European Journal of Mechanics A: Solids* (K. Sobczyk, H. Petryk).
- Spośród komitetów redakcyjnych ponad 40. czasopism z „listy filadelfijskiej”, w których zasiadają pracownicy IPPT, można wymienić kilka tych, które charakteryzuje najwyższy „impact factor”, jak np: *Journal of Rheology*, *Ultrasound in Medicine and Biology*, *J. Non-Newtonian Fluid Mechanics*, *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, *International Journal of Solids and Structures*, *Computational Mechanics*, *Computer*, *Journal of Sound and Vibration*, *International Journal of Mechanical Sciences*.

Biblioteka

Początkowo księgozbiory tematyczne organizowane były przy Zakładach. W ten sposób Zakłady, które rozwijały się w samodzielne Instytuty wychodziły z IPPT z „wianem”. Po ustabilizowaniu zakresu badawczego Instytutu, powstała wspólna biblioteka (1969), w której skład do dziś wchodzi Księgozbiór Główny, zwany zwyczajowo Mechanicznym i Księgozbiór Akustyczny, jako jego filia.

Przez ponad trzydziestolecie (1953-1986) kierownikiem, początkowo największej zakładowej biblioteki (ZMOC), a potem Biblioteki Głównej była, z trzyletnią przerwą, kustosz dypl. mgr A. Królikowska. Przy skromnych środkach finansowych zorganizowała bibliotekę i nadała jej nowoczesny charakter. W Bibliotece lub za jej pośrednictwem, zanim nadeszła era komputeryzacji i Internetu, można było dotrzeć do niemal wszystkich ważniejszych publikacji na świecie. Ponadto w bibliotece prowadzono prace badawcze, analizując różnego typu wskaźniki (np. częstotliwość cytowań), charakteryzujące osiągnięcia Instytutu na tle innych środowisk. (por. rozdział „Wyróżnienia – nagrody – Oceny”). W latach 1986-1998 kierownikiem Biblioteki była mgr Marta Dmítruk. Od 1998 r. do chwili obecnej Biblioteką kieruje dr Bogusława Lewandowska.

Biblioteka dysponuje 80000 woluminami (70000 książek i 10000 oprawionych roczników czasopism) oraz gromadzi 950 tytułów czasopism, w tym 300 tytułów prenumerowanych na bieżąco, ponadto posiada zbiory dokumentów niepublikowanych takich jak zamknięty zbiór sprawozdań z wyjazdów służbowych (5000) oraz otwarty zbiór dysertacji naukowych: doktoratów i habilitacji bronionych przed Radą Naukową Instytutu (600 pozycji)

Wraz z postępującą komputeryzacją i informatyzacją powstała możliwość łatwiejszego korzystania z zasobów innych bibliotek. Rozpoczęto budowę bazy w systemie *ISIS*, dostępnej w lokalnej sieci komputerowej Instytutu i rozbudowywanej na bieżąco. Od 1995 roku biblioteka jest członkiem – inicjatorem Warszawskiego Porozumienia Bibliotek Naukowych PAN dla budowania wspólnego systemu informacyjno-wyszukiwawczego informacji bibliograficznej za pośrednictwem sieci komputerowej.

Aparat informacyjny Biblioteki stanowią katalogi zbiorów własnych:

- katalog alfabetyczny książek i czasopism;
- katalog rzeczowy książek, czasopism i materiałów konferencyjnych ;
- katalog chronologiczny konferencji naukowych oraz informacja naukowa dostępna „on line”;
- katalogi komputerowe zbiorów własnych (w systemach: *ISIS* i *HORIZON*);
- bibliograficzne bazy danych: abstraktowe;
- bibliograficzne bazy danych: pełnotekstowe (25).

Na podstawie grantu obliczeniowego KBN-u Biblioteka jest użytkownikiem zasobów biblioteki cyfrowej, ulokowanych w Interdyscyplinarnym Centrum Modelowania Matematycznego i Komputerowego Uniwersytetu Warszawskiego (ICM)

Systemowa własna baza danych w zautomatyzowanym zintegrowanym systemie bibliotecznym *HORIZON* jest tworzona w sposób ciągły i obejmuje opisy bibliograficzne wpływów bieżących i retrospektywne uzupełnianie bazy bibliograficznej zbiorów. Opisy zbiorów książkowych (bez czasopism) są dostępne w Internecie (retrokonwersja do 1978 roku): <http://panlib.ci.uw.edu.pl/webpac>

Biblioteka od początku obsługiwała nie tylko pracowników Instytutu. Ponad 15% wszystkich usług bibliotecznych (wypożyczenia, informacja, reprografia) wykonywano dla użytkowników zewnętrznych, zaś wypożyczenia międzybiblioteczne charakteryzowała trzykrotnie większa liczba wypożyczeń do innych bibliotek w stosunku do liczb wypożyczeń z innych księgozbiorów polskich. Świadczy to bez wątpienia o miejscu Biblioteki IPPT wśród pokrewnych bibliotek w Polsce. Obecnie, wraz z postępującą komputeryzacją i dostępnością zbiorów, procent wypożyczeń międzybibliotecznych stale wzrasta.

Stałymi czytelnikami biblioteki jest 600 osób. Zbiory biblioteczne są uzupełniane w wyniku zakupów, darów, i wymiany międzybibliotecznej. Propozycje nowych zakupów, powstające w wyniku sondażu na temat aktualnych potrzeb pracowników, podlegają weryfikacji merytorycznej Komisji ds. Gromadzenia Zbiorów Bibliotecznych.

KONFERENCJE NAUKOWE

Organizacja konferencji i spotkań naukowych oraz klasa uczestniczących w nich gości zewnętrznych jest nie tylko oznaką prężności danego środowiska naukowego, ale także miernikiem jego oceny przez świat naukowy. Wydaje się, że Instytut swój obowiązek statutowy przekazywania osiągnięć środowisku krajowemu oraz zapoznawania go z najnowszymi wynikami światowymi, w miarę swoich możliwości, spełnia dobrze. Organizowane spotkania, tak o zasięgu krajowym jak i zagranicznym, grupują rzeczywiście tych, którzy mogą coś ważnego przekazać (często elitę światową) i tych, którzy gotowi są z tej okazji skorzystać.

Omawiamy poniżej poszczególne kategorie działalności konferencyjnej uprawianej w Instytucie, szczególnie takie, które jako wydarzenia powtarzalne zapisały się w historii polskiej nauki oraz te, których organizacja powierzona Instytutowi, była dowodem szczególnego wyróżnienia ze strony środowiska międzynarodowego.

Seminaria zakładowe

Omówienie nasze rozpoczynamy od najniższego szczebla działalności – seminariów zakładowych, które nie dają materialnych wyników w postaci sprawozdań, lecz ich znaczenie trudne jest do przecenienia. Trzeba z satysfakcją stwierdzić, że rozpoczęte niemal wraz z narodzinami IPPT seminaria zakładowe stały się istotnym elementem integracji środowiska naukowego, o zasięgu znacznie wykraczającym poza Instytut. Seminaria powstawały wokół uczonych o wielkim potencjale naukowym i charyzmie i trwają nadal. Występowali w nich niejednokrotnie najwybitniejsi krajowi i światowi specjaliści, zaś ferwor i poziom toczących się tam dyskusji robił wrażenie na przedstawicielach renomowanych ośrodków. Tradycją, utrwaloną wymaganiami Rady Naukowej, jest zobowiązanie doktorantów i habilitantów do przedstawienia rozprawy na seminarium zakładowym przed oficjalnym jej złożeniem.

Ograniczmy się tu do wymienienia tych seminariów, które trwają nieprzerwanie niemal od półwiecza w niezmiennych terminach. Seminarium „poniedziałkowe”, które stworzył W. Olszak, a kontynuował A. Sawczuk dotyczy dyscyplin pokrewnych teorii plastyczności. Seminarium „środowe” zainicjowane przez J. Bondera i W. Fiszdona poświęcone jest mechanice płynów. Seminarium „piątkowe”, które stworzył W. Nowacki poświęcone jest dyscyplinom pochodnym od teorii sprężystości.

Konferencje z tradycją

Równie długą tradycję mają organizowane przez Zakłady – Twórców IPPT konferencje i sympozja. Od powstania Instytutu organizowane są przez Zakłady pochodzące od dawnego ZMOC, najpierw corocznie a obecnie co 2 lata „Polskie Konferencje Mechaniki Ciała Stałego”. Konferencje te pod nazwą SOLMECH znajdują się w oficjalnych kalendarzach organizacji międzynarodowych (IUTAM, EUROMECH), a w 2002 roku miała miejsce już 34. z tych konferencji. W konferencjach uczestniczy po kilkuset uczestników, w znacznej części ze znanych ośrodków zagranicznych. Wybrane prace są tradycyjnie publikowane w specjalnych pokonferencyjnych numerach „*Archives of Mechanics*” i „*Engineering Transactions*”

Środowisko ZMCiG organizowało w okresie 1959-1994 co 2 lata międzynarodowe „*Symposium on Advanced Problems and Methods in Fluid Mechanics*” (łącznie 21 spotkań), znane w świecie naukowym jako „*Fiszdon Symposia*”. Prace sympozjów publikowano w serii wydawniczej „*Fluid Dynamics Transactions*”, redagowanej przez W. Fiszdona.

Co 7 lat doroczne Ogólnopolskie Seminaria Akustyczne PTA oraz coroczne (od 1994 r.) konferencje „Zastosowań magnetyzmu” organizowane są przez środowiska IPPT.

Z mających krótszą, ale już utrwaloną tradycję seryjnych spotkań naukowych wymienić należy organizowane co 3 lata od 1985 r., już po raz siódmy, sympozja „*Brittle Matrix Composites*”, których wynikiem jest redagowana przez A.M. Brandta seria tomów pokonferencyjnych.

W okresie ograniczeń w kontaktach ze światem naukowym elementem ułatwiającym te kontakty były szerokotematyczne Sympozja Bilateralne organizowane na przemian przez IPPT i partnerów zachodnich. Były to sympozja polsko-: włoskie, szwedzkie, niemieckie i francuskie. Dla „symetrii” organizowano także sympozja polsko-ukraińskie i białoruskie. Idea takich szerokotematycznych sympozjów nieco zdezaktualizowała się w nowej sytuacji geopolitycznej, jednakże dawna tradycja odradza się w postaci bardziej specjalistycznych spotkań, szczególnie z partnerami niemieckimi i francuskimi.

Mające również długą tradycję organizowane, głównie w ośrodkach PAN (Jabłonna, Mądralin), konferencje o charakterze szkoleniowym jak np. popularyzacja zastosowań nieliniowej mechaniki, czy szkolenie lekarzy w zakresie zastosowań ultradźwięków w medycynie, omawiane są w rozdziale „Kształcenie”.

Konferencje organizacji międzynarodowych

Inną kategorią są sympozja i kongresy odbywające się cyklicznie pod auspicjami międzynarodowych federacji naukowych (FASE, IUTAM, EUROMECH), o których organizację ubiegają się ośrodki naukowe z wielu krajów. Przydzielenie organizacji takiego spotkania Instytutowi stanowi dowód wysokiej międzynarodowej oceny poziomu tej dyscypliny w IPPT. Ze względów organizacyjnych konferencje takie organizowane są często przy udziale polskich towarzystw naukowych, a z reguły także z udziałem odpowiednich Komitetów PAN. Nie sposób wymienić tu wszystkich tego typu spotkań naukowych. Ograniczymy się do najważniejszych oraz tych, które w jakiś szczególny sposób zapisały się w zbiorowej pamięci Instytutu.

Jednym z pierwszych organizowanych przez IPPT dużych spotkań międzynarodowych było sympozjum (IASS) „*Non-Classical Shell Problems*” (1963).

W 1978 roku organizowany był (IPPT i PTA) w Warszawie II-Kongres FASE (Fed. of Acoustical Soc. of Europe), zaś rok później Międzynarodowa Konferencja *INTERNOISE*.

Ważnymi wydarzeniami były międzynarodowe konferencje: *First International Conference on Ultrasonics in Medicine and Biology UBIOMED I* (1970) i *UBIOMED VI* (1983).

Specjalistyczną konferencją, która zgromadziła światową elitę w dziedzinie plastyczności, było zorganizowane dla uczczenia 70-lecia Waława Olszaka „*Symposium on Foundations of Plasticity*” (Warszawa 1972). Zredagowane przez A. Sawczuka dwa tomy wybranych prac Sympozjum są do dzisiaj pozycjami odniesienia w tej dziedzinie.

Z nowszych wydarzeń naukowych należy wymienić:

- *2nd European Fluid Mechanics Conference*, Warszawa 1994,
- *Second World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization*, Zakopane 1997,
- EURODYMAT-2000 („*International Conference on Mechanical and Physical Behaviour of Materials under Dynamic Loading*”, Kraków 2000)

oraz serię specjalistycznych kolokwiów pod auspicjami EUROMECH, z których jedno (1992) poświęcone było pamięci J.A. Königa.

W ostatnim czasie zwiększony nacisk położony jest na niewielkie specjalistyczne kolokwia i warsztaty organizowane zwykle w ramach europejskich Programów Ramowych lub projektów NATO. Szczególnie aktywne jest w tym zakresie Centrum Doskonałości AMAS (11 konferencji w ciągu ubiegłych 2 lat, nie licząc spotkań o charakterze głównie szkoleniowym).

Etykieta najważniejszej organizacji naukowej w dziedzinie mechaniki IUTAM przesądza o randze spotkania odbywającego się pod jej auspicjami. Pierwszym spośród organizowanych przez IPPT spotkań IUTAM było „*Symposium on Nonhomogeneity in Elasticity and Plasticity*” (Warszawa, 1958), którego światowa obsada była pochodną międzynarodowej pozycji W. Olszaka i W. Nowackiego i które stanowiło przełomowy moment ponownego wejścia polskiej mechaniki do światowego nurtu nauki. Do najważniejszych spotkań IUTAM zaliczyć też trzeba „*Symposium on Optimization in Structural Design*” (Warszawa 1973) oraz „*Symposium on Discrete Structural Optimization*” (Zakopane 1993).

International Union of Theoretical and Applied Mechanics organizuje od 1924 roku, co 4 lata, światowe **kongresy ICTAM**, poświęcone szeroko pojętej mechanice, znane jako „olimpiady mechaniki”. Wprawdzie żaden z tych kongresów nie odbywał się dotychczas w Polsce, ale poprzedzony ostrą międzynarodową selekcją udział w nich jest znaczącą okazją dla światowej promocji polskiej mechaniki. Dlatego godnym zwrócenia uwagi jest fakt, że przeszło połowa z ok. 250 prac polskich przyjętych w historii tych kongresów pochodzi z IPPT. Pozycja mechaniki IPPT na arenie polskiej i światowej była ważnym argumentem za przyznaniem mu (wspólnie z Politechniką Warszawską) organizacji XXI Kongresu ICTAM w Warszawie w 2004 roku. Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego Kongresu (W. Gutkowski) i Sekretarz naukowy (T. Kowalewski) są pracownikami IPPT.

WIELOPARTNERSKIE PROJEKTY BADAWCZE

Udział w prestiżowych wielkich programach, a szczególnie ich koordynowanie, stanowią wyznacznik pozycji naukowej Instytutu w Polsce, a niejednokrotnie i poza jego granicami. Wielopartnerskie projekty badawcze koordynowane i w części wykonywane przez Instytut należy podzielić generalnie na dwa typy: przed zmianą ustroju państwa w roku 1989, a co za tym idzie zmianą organizacji nauki i po tej zmianie. W latach 1976–1989 były to ogólnopolskie programy badawcze (umownie: „Węzłowe”), zaś po transformacji granty KBN i międzynarodowe.

Problemy „Węzłowe”

W latach 1976–1989 funkcjonował system ogólnopolskich Problemów Badawczych: „Węzłowych”, w których uczestniczyły jednostki badawcze – Instytuty i Uczelnie z całego kraju oraz Problemów „Międzyresortowych”. W pierwszym dziesięcioleciu działania systemu Instytut koordynował dwa Problemy Węzłowe:

- Badania warstwy wierzchniej elementów maszyn (koordynator – J. Kaczmarek);
- Wytrzymałość i optymalizacja konstrukcji maszynowych i budowlanych (koordynator – W. Szczepiński)
oraz dwa Międzyresortowe:
- Mechanika ciał odkształcalnych, cieczy i gazów (koordynator – P. Perzyna),
- Metody akustyczne w technice i kulturze (koordynatorzy – J. Wehr i J. Ranachowski).

Od roku 1986 problemy badawcze zmieniły nazwy na Centralne Programy Badań Podstawowych (CPBP) i Centralne Programy Badań Resortowych (CPBR). Część tych Programów stanowiła kontynuację i rozszerzenie Problemów zakończonych w roku 1985. W następnych 5-ciu latach w Instytucie było koordynowanych pięć programów „Podstawowych” i trzy „Resortowe/Rządowe”. Programy „Podstawowe” to:

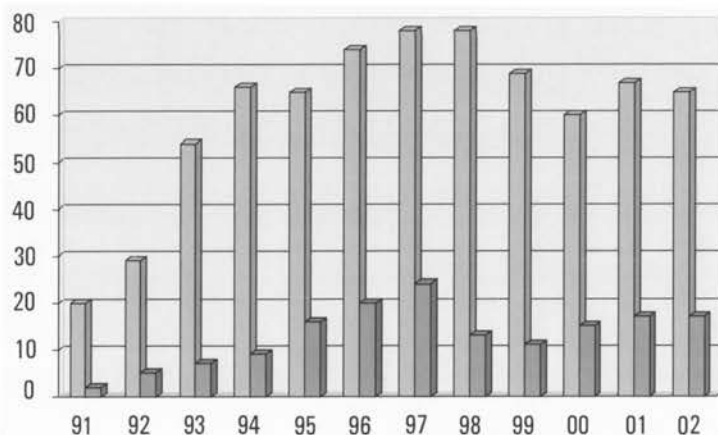
- Podstawy mechaniki materiałów, maszyn, konstrukcji i procesów technologicznych (koordynator J.A. König);
- Pola elektromagnetyczne i mechaniczne w ośrodkach ciągłych (koordynator – Z. Peradziński);
- Zagadnienia akustyki w technice, medycynie i kulturze... (koordynator - J. Ranachowski);
- Układy ze sztuczną inteligencją do maszyn roboczych i pojazdów (koordynator – H. Frąckiewicz);
- Podstawy i mechanizmy racjonalnej gospodarki energetycznej budownictwa mieszkaniowego (koordynator – W. Dzieńszewski).

- Problemy Resortowe były następujące:
- Ultradźwiękowy aerozol paliwowy i paliwowo-wodny do zasilania silników spalinowych (koordynator – Z. Wesołowski);
- Rozwój metod i przyrządów do diagnozowania stanu technicznej warstwy wierzchniej (koordynator – J. Kaczmarek);
- Poprawa wartości użytkowych i efektywności budownictwa mieszkaniowego i towarzyszącego (koordynator – E. Kossecka).

Bez względu na ocenę takiego systemu zarządzania badaniami naukowymi, należy stwierdzić, że przyznanie Instytutowi koordynowania programów badawczych było dowodem wysokiej oceny pozycji naukowej IPPT oraz że Instytut wywiązywał się z tych obowiązków z możliwie największą korzyścią dla polskiej nauki, choć niejednokrotnie z wielkim nakładem pracy administracyjnej. Koordynatorzy programów włożyli w nie wiele wysiłku, a niejednokrotnie i zdrowia, za co należą im się szczególne podziękowania.

Granty KBN i projekty międzynarodowe

Po zmianach systemu finansowania nauki w Polsce, symbolizowanych rokiem 1989, granty na badania zdobywane są przez pracowników lub zespoły badawcze w konkursach Komitetu Badań Naukowych. Nie będziemy tu omawiać zagadnienia grantów indywidualnych prowadzonych przez IPPT, których ogólna liczba w okresie funkcjonowania tego systemu wynosi około 250. Poniżej podany jest jedynie wykres przedstawiający ewolucję w czasie liczby aktualnie aktywnych grantów krajowych oraz zagranicznych z udziałem KBN.



*Liczba grantów wykonywanych w IPPT w poszczególnych latach:
KBN-krajowe (wysokie słupki) i międzynarodowe (niskie słupki)*

Spśród dużych, wielopartnerskich grantów KBN wymienić należy granty celowe:

- „Opracowanie nowej technologii produkcji złożonych wyrobów konstrukcyjnych z ceramiki stetykowej...” oraz „Opracowanie technologii dla wytwarzania ceramicznych podkładek spawalniczych” (J. Ranachowski, 1995 – 1996 i 1997 – 1998);
- „Urządzenia adaptacyjne STRAIN w inteligentnych układach konstrukcyjnych”(J. Holnicki-Szulc, 1996 – 1999);
- „Uruchomienie produkcji małoseryjnej mikrosonografu 30-40 MHz” (A. Nowicki, 1999 – 2000).
- „Monitorowanie rozwoju zniszczeń w kościele św. Jana w Gdańsku” (M. Skłodowski, J. Holnicki-Szulc, 1997 – 2000),

Ponadto aktualnie realizowane są dwa granty zamawiane:

- „Nowe procesy kształtowania plastycznego metali i stopów oparte o kontrolowanie struktury...” (R. Pęcherski, 2000 – 2002);
- „Systemy ciśnieniowe o ekstremalnych warunkach pracy” (L. Dietrich, 2001 – 2003).

Bardziej obiektywnym miernikiem pozycji naukowej IPPT, a w każdym razie jego pozycji międzynarodowej, jest udział w projektach międzynarodowych, a szczególnie finansowanych ze źródeł Komisji Europejskiej. Najważniejszymi kategoriami tych projektów są Centra Doskonałości oraz projekty badawcze i sieci IV i V Programu Ramowego. Instytutowi przyznano dotychczas prowadzenie następujących Centrum Doskonałości:

- „Nowoczesne materiały i konstrukcje” (2000 – 2003, kierownik: Z. Mróz).
- „Lasery przetwarzanie i zaawansowane badania materiałów” (2002 – 2004, kierownik: L. Dietrich)
- „Modelowanie i diagnostyka w biomedycynie stosowanej” (2002 – 2004, kierownik: J. J. Telega).

Zespoły badawcze IPPT uczestniczą także, jako współwykonawcy i koordynatorzy polskich tematów, w kilkunastu międzynarodowych projektach europejskiego V Programu Ramowego. Można tu przykładowo wymienić:

- ESPRIT ASPRA-HPC, (projekt sieciowy) „Advanced structural reliability analysis on high performance computers” (A. Siemaszko, 1998 – 2001);
- ESPRIT DECAST „Enhanced design environment for industrial casting processes on parallel computing platforms” (M. Kowalczyk, 1998 – 2001);
- SAFERELNET, „Safety and reliability of industrial products, systems and structures” (S. Jendo, 2001 – 05);
- PIEZODIAGNOSTIC, „Smart structural diagnostics using piezo-generated elastic waves” (J. Holnicki-Szulc, 2001 – 2005);
- FLOXCOM, „Low nox flox combustor for higher efficiency gas turbine”, (T. Kowalewski, 2000 – 2003)
- POLECER, Polar electroceramics, (A. Nowicki, 2001 – 2004)

oraz w projekcie NATO “Diagnozowanie betonów i betonów wysokowartościowych przy zastosowaniu analizy strukturalnej” (A.M. Brandt, 1999 – 2003).

Nie omawiamy tutaj projektów europejskich z zakresu organizacji nauki i wykorzystania zasobów ludzkich, wykonywanych w nawiązaniu do działalności Krajowego Punktu Kontaktowego, który – w wyniku konkursu KBN – prowadzony jest przez IPPT. Działania te omawiane są w dalszych rozdziałach.

DZIAŁALNOŚĆ WDROŻENIOWA

Naturalny przepływ wyników badań dojrzałych do praktycznego wdrożenia, wynikający z perspektywicznych potrzeb praktyki gospodarczej, czy też ze zgłaszanego *ad hoc* zapotrzebowania, napotykał i napotyka nieodmiennie na znane trudności. Dlatego w różnych okresach działalności Instytutu powoływane były jednostki organizacyjne, których zadaniem było ułatwianie i formalizowanie działalności wdrożeniowej, w tym także wykonywanie prototypów aparatury i urządzeń na podstawie modeli laboratoryjnych, będących wynikiem badań statutowych. Od omówienia historii i wyników tych jednostek zaczynamy nasze opracowanie.

Zakłady usługowe

W latach 1955–1970 istniał Zakład Konstrukcji Prototypów (ZKP), którego działalność przejął następnie Zakład Opracowań Prototypów i Usług Naukowych (ZOPIUN, 1971–1976). Prace wdrożeniowe prowadzone były prawie we wszystkich dziedzinach badań reprezentowanych w Instytucie. Odbiorcami tych prac, zarówno przedmiotowych (aparatura, urządzenia, elementy), jak i usługowych (analizy, ekspertyzy, konsultacje) były obok instytucji naukowych (instytutów resortowych) głównie zakłady przemysłowe. Wytwarzana aparatura była również eksportowana przez centrale handlu zagranicznego.

Działalność ta obejmowała opracowywanie i wykonywanie aparatury ultradźwiękowej do badań nieniszczących (defektoskopy, spektroskopy, betonoskopy), a także dla potrzeb diagnostyki medycznej (ultrasonografy, ultradźwiękowe detektory i przepływomierze dopplerowskie). Powstały urządzenia do ilościowych pomiarów ultradźwiękowych, tłumienia, prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych. Opracowano budowę unikatowych urządzeń geoakustycznych dla potrzeb geologii, górnictwa i budownictwa wodnego. Opracowano też urządzenia dużej mocy ultradźwiękowej do zastosowań przemysłowych w procesach czyszczenia i w galwanotechnice.

Wytwarzana unikatowa aparatura i urządzenia elektroakustyczne obejmowały swoim zakresem zarówno aparaty do pomiaru hałasów, analizatory dźwięków, aparaturę do analizy i syntezy mowy, a także aparaturę do pomiarów materiałowych własności półprzewodników, ceramiki itp.

W ramach prac Zakładu skonstruowano atomowy wzorzec częstotliwości o dużej stabilności. Opracowywano i wdrażano elementy półprzewodnikowe, jak diody, tranzystory, termistory, elementy piezoelektryczne, fotodiody, halotrony.

Spośród działalności typu doradctwa i „know-how” prowadzonych w ZOPIUNie wymienić należy np. zaangażowanie w latach 1972–1976 licznego zespołu naukowców IPPT pod kierownictwem prof. Cz. Eimera w określenie zasad obliczania i wykonanie obliczeń obudowy bezpieczeństwa reaktora jądrowego dla elektrowni w Żarnowcu. Innym przykładem bezpośredniej korzyści w produkcji jest usprawnienie techniki przędzenia na mokro włókien poliakrylonitrylowych powstałe w wyniku współpracy ZMCiG z Instytutem Włókien Chemicznych w Łodzi (1975).

Od początku lat siedemdziesiątych prowadzona była współpraca zespołu prof. M. Nowaka z Wytwórnią Sprzętu Komunikacyjnego w Mielcu w zakresie metod i oprogramowania obliczeń aeroelastycznych dla nowo-budowanych samolotów i szybowców. Programami opracowanymi w IPPT wykonane były obliczenia flatteru samolotów rolniczych M-15 „Belphegor” i M-18 „Dromader”, które umożliwiły uzyskanie certyfikatów w wielu krajach rozwiniętych. Opracowano sys-

tem uniwersalnych programów „IPPT-PAN FLUTTER” umożliwiający obliczanie drgań własnych konstrukcji samolotów, wyznaczanie częstości i postaci flatteru. Kolejne wersje tych programów były przez następne 20 lat kupowane i wykorzystywane w obliczeniach nowych konstrukcji przez wszystkie ośrodki zajmujące się projektowaniem samolotów i szybowców w Polsce (WSK Mielec, WSK Okęcie, WSK Świdnik, Instytut Lotnictwa, Szybowcowy Zakład Doświadczalny w Bielsku-Białej).

Zakład Doświadczalny TECHPAN

Równoległe z ZOPiUNem, działał do roku 1989 Zakład Doświadczalny IPPT – TECHPAN kierowany przez cały ten okres przez mgr inż. Jerzego Szerszenia, zaś w 1974 – powstał oddział w Puławach. Profil działalności TECHPAN-u obejmował produkcję małoseryjną elektronicznej aparatury naukowo-badawczej i pomiarowej w zakresie:

- ultradźwiękowej aparatury dla diagnostyki medycznej,
- ultradźwiękowej i akustycznej aparatury badawczej i pomiarowej,
- ultradźwiękowej aparatury technologiczno-przemysłowej,
- aparatury do badań nieniszczących z zakresu badań właściwości mechanicznych materiałów i fragmentów konstrukcji,
- specjalistycznej aparatury metrologicznej.

W specyficznym okresie gospodarczym kraju: ograniczenia dewizowe, a zarazem ograniczenia importu – tylko dzięki efektywnej współpracy zespołów naukowych Instytutu z zespołami produkcyjnymi TECHPAN-u, możliwe było, chociażby częściowe, zaspakajanie potrzeb szpitali w dziedzinie ultradźwiękowej aparatury diagnostycznej – ultrasonografy do badań diagnostycznych w położnictwie, ginekologii, internie, onkologii, kardiologii (wizualizacja struktur serca w czasie rzeczywistym, pomiary przepływów krwi) i oftalmologii (wizualizacja i pomiary w gałce ocznej). Produkowano także urządzenia dla gospodarki komunalnej, takich jak przepływomierze ultradźwiękowe instalowane w wodociągach, wzorce kwarcowe częstotliwości do precyzyjnych pomiarów czasu, mostki tensometryczne.

W TECHPAN-ie powstały także pierwsze egzemplarze opracowanej w IPPT ultradźwiękowej aparatury do pomiaru naprężeń DEBRO. Układy pomiarowe tego systemu są chronione patentami krajowymi i zagranicznymi, a twórcy systemu DEBRO (A. Brokowski, J. Deputat, K. Mizerski, J. Szelażek, A. Bartosiewicz) uzyskali m.in. nagrodę Mistrza Techniki – 1994. Aparatura ta jest wykorzystywana w wielu ośrodkach za granicą, m. in. do badania własności nowych stopów metali, do badania naprężeń cieplnych i do pomiarów naprężeń własnych w szynach. Spośród użytkowników tego systemu można wymienić takie firmy jak: Huta Katowice, Westinghouse Bettis Nuclear Power Laboratory USA, Thyssen Forschung, Krupp, Union Pacific, BHP – Australia, British Steel, Sacilor (Francja), Voest-Alpine (Austria). Oparta na tym systemie metoda i aparatura do pomiarów obwodowych naprężeń własnych w wieńcach kół monoblokowych została uznana przez koleje europejskie do badań odbiorczych zestawów kołowych i jest zalecana przez normę europejską.

Działalność zlikwidowanego w 1989 r. TECHPAN-u kontynuuje spółka pracownicza z udziałem IPPT – ECHO-SON S.A., współpracująca ściśle z Zakładem Ultradźwięków, realizująca szybko i z powodzeniem nowe pomysły naukowców z Zakładu dotyczące ultradźwiękowych metod diagnostycznych. Spółka jest liderem na krajowym rynku ultrasonografów. Z ostatnich osiągnięć należy wymienić mikrosonograf do obrazowania oka i nowotworów skóry.

Inną firmą powstałą w 1989 z inicjatywy Zakładu Ultradźwięków i związaną z Instytutem jest SONOMED produkująca ultradźwiękową aparaturę dopplerowską do diagnozowania przepływów w naczyniach krwionośnych oraz detektory przepływu i tętna płodu.

Ośrodek Rozwoju Techniki

Omawiając organizacyjne formy działalności wdrożeniowej należy wspomnieć o przejściowej (1985 – 1991) reorganizacji struktury IPPT stanowiącej próbę zamknięcia cyklu nauka – technika – produkcja w obrębie samego Instytutu. Istniał wtedy Ośrodek Rozwoju Techniki (ORT) obok Pionu Badań Podstawowych i Pionu Techniczno-Produkcyjnego (włączającego TECHPAN). Z inicjatyw tego okresu pozostał do chwili obecnej Zakład Problemów Eko-Budownictwa IPPT i Centrum Laserowych Technologii Metali (PAN – MEN) w Kielcach.

Zakładowe i indywidualne ekspertyzy i projekty

Niezależnie od wymienionych prac wdrożeniowych, prowadzonych w trybie instytucjonalnym przez powołane do tego struktury, wyniki prac Instytutu w postaci dokumentacji roboczej, umożliwiającej produkcję na skalę pół-przemysłową i przemysłową, przekazywano zainteresowanym instytucjom.

Pracownicy IPPT brali udział w pracach normalizacyjnych, uczestniczyli w wielu projektach wdrożeniowych. Można tu wymienić prace nad ultradźwiękowym robotem diagnostycznym do oceny stanu eksploatowanych rurociągów, projekty Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej z zakresu badań nieniszczących, Europejskiego Instytutu Kolejnictwa, Federalnej Administracji Kolejnictwa i Narodowego Instytutu Standardów (USA).

Spośród doraźnych ekspertyz, o które zwracano się do naszych specjalistów, zwykle w związku ze spektakularnymi awariami lub zagrożeniami, można wymienić kilka takich, w których zaangażowane były dość liczne zespoły. I tak, zespół pod kierunkiem prof. J. A. Königa dokonał w roku 1983 oceny wytrzymałości rurociągu derywacyjnego elektrowni pompowo-szczytowej w Żarnowcu. W roku 1991 prof. W. Gutkowski z zespołem wykonał, dla właściciela obiektu, ekspertyzę przyczyn katastrofy najwyższego na świecie masztu radiowego w Gąbinie, a następnie (1992 – 1993) – prace rozpoznawcze związane z budową nowego masztu.

W wyniku wieloletniej współpracy z przemysłem naftowym powstała „Instrukcja” obliczania zbiorników (A. Sawczuk, M. Janas) będąca przez kilkanaście lat podstawą projektowania zbiorników na paliwa. W roku 1974 M. Janas i Z. Baczyński otrzymali nagrodę Min. Budownictwa za udział w zaprojektowaniu nowej serii wielkich zbiorników.

Zakład Problemów Energetyki wykonywał pod kierownictwem prof. W. Bojarskiego wiele ekspertyz dotyczących prognozowania skutków gospodarczych i ekologicznych inwestycji energetycznych. Można tu wymienić choćby ekspertyzę dotyczącą polityki energetycznej Polski do 2010 wykonaną dla Ministerstwa Przemysłu i Handlu, (Warszawa 1992) opublikowaną w formie

książkowej i wznawianą. Doradczo-usługowa część zakresu działalności Zakładu kontynuowana jest obecnie, na zasadach komercyjnych, przez firmę EnergSys.

Zespół badawczy kierowany przez prof. M. Kleibera (obecnie Zakład Metod Komputerowych) wykonywał wielokrotnie ekspertyzy, analizy i obliczenia sprawdzające dla ważnych problemów konstrukcyjnych, wymagających zaawansowanych technik komputerowych i opracowywanych doraźnie programów. Oto niektóre z tych projektów:

- modyfikacja przepisów budowy statków na podstawie dokładnej analizy sprężysto – plastycznej kadłubów (1979 – 1986);
- analiza wytrzymałościowa kabin ciągników (Ursus, 1984 – 1986);
- analiza wytrzymałościowa poszycia budynku reaktora nuklearnego, (Hiszpania, 1994);
- symulacja przepływu materiałów w piecu hutniczym, (D.Arex, Włochy, 2000);
- symulacja zachowania złoża rudy żelaza w trakcie eksploatacji, (Kiruna, Szwecja, 2001).

Oprogramowanie komercyjne

Wyrobami przeznaczonymi do komercjalizacji są też programy lub moduły do programów komercyjnych. Wśród nich można wymienić wzmiankowany już program „IPPT-PAN FLUTTER” powstały w Zakładzie Mechaniki Cieczy i Gazów (M. Nowak), a używany przez wszystkie polskie zakłady lotnicze.

Spośród szeregu programów powstałych w zespole M. Kleibera (W. Sosnowski, J. Rojek, E. Postek, P. Kowalczyk, O. Gajl, A. Radomski i inni), można wymienić ważniejsze, jak np:

- programy MFP2/3D i STAMPAK do symulacji i optymalizacji procesów tłoczenia blach w dwu i w trzech wymiarach, dla Candemat SA, Hiszpania (1988 – 2002);
- algorytmy do analizy wrażliwości dla komercyjnego programu ABAQUS (Hibbitt, Karlsson & Sorensen, USA (1996 – 1998);
- system ekspercki do monitorowania i diagnostyki zapór wodnych; wykorzystany m. in. do monitoringu zapory w Czorsztynie (1993 – 1994).

WYRÓŻNIENIA – NAGRODY – OCENY

Trójczłonowość powyższego tytułu odzwierciedla niezdecydowanie autorów co do sposobu potraktowania tematu. Nauka z trudem poddaje się kwantyfikacji, bez czego obiektywność ocen jest mocno wątpliwa. Problem jest jeszcze trudniejszy, gdy mamy do czynienia z instytucją tak multidyscyplinarną jak IPPT; różne dyscypliny preferują rozmaite style badań i sposoby ich prezentacji. Wybór, spośród masy wyróżnień, godnych zachowania w pamięci, nastęrcza takie trudności, że obiektywne byłoby tylko całkowite ich pominięcie. Nagrody mają wprawdzie instytucjonalny charakter, ale już ich hierarchia jest sprawą *par excellence* subiektywną. Do wyrobienia sobie oceny przez Czytelnika posłużyć ma część II niniejszego tomu („Trwały wkład do nauki”); tu ograniczymy się więc do przytoczenia tylko kilku miłych naszemu zbiorowemu sercu wyników, nie udając obiektywności, jako że mamy niewątpliwie emocjonalny stosunek do tej *naukowej i intelektualnej przygody*¹, która zwie się Instytut Podstawowych Problemów Techniki.

Honorowe funkcje i wyróżnienia

Wśród funkcji przysparzających splendoru nie tylko osobom, ale i Instytutowi, wymienić należy na pierwszym miejscu, choćby ze względu na przynależność Instytutu, wybieralne stanowiska w najwyższych władzach Akademii. W porządku chronologicznym są to funkcje następujących osób, związanych trwale z historią Instytutu:

- Witold Wierzbicki – wiceprezes PAN (1952–1956);
- Janusz Groszkowski – wiceprezes (1957–1962) i prezes PAN (1963–1972);
- Witold Nowacki – wiceprezes (1969–1977) i prezes PAN (1978–1980).

Współpracownicy Instytutu działają licznie i aktywnie w komitetach naukowych Akademii odgrywających ważną rolę w życiu społeczności; szczególnie dotyczy to komitetów Akustyki i Mechaniki. Wymieniamy poniżej osoby, które były wybierane na przewodniczących Komitetów.

Komitet Akustyki:

- Ignacy Malecki (1963–1969) i obecnie przewodniczący honorowy; Leszek Filipczyński (1972–1996).

Komitet Mechaniki:

- Wacław Olszak (1960–1969), Witold Nowacki (1970–1972), Antoni Sawczuk (1973–1984), Wojciech Szczepiński (1984–1987), Witold Gutkowski (1987–1992).

Ponadto przewodniczyli innym Komitetom:

- Janusz Groszkowski (Elektronika i Telekomunikacja, 1952–1969), Aleksander Krupkowski (Metalurgia, 1952–1971), Jan Kaczmarek (Budowa Maszyn, 1981–1992), Andrzej M. Brandt (Inżynieria Lądowa i Wodna, 1999-2002), zaś Ignacy Malecki jest honorowym przewodniczącym Komitetu Naukoznawstwa.

¹ Pozwalamy sobie zacytować, już po raz drugi, to określenie zaczerpnięte z eseju prof. W. Gutkowskiego na 50-lecie Wydziału Nauk Technicznych PAN.

Nie wymieniamy tu funkcji pełnionych w strukturach Akademii na zasadzie mianowania. Omawiane są one w części I (rozdział „Profesorowie”).

Informacje dotyczące udziału pracowników Instytutu we władzach międzynarodowych organizacji naukowych są niekompletne ze względu na różnorodność tematyczną i różną wagę gatunkową organizacji. Dlatego wymienimy jedynie przykłady uczestnictwa w wielkich organizacjach z dziedziny akustyki i mechaniki.

W gremiach wykonawczych międzynarodowych organizacji akustyków wybitne pozycje zajmuje Ignacy Malecki. Był on wiceprzewodniczącym (1978, obecnie członkiem honorowym) Federacji Akustycznych Towarzystw Europejskich (FASE), przewodniczącym Międzynarodowej Komisji Akustycznej (ICA), a także wiceprzewodniczącym Międzynarodowej Rady Unii Naukowych (ISCU).

Leszek Filipczyński był wiceprzewodniczącym (1974 – 1979) European Federation for Ultrasonics in Medicine i członkiem Rady Technicznej Intern. Society of Ultrasonic Diagnostics, zaś Zdzisław Pawłowski był przewodniczącym (1970 – 1973) i honorowym członkiem International Committee for Nondestructive Testing (ICNDT)

Wiktor Jassem był członkiem Rady Naukowej International Phonetic Association oraz honorowym wiceprezesem i członkiem Rady Naukowej International Society of Phonetic Sciences.

W najważniejszej organizacji w dziedzinie mechaniki, International Union of Theoretical and Applied Mechanics (IUTAM) Polska reprezentowana jest przez Komitet Mechaniki PAN, który od lat wybierał na swych reprezentantów niemal nieprzerwanie naukowców z IPPT. W Biurze Wykonawczym IUTAM zasiadał Waław Olszak, zaś w najważniejszym organie – Congress Committee: Władysław Fiszdon (członek honorowy), Zenon Mróz i Kazimierz Sobczyk (obecnie).

W 11. osobowym, samowybieralnym składzie EUROMECH (European Mechanics Committee, obecnie: Society) polską naukę od wielu lat reprezentują niezmiennie pracownicy IPPT (kolejno: W. Fiszdon, P. Perzyna, K. Sobczyk, M. Kleiber).

Waław Olszak piastował stanowisko wiceprezesa International Association of Shell Structures oraz prezesa Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherche sur les Matériaux et les Constructions RILEM (1963) oraz był, od roku 1946, członkiem stałego komitetu IABSE.

Wymienić także trzeba zaszczytną funkcję rektora Centre International des Sciences Mécaniques (CISM, Udine), którą w latach 1969-1980 pełnił Waław Olszak, zaś w latach 1982-1984 – Antoni Sawczuk.

Osobną grupą wyróżnień, którym należy poświęcić szczególną uwagę są **doktoraty honoris causa**. Współpracownicy Instytutu otrzymali łącznie 46 tych wyróżnień, które poniżej wymieniamy.

- Witold Nowacki – 10 doktoratów HC: Glasgow University (1968), Politechnika Gdańska (1971), Royal Institute of Technology Stockholm (1977), Université de Grenoble (1978), Université de Liège (1978), Politechnika Poznańska (1979), Uniwersytet Warszawski (1981), Politechnika Warszawska (1981), Politechnika Łódzka (1981), Wojskowa Akademia Techniczna (1986).
- Waław Olszak – 9: Université de Toulouse (1962), Université de Liège (1963), Technische Universität Wien (1965), Akademia Górniczo-Hutnicza (1969), Technische Universität

Dresden (1970), University of Glasgow (1973), Politechnika Warszawska (1974), University of New Brunswick Fredericton (1975), Politechnika Krakowska (1976).

- Stefan Ziemba: Akademia Górniczo-Hutnicza (1969), Politechnika w Bratysławie (1970), Politechnika Poznańska (1978), Wojskowa Akademia Techniczna (1990),
- Zenon Mróz: Uniwersytet Miskolc (1995), Faculté Polytechnique de Mons (1997) Politechnika Krakowska (1997), University of Waterloo (1999).
- Janusz Groszkowski: Politechnika Warszawska (1962), Politechnika Łódzka (1964), Politechnika Gdańska (1975).
- Ignacy Malecki: Uniwersytet Techniczny w Budapeszcie (1966), Akademia Górniczo-Hutnicza (1983), Politechnika Gdańska (2002).
- Jan Kaczmarek: MWTU Moskwa, Technische Universität Karl-Marx-Stadt (1974), Politechnika Poznańska (2002).
- Aleksander Krupkowski: AGH, Bergakademie Freiberg.
- Sylwester Kaliski: Uniwersytet Łomonosowa (1977), Uniwersytet Sofijski (1977).
- Wojciech Szczepiński: Wojskowa Akademia Techniczna (1989), Politechnika Świętokrzyska (2001).
- Adam Smoliński: Wojskowa Akademia Techniczna
- Antoni Sawczuk: Institut National Polytechnique Grenoble (1978).
- Andrzej M. Brandt: University of Paisley (1997).
- Michał Kleiber : Politechnika Lubelska (2002)

Nagrody

Najbardziej prestiżowymi współczesnymi nagrodami polskimi w dziedzinie nauki są przyznawane od 1992 roku **Nagrody Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej**, zwane popularnie „polskimi noblami”. Spośród przyznanych dotychczas w dziedzinie nauk technicznych 7 nagród, dwie przyznano uczonemu z IPPT: Kazimierzowi Sobczykowi (1998) za „Prace z zakresu dynamiki stochastycznej układów i materiałów konstrukcyjnych” oraz Michałowi Kleiberowi (2001) za „Opracowanie nowych metod analizy i optymalizacji w nieliniowej termodynamice ciał odkształcalnych”. Obaj laureaci całą swoją karierę naukową rozwinęli w IPPT.

W latach 1952 – 1988 przyznawane były za osiągnięcia naukowe **Nagrody Państwowe**. Pracownikom IPPT przyznano ich łącznie 18 (głównie w pierwszym okresie istnienia Instytutu), w tym 10 zespołowych. Nagrody I stopnia otrzymali: Paweł Szulkin (1953), Witold Nowacki (1955 i 1964), Janusz Groszkowski (1955), Wacław Olszak i Zbigniew Wasiutyński (1955) oraz W. Olszak (1966). Ponadto byli pracownicy IPPT otrzymali nagrody I stopnia już po odejściu z Instytutu: Aleksander Krupkowski (1966) i Jerzy Litwiniszyn (1968).

Pracownicy Instytutu mają bardzo znaczący udział w nagrodach przyznawanych naukowcom krajowym przez Wydział IV PAN. Dla przykładu można zaznaczyć, że wśród laureatów dorocznych nagród im. Jasińskiego i im. Hubera przyznawanych do 1980 r. w dziedzinie mechaniki naukowcy z Instytutu stanowili, odpowiednio, $\frac{1}{3}$ i połowę. Spośród przyznawanych w ostatnich latach przez Wydział IV nagród we wszystkich dziedzinach nauk technicznych – także tych, które nie są uprawiane w IPPT – około $\frac{1}{6}$ otrzymali nasi pracownicy.

W latach 1971 – 1988 przyznawane były nagrody Sekretarza Naukowego PAN; ponad 60 z nich przyznano pracownikom i zespołom z IPPT.

Oceny

Kwantyfikacja osiągnięć naukowych (np. poprzez indeksy cytowań) mogłaby służyć raczej do ustalania rankingu osób wewnątrz Instytutu; szersze porównania wymagałyby niemal marketingowych badań, do których autorzy nie czują powołania ani ochoty. Ograniczymy się tutaj do cytowania kilku wyrywkowych danych, do których udało się nam dotrzeć, mogących dać pogląd na temat dawnej i obecnej pozycji badawczej Instytutu na tle nauk technicznych w Polsce.

Dane liczbowe, które poniżej cytujemy jako ciekawostkę, pochodzą z dawnych pieczołowicie przygotowanych, jeszcze w epoce przedkomputerowej, opracowań A. Królikowskiej. I tak w kilkudziesięciu bogatych w bibliografię anglojęzycznych monografiach z zakresu mechaniki (Nauka Polska, 1983) na 150 cytowanych prac polskich 108 pochodziło z IPPT. Tę pozycję osłabiał wprawdzie fakt, że prace polskie stanowiły tylko parę procent cytowanych tam pozycji bibliograficznych. Także wśród recenzowanych w czasopiśmie bibliograficznych prac polskich znaczny udział miały (i mają!) prace autorów z IPPT. Na przykład w latach 1960 – 1968 w miesięczniku „Referatiwnyj Zhurnal-Mechanika” na 5040 omawianych prac polskich 26,5% stanowiły prace z IPPT; natomiast w bardziej wymagającym „Applied Mechanics Reviews” spośród 1417 prac polskich prace z IPPT stanowiły już 46,4% (Nauka Polska, 1971).

Organizowane co 4 lata przez IUTAM międzynarodowe kongresy mechaniki (ICTAM) mają ugruntowaną opinię „olimpiady mechaniki”, z surową międzynarodową selekcją przyjętych prac. Spośród 245 prac polskich przyjętych do przedstawienia na tych kongresach (1956 – 2000) 130, a więc ponad połowa pochodziła z IPPT. Ta pozycja mechaniki w IPPT nie była bez wpływu na przyznanie Instytutowi (wraz z PW) organizacji kongresu w 2004 r. Przewodniczącym komitetu organizacyjnego jest W. Gutkowski, a sekretarzem T. Kowalewski, obaj z IPPT.

Z satysfakcją należy odnotować, że z przeprowadzonego przez A. Pilca (Zagadnienia Naukoznawstwa, 2002) studium indeksu cytowań naukowców polskich wynika, że najczęściej cytowanym autorem w grupie obejmującej nauki techniczne, a także matematykę i astronomię jest specjalista w dziedzinie teorii plastyczności profesor Zenon Mróz – pracownik IPPT, którego cała kariera naukowa rozwijała się w Instytucie. Znaczenie tej pozycji zwiększa jeszcze fakt, że w czołówce tej grupy znalazło się niewielu przedstawicieli nauk technicznych, a większość miejsc zajmują matematycy i astronomowie. Rankingowi temu nadał pewien rozgłos tygodnik „Wprost”.

W PROCESIE INTEGRACJI EUROPEJSKIEJ

Współpraca międzynarodowa i, w dość specyficznym sensie, integracja badań na szczeblu ponadnarodowym była istotnym elementem działalności Instytutu niemal od jego powstania. Jednak zinstytucjonalizowana, a często pozorna, współpraca w ramach RWPG raczej od Europy nas oddalała. Cięży to chyba do dziś na naszych naukowych stosunkach z sąsiadami, będącymi przecież naszymi naturalnymi partnerami w procesie powrotu do Europy.

Równolegle trwała jednak współpraca nieformalna, tworzona na podstawie osobistego autorytetu twórców: najpierw historycznych Założycieli IPPT, a później wybitniejszych ich uczniów. Pozwoliło to Instytutowi na dość szeroki udział w nauce światowej, a nawet stanowiło rodzaj „okna na świat” dla znacznych kręgów środowiska naukowego; piszemy o tym w następnym rozdziale. Wynikające stąd większe możliwości wyjazdowe przyciągały do IPPT utalentowaną młodzież, pomimo raczej niekorzystnych warunków płacowych.

Wraz z odprężeniem politycznym kontakty z Zachodem nasilały się, zapewniając względnie gładkie przejście do sytuacji, która nastąpiła po zmianach ustrojowych i odzyskaniu przez Polskę suwerenności. Gdy od początku lat 90 zaistniała możliwość uczestnictwa w Programach Ramowych Unii Europejskiej krajów spoza Unii, inicjatywy zespołów z Instytutu i jego partnerów krajowych, były ułatwione przez istniejące już kontakty. Potwierdzają to wyniki, uzyskane po przejściu Polski do grupy pełnoprawnych uczestników Programów. Szczególnym sukcesem okazał się wówczas udział IPPT w konkursach V Programu Ramowego (m. in. Centra Doskonałości).

Wyniki te nie były bez wpływu na przyznanie Instytutowi przez KBN prowadzenia Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Naukowych Unii Europejskiej. Działalność ta, jakkolwiek skierowana do całej krajowej społeczności naukowej, a nawet i poza te kręgi, wpływa także na pozycję Instytutu jako inicjatora szeregu polskich inicjatyw badawczych.

W pierwszych programach europejskich

Wczesny etap udziału zespołów Instytutu w europejskich projektach naukowych datuje się już od początku lat 90-tych, czyli od czasu, gdy w III i IV Programie Ramowym Badań Naukowych Unii Europejskiej zaistniała możliwość uczestniczenia krajów spoza Unii w programach mających na celu rozwój współpracy naukowej z krajami Europy Środkowej i Wschodniej. Były to m. in. programy: TEMPUS, PECO, Copernicus, INCO-Copernicus.

Pierwszym programem realizowanym w ramach III PR był TEMPUS, skierowany na działalność edukacyjną. Uczestniczyło w nim 6 zespołów z IPPT, umożliwiając staże nie tylko doktorantom Instytutu, ale także młodym pracownikom naukowym i dyplomantom ze współpracujących z IPPT uczelni. W programie badawczym Copernicus wzięło udział 8 zespołów z Instytutu, a w projektach programów BRITE/EURAM i COST dalsze 3 zespoły.

W IV Programie Ramowym UE w ramach projektu INCO-Copernicus uczestniczyło 8 zespołów IPPT. Dalsze 4 zespoły Instytutu brały udział w dużych specjalistycznych projektach badawczo-rozwojowych tego programu, takich jak: ESPIRIT „ASRA-HPC”, ESPIRIT “DE-CAST”, oraz dwóch projektach „JOULE”, dotyczących optymalizacji systemów energetycznych. Ponadto IPPT uczestniczył w 4 projektach w ramach programu PHARE, przeznaczonego dla poszczególnych państw Europy Środkowo-Wschodniej.

Do wymienionych kategorii programów można także zaliczyć programy NATO; nie zapominajmy, że większość członków Paktu należy do Unii Europejskiej. Dotyczy to programu „Science for Peace”, w którym IPPT wykonał w latach 1998 – 2002 dwa projekty oraz uczestniczył w innych projektach, organizując m. in. spotkania warsztatowe.

Nowe formy pełnego partnerstwa

Od V Programu Ramowego UE (konkursy, 1999 – 2002) Polska przechodząc z grupy krajów stowarzyszonych do grupy przyszłych członków Unii, uzyskała prawo uczestnictwa we wszystkich akcjach i projektach. Podczas tego programu IPPT złożył łącznie 62 projekty, z czego 24 projekty uzyskały finansowanie z KE na ogólną sumę ok. 3 milionów euro. Instytut zdobył w V PR najwięcej projektów spośród wszystkich jednostek PAN.

W wyniku konkursu PHARE SCI-TECH II (1999 r.) powstało w Instytucie „Centrum Doskonałości Systemów Ciśnieniowych o Ekstremalnych Warunkach Pracy”, jako jedno z 5 pierwszych Centrów Doskonałości nominowanych przez Komitet Badań Naukowych, a obecnie kontynuuje działalność (we współpracy z Wydz. Inżynierii Materiałowej PW) na zasadach grantu zamawianego.

W wyniku konkursu INCO II (1999) Komisja Europejska przyznała Polsce pierwszych 9 Centrów Doskonałości (w tym 3 w naukach technicznych). Jednym z najbogatszych programowo jest projekt IPPT - AMAS („Advanced Materials and Structures”) – kierowany przez Z. Mroza. Zasadniczym celem Centrum jest promowanie rozwoju badań oraz przekazywanie najnowszych osiągnięć w dziedzinie zaawansowanych materiałów, mających bezpośredni wpływ na niezawodną pracę nowoczesnych konstrukcji i systemów. W czasie 2-letniego funkcjonowania projektu, AMAS zorganizował m. in.: 11 specjalistycznych konferencji i warsztatów naukowych, 10 intensywnych kursów szkoleniowych oraz wydał 6 tomów *Lecture Notes* i monografi (3 dalsze są w trakcie edycji). W ramach programu w Instytucie gościło i wygłosiło wykłady 20 wybitnych specjalistów europejskich. Pozwoliło to także na zmodyfikowanie programu studiów doktoranckich IPPT, wzbogaconych o serie wykładów tych specjalistów.

Kontakty naukowe, rozbudowane w wyniku działalności Centrum, pozwoliły na wygenerowanie, znajdującej się w końcowej fazie organizacji, Europejskiej Sieci Doskonałości (AMAS NOE) z udziałem ok. 40 placówek naukowych i zaawansowanych technologicznie przedsiębiorstw (w tym kilkunastu partnerów polskich).

W wyniku kolejnego konkursu NAS 2 (2001) powstały w IPPT dwa kolejne Centra Doskonałości: „Laser Processing and Material Advanced Testing - LAPROMAT” kierowane przez L. Dietricha oraz „Applied Biomedical Modelling and Diagnostics – ABIOMED” kierowane przez J.J. Telegę.

W związku z tym, że wg koncepcji VI Programu ramowego UE tworzenie Europejskiej Przestrzeni Badawczej powinno być oparte na strukturach sieciowych i konsorcjowych Instytut złożył szereg zgłoszeń „Expression of Interest” na Sieci Naukowe i Projekty Zintegrowane. O sieci AMAS-NOE pisaliśmy już powyżej. Na nowopowstałej oficjalnej liście KBN „Sieć Centrów Doskonałości i Centrów Kompetencji” figurują wszystkie wymienione Centra IPPT.

KPK – ogólnopolska działalność informacyjna i szkoleniowa

W wyniku konkursu Komitetu Badań Naukowych w 1999 roku powołany został w IPPT Krajowy Punkt Kontaktowy V Programu Ramowego Badań, Rozwoju Technicznego i Prezentacji UE (KPK). Na stanowisko Dyrektora KPK został powołany dr Andrzej Siemaszko. W roku 2002 ogłoszono kolejny konkurs, w wyniku którego prowadzenie VI Programu Ramowego UE powierzono temu samemu zespołowi KPK. Powołanie KPK związane było z uchwałą Rady Ministrów (22.07.1999 r.) o włączeniu Polski do V Programu Ramowego, co oznaczało pełną integrację sektora badań naukowych i rozwoju technicznego w Polsce z Unią Europejską i uzyskanie pełnych praw uczestnictwa.

Głównym zadaniem KPK jest upowszechnianie informacji o Programach Ramowych oraz pomoc polskiemu zespołowi badawczym w przygotowaniach do uczestnictwa w programach UE poprzez szkolenia i doradztwo, promowanie i zachęcanie do aktywnego uczestnictwa. Działalność ta dotyczy także poszukiwania partnerów oraz kontaktów ze strukturami Komisji Europejskiej.

Do realizacji postawionych zadań została zbudowana w Polsce trójstopniowa Sieć KPK, uważana za jedną z najlepszych w Europie, oparta na sieci 8 Regionalnych Punktów Kontaktowych (RPK), sieci 25 Branżowych Punktów Kontaktowych (BPK), sieci ok. 200 Lokalnych Punktów Kontaktowych (LPK) z jednostką koordynującą – Krajowym Punktem Kontaktowym (KPK), współpracującym ściśle z KBN, KE i kluczowymi partnerami w kraju i za granicą.

Zakres prac prowadzonych przez KPK obejmuje między innymi następujące działania:

A. Serwis Informacyjny:

1. Internetowy serwis informacyjny w zakresie ogólnym, priorytetów tematycznych, innych programów otwartych dla Polski, informacji o wynikach konkursów, imprezach, szkoleniach, prowadzony na stronie www.npk.gov.pl
2. Inne usługi w sieci Internet, takie jak udostępnianie mechanizmów pracy grupowej, prowadzenie wewnętrznej sieci Intranet, szkolenia przez Internet, odtwarzanie zapisu cyfrowego konferencji międzynarodowych, koordynacje Sieci Doskonałości.
3. Prowadzenie baz danych o działalności KPK, udziału Polskich zespołów w V PR, wyników „Expression of Interest” polskich wnioskodawców do VI PR, adresów osób i instytucji związanych z programami UE.

Średnio w miesiącu liczba wizyt na stronach KPK sięga 100 000, transfer danych 2.2 GB.

B. Szkolenia:

Organizowanie szkoleń, dni informacyjnych, konsultacji i doradztwa, prowadzonych w Warszawie oraz we wszystkich regionach; organizowanie szkoleń w różnym zakresie na temat możliwości stypendialnych z programu Marii Curie, szkoleń specjalistycznych na temat zarządzania i rozliczeń finansowych projektów, szkoleń dla Małych i Średnich Przedsiębiorstw, warsztatów orientowanych na aktualne potrzeby zainteresowanych etc.

Rocznie odbywa się około 250 tego typu szkoleń, organizowanych przez KPK lub Sieć KPK; bierze w nich udział około 10 000 uczestników. Ponadto odbywa się kilka tysięcy konsultacji telefonicznych oraz ok. 1300 spotkań indywidualnych w skali roku.

C. Konferencje:

Organizacja konferencji o charakterze międzynarodowym na temat polskiego uczestnictwa w programach UE z udziałem wysokich urzędników z KE, krajów członkowskich i kandydujących. W roku 2001 odbyły się 3 tego typu konferencje: „Biodiversity”; „Poland in ERA”; „New opportunities for NAS in FP5”, oraz aktualnie przygotowywana, z potwierdzonym udziałem komisarza Philippe Busquina; „Inauguration of the Sixth Framework Programme of the EU”; Warszawa, 25-26. 11. 2002, która podsumuje polskie osiągnięcia V PR, przedstawi zagadnienia nowego programu, jak i stworzy uczestnikom możliwości nawiązania kontaktów z potencjalnymi partnerami z innych krajów.

D. Wydawnictwa:

KPK publikuje następujące wydawnictwa:

1. Wiadomości KPK – Granty Europejskie (5000 sztuk w wersji drukowanej; miesięcznik) oraz internetowej www.npk.gov.pl/gr_europ/index.html
2. Nowości CORDIS www.npk.gov.pl/kurier/cordis/index.html (tygodnik)

Ponadto KPK finansuje i współpracuje przy wydawaniu następujących wydawnictw:

1. Nowości KOWI www.npk.gov.pl/kurier/kowi/index.html (okresowo)
2. Biuletyn 'eNews' www.npk.gov.pl/enews/index.html (tygodnik)
3. Innowacje [www://imik.wip.pw.edu.pl/innowacje](http://imik.wip.pw.edu.pl/innowacje) (kwartalnik)

Działalność KPK finansowana jest głównie przez KBN. KPK pozyskuje także środki z Komisji Europejskiej. Złożono szereg propozycji projektów do programu „Accompanying Measures”, z których finansowanie uzyskały następujące: Polnet, Polda, Fellows For Industry, Partners for Life, Idealist-V PR, Train-Net, CEeB, NAS2CALL, CE-NET.

Efektom ogólnokrajowej akcji informacyjnej i promocyjnej, zorganizowanej przez sieć KPK, dotyczącej konkursu KE, popularnie nazywanego konkursem na Centra Doskonałości, z Polski zostało zgłoszonych 256 wniosków projektowych na ogólną liczbę 457. Zaakceptowanych zostało 85 polskich wniosków na 297 przyjętych ze wszystkich pozostałych krajów.

Należy z satysfakcją stwierdzić, że działania Krajowego Punktu Kontaktowego, przyczyniły się do znaczącego zwiększenia liczby zespołów badawczych z Polski biorących udział w projektach V Programu Ramowego UE i należy też sądzić, że podobnym sukcesem zakończą się działania w ramach VI PR. Szczególnym sukcesem była akcja lobbingsowa i promocyjna konkursów na dołączanie do projektów już realizowanych w ramach V PR i tworzenie Centrów Doskonałości. Ogółem jest realizowanych ponad 1295 projektów z Polski, w sumie na kwotę 150 mln euro.

IPPT DLA SPOŁECZEŃSTWA OBYWATELSKIEGO

Instytucja taka jak IPPT posiada, oprócz podstawowej dla rozwoju cywilizacyjnego społeczeństwa funkcji polegającej na tworzeniu wartości naukowych i kształtowaniu osobowości twórców, także powołanie społeczne, już nie jako instytucja, a jako środowisko. Środowisko to, które zaliczyć trzeba do intelektualnej elity (nie bójmy się tego niepopularnego dziś określenia) włączało się w działania, określane ogólnie mianem budowania społeczeństwa obywatelskiego.

Możliwości i formy tego działania zmieniały się, począwszy od wysiłków dla zachowania normalności i przyzwoitości w „ciężkich czasach” 1953-1979, poprzez spontaniczne działania, w „okresie przełomu” 1980-1989, do prób udziału w trudnym tworzeniu się zrębów społeczeństwa obywatelskiego w III Rzeczypospolitej. Nasze refleksje odniesiemy do tych właśnie okresów.

W Ciężkich Czasach – przyzwoita atmosfera

Instrytuty PAN traktowano raczej „ulgowo” przez władze polityczne właściwie w całym okresie istnienia PRL. Jako mający utrudnione kontakty ze „środowiskami ryzyka” (wielkie zakłady pracy, uczelnie) podlegaliśmy słabszemu nadzorowi „wiadomych służb”, lokalne zaś „służby” były mniej nieprzyjemne niż gdzie indziej. Było to wynikiem nie tylko świadomej selektywności represji ze strony władzy państwowej, ale również zasługą niektórych członków Władz Akademii. Ta, względnie korzystna, sytuacja dotyczyła także Instytutu, tym bardziej iż jako nie-humaniści byliśmy mniej podejrzani. Instytut stanowił niekiedy „azyl dla niepokornych”: osoby mające zakaz pracy na uczelni, czy nawet opuszczające więzienie miały szansę na zatrudnienie w IPPT.

W pierwszym ćwierćwieczu istnienia Instytutu jego pracownicy nie doświadczyli zbyt bolesnie skutków „zakrętów historii” i może dlatego odważniej włączali się w ruch obywatelski w późniejszym okresie. Można tu jedynie pół-żartem wspomnieć przygodę młodego wówczas doktora Sawczuka (1957, likwidacja „Po prostu”), który popędzany niemal dobrotliwie (pałką) przez ORMOWca nietaktownie stwierdził, że jest „wolnym człowiekiem w wolnym państwie”. Reakcja: „chodźta chłopaki, tu jeszcze jeden, co go bić nie można” była już mniej dobrotliwa w skutkach. . .

W okresie wydarzeń 1968 roku Instytut nie wystąpił z żadną niegodną inicjatywą, której trzeba by się wstydzić. Nie mianowano „marcowych docentów” i nie dokonano poważniejszych zmian kadrowych z przyczyn pozamerytorycznych. Panowała raczej przyzwoita atmosfera, a rozgrywki ograniczały się do (nielicznej) „awangardy klasy robotniczej”, z której kilka osób oddało legitymacje. W IPPT znalazło nawet zatrudnienie kilku wartościowych naukowców wygnanych z innych instytucji. Kilku pracowników, którzy opuścili wówczas Polskę, zrobiło to z powodu ogólnej atmosfery w kraju, a nie w Instytucie. Nie żywili oni do Instytutu żalu i utrzymywali (utrzymują) z nim bliskie kontakty z emigracji.

Przyzwoita atmosfera i ponadprzeciętne możliwości wyjazdów zagranicznych były wynikiem postawy i zagranicznych kontaktów wybitnych uczonych oraz ich otwartości nie tylko naukowej. Pozwoliło to Instytutowi stać się „oknem na świat” nie tylko dla swoich pracowników, ale i dla młodych naukowców spoza IPPT. Coraz liczniej obsadzone przez cudzoziemców cykliczne konferencje Instytutowe Mechaniki Ciała Stałego oraz Mechaniki Cieczy i Gazów stały się okazją do spotkania z nauką światową nie tylko naukowców polskich, ale także z innych krajów „obozu”.

Szczególnie konferencje ZMCiG znane na świecie jako „Fiszdon Symposia” (od nazwiska ich wieloletniego organizatora) były wyjątkową okazją do spotkania się naukowców ze Wschodniej i Zachodniej Europy. Nieraz dopiero po latach dowiadywaliśmy się jakie znaczenie dla naukowców z NRD i ZSRR miały wyjazdy na nasze konferencje. Mieliśmy więc i nasz mały udział w demontażu Muru Berlińskiego.

Okres Przełomu – żarliwie i naiwnie

Środowisko IPPT, które nie doznało w przeszłości zbyt bolesnych represji, włączyło się aktywnie w ruch społeczny zapoczątkowany Porozumieniami Sierpniowymi 1980 roku. Już w kilka dni po podpisaniu Porozumień, w Instytucie odbyło się zebranie pracowników szkolnictwa i nauki, na którym powołano Niezależny Samorządny Związek Zawodowy Pracowników Nauki Techniki i Oświaty (NSZZ PNTiO). W wybranych wkrótce władzach Związku prezesem i jednym z wiceprezesów zostali przedstawiciele IPPT. 17 września Związek uczestniczył (jako jedyna grupa zawodowa) w zebraniu Regionalnych Komitetów Założycielskich Niezależnych Związków Zawodowych w Gdańsku, gdzie powołano NSZZ „Solidarność” i wkrótce NSZZ PNTiO przyłączył się do niej.

Instytut był otwarty również dla innych inicjatyw opozycji demokratycznej. W IPPT odbyło się m.in. zebranie konspiracyjnego Towarzystwa Kursów Naukowych. Nie bez znaczenia była tu postawa prof. Stanisława Kajfasza, ówczesnego wicedyrektora ds. ogólnych, który na własną odpowiedzialność wyrażał zgodę na takie spotkania.

Komisja Zakładowa „S” w Instytucie organizowała też spotkania z grupą życzliwie nastawionych do ruchu członków PAN (m.in. W. Fiszdon, W. Findeisen, A. Brzoza, W. Gajewski, W. Kunicki-Goldfinger), na których dyskutowano potrzeby zmian w strukturze uczelni i PAN. Organizacja „Solidarności” w IPPT, jako najliczniejsza w strukturach PAN, odgrywała wiodącą rolę w Akademii. Jej przedstawiciele działali w Komisjach Placówek PAN i w Zarządzie Regionu Mazowsze, a przewodniczący Komisji Zakładowej (M. Janas) kierował Komisją Przygotowawczą i otwierał I Zjazd Solidarności w Gdańsku.

W stanie wojennym Instytut miał to szczęście, że komisarz wojskowy nie utrudniał funkcjonowania struktur ani życia pracowników Instytutu, a nadgorliwi funkcjonariusze niskiego szczebla byli przywoływani do porządku. Represje dotknęły niewielu kolegów z IPPT i były raczej działaniami wymuszonymi „z góry”. Internowany został jeden pracownik Instytutu – dr Ryszard Herczyński. Wkrótce po zwolnieniu z internowania, wiosną 1982 r. dokonano „nalotu” na jego mieszkanie, gdzie schwytano dwóch „wrogów ludu”: sekretarza ambasady USA i prof. W. Fiszdon. Ten ostatni został skłoniony do opuszczenia kraju, zaś R. Herczyński przesiedział 2 lata w więzieniu.

Działalność nielegalnej „Solidarności” (kierowanej przez G. Łypacewicz) polegała na organizowaniu pomocy prześladowanym oraz kolportowaniu podziemnej prasy i wydawnictw. Kilkakrotnie organizowano spokojne akcje protestacyjne i zbieranie podpisów w związku z represjami (np. w sprawie zwolnienia z pracy B. Geremka). Aktywiści „S” z Instytutu angażowali się również w działania odrębnych struktur opozycyjnych: Społecznego Komitetu Nauki oraz Komitetu Helsińskiego. SKN i stowarzyszony z nim Komitet Zdrowia przedstawiły analizę zagrożeń związanych z katastrofą w Czarnobylu, co było szczególnie cenne wobec blokady oficjalnych informacji.

Na zaproszenie Lecha Wałęsy, kilkudziesięciu uczonych (w tym także z IPPT) przygotowało w r. 1985 raport „Polska 5 Lat po Sierpniu” dotyczący reform niezbędnych w gospodarce, kulturze, nauce i innych dziedzinach życia. Jakkolwiek nie pozbawiony naiwnych poglądów, Raport okazał się cennym doświadczeniem w późniejszych obradach Okrągłego Stołu (1989).

W III Rzeczpospolitej

Okres Okrągłego Stołu (1989) był wprawdzie ostatnim akordem romantycznego okresu „Solidarności”, jednak ze względu na skutki zaliczamy go tu już do epoki III Rzeczpospolitej. O wszechstronności IPPT świadczy fakt, że jego profesorowie zasiadali jako doradcy po obu stronach: A. Ziabicki i W. Bojarski po stronie „Solidarnościowej”, a J. Rychlewski - po stronie partyjno-rządowej. W Komitecie Nauki i Techniki powołanym wkrótce potem przez pierwszego premiera III Rzeczpospolitej T. Mazowieckiego (1989) znalazło się 2 przedstawicieli IPPT: J.K. Frąckowiak i A. Ziabicki.

Z chwilą zmiany ustroju i odzyskania suwerenności kraju zmieniły się formy działalności na rzecz społeczeństwa obywatelskiego i nastąpiło rozdzielenie aktywności ściśle społecznej (organizacje pozarządowe) i politycznej. Profesor Włodzimierz Bojarski został w 1989 senatorem Rzeczpospolitej, zaś w pierwszych wolnych wyborach do Sejmu (1991) startowało z różnych list (lecz bezskutecznie) kilku innych pracowników IPPT.

Do działalności mającej charakter zaangażowania politycznego, ale wynikającej z pozycji naukowej, należy zajmowanie przez pracowników IPPT stanowisk rządowych. Prof. Stanisław Kajfasz pełnił funkcję wiceministra Budownictwa w latach (1992-1994), zaś prof. Michał Kleiber jest od r. 2001 Ministrem Nauki i Przewodniczącym KBN. Podsekretarzem stanu w urzędzie KBN i Sekretarzem Komitetu jest b. pracownik IPPT J.K. Frąckowiak.

Doświadczenia i przemyślenia działalności opozycyjno-demokratycznej lat osiemdziesiątych w sposób naturalny stały się podstawą jawnej działalności społecznej w pierwszych latach Odrodzonej Rzeczpospolitej. W zdelegalizowanym w stanie wojennym Towarzystwie Popierania i Krzewienia Nauk (TPKiN) kontynuowało jawną już działalność kilku profesorów z IPPT.

Wraz z deprecjacją pozycji nauki w opinii publicznej III Rzeczpospolitej, a szczególnie w opinii politycznych decydentów, aktywność publiczna środowiska naukowego wydaje się słabnąć, co odnosi się też do IPPT. Jedynie nieliczne osoby angażują się nadal w działalność organizacji pozarządowych. Wymienić tu trzeba powstałą już w 1988 r. Fundację Batorego, zasłużoną dla promowania zasad społeczeństwa obywatelskiego; jej współzałożycielem i aktualnym członkiem władz jest A. Ziabicki. G. Łypacewicz jest prezesem kultywującego tradycje patriotyczne kulturalno-naukowego Stowarzyszenia im. Stanisława ze Skalbmierza. Otwartość środowiska Instytutu przejawia się także w aktywności w kręgach mniejszości narodowych. W latach 80-tych nasi koledzy piastowali stanowiska Przewodniczącego (M. Aleksiejuk) i Sekretarza (Sz. Pilecki) Rady Mniejszości Narodowych w Polsce. Obaj kontynuują tę działalność: Mikołaj Aleksiejuk – we władzach Białoruskiego Towarzystwa Społeczno-Kulturalnego, zaś prof. Szymon Pilecki od ćwierzwieca kieruje posiadającym piękne tradycje Karaimskim Związkiem Religijnym Rzeczypospolitej.

W latach 90. formami aktywności na rzecz rozwoju struktur społeczeństwa obywatelskiego stały się zinstytucjonalizowane działania informacyjne i szkoleniowe przeznaczone dla kręgów spoza środowiska naukowego i wykraczające poza zadania statutowe Instytutu. Do tej katego-

rii zaliczyć należy część działalności istniejącego przy IPPT Krajowego Punktu Konsultacyjnego Programów Badawczych UE. O pracy KPK piszemy w poprzednim rozdziale z punktu widzenia działalności usługowej dla nauki. Prowadzona działalność dotyczy jednak także pomocy inicjatywom lokalnym i małym przedsiębiorstwom w uzyskiwaniu wsparcia z funduszy europejskich. Należą tu m. in. aktualnie prowadzone projekty V Programu Ramowego: "Fellows for Industry", "Partners for Life", "CEeB". Indywidualna inicjatywa dra. J. Supla pomocy małym strukturom samorządowym przy tworzeniu sieci informacyjnej zaowocowała od 1995 r. włączeniem się Instytutu w działania konferencji „Miasta w Internecie”. Udział ten jest wysoko oceniany przez zainteresowane samorządy podczas dorocznych konferencji tej sieci, współorganizowanych przez IPPT.

Wraz z dochodzeniem kraju do normalności, działalność publiczna takich środowisk jak nasze nabiera charakteru mało efektywnej pracy organicznej. Nie budzi to entuzjazmu w kraju, gdzie takie postawy nie są wysoko cenione, tym bardziej gdy łączy się to z poczuciem malejącej roli inteligencji twórczej. Pozostaje nam jednak wierzyć w to, co zasłużony dla Instytutu profesor Antoni Sawczuk zwykł nazywać *kulturotwórczą rolą nauki*. Jednym słowem – jak śpiewał Młynarski – *róbmy swoje, róbmy swoje...*

ZAŁOŻYCIELE IPPT

NOTY BIOGRAFICZNE





JANUSZ GROSZKOWSKI (1898 – 1984)

Radioelektryk i elektronik. W 1922 – jeden z pierwszych absolwentów Politechniki Warszawskiej. Jako oficer Wojsk Łączności prowadził wykłady z radiotechniki w szkołach wojskowych. W 1928 r. otrzymał stopień doktora na podstawie rozprawy: „*Metoda kompensacyjna kontroli stałości fali*” i obejmuje Katedrę Radiotechniki na Wydziale Elektrycznym Politechniki Warszawskiej. W 1929 – profesor nadzwyczajny, a w 1935 r. – zwyczajny. W 1928 r. zainicjował utworzenie pierwszego w kraju Instytutu Radiotechnicznego (późniejszy Państwowy Instytut Telekomunikacyjny), którym kierował od 1934 r. Podczas okupacji uczestnik tajnego nauczania i żołnierz Armii Krajowej. Dokonał rozszyfrowania układów sterowania pocisków rakietowych V-2. W 1945 r. - organizator Wydziału Elektrycznego (późniejszy

Wydz. Łączności) PW, gdzie aż do przejścia na emeryturę w roku 1968 kierował Katedrą Radiolokacji. Organizator pierwszych placówek badawczych PAN: Zakładu Elektroniki i Instytutu Podstawowych Problemów Techniki, w skład którego wszedł ten Zakład. Dyrektor IPPT w latach 1961-1963.

Wybitny specjalista w dziedzinie miernictwa wysokiej próżni. Światowe uznanie wzbudziły jego prace dotyczące głowic jonizacyjnych do pomiaru niskich ciśnień. Autor 16 patentów i 361 publikacji, w tym wielu książek (np. *Technika wysokiej próżni*, 1972). Promotor 33 doktoratów.

Od 1936 r. – członek Akademii Nauk Technicznych, od 1949 r. – Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, od 1952 r. członek PAN, od 1957 r. jej Wiceprezes, 1962-1971 Prezes. Z funkcji publicznych (m.in. posła na Sejm PRL i vice przew. Rady Państwa) ustępuje w proteście przeciw postępującym represjom (1976). Członek 6 zagranicznych Akademii Nauk i członek honorowy wielu stowarzyszeń. Laureat Nagród Państwowych I-go stopnia (1951, 1955, 1968, 1979). Doktor honoris causa Politechnik: Warszawskiej (1962), Łódzkiej (1964) i Gdańskiej (1975). Jego imię nosi Wojskowy Instytut Łączności.



ALEKSANDER KRUPKOWSKI (1894 – 1978)

Studia wyższe ukończył na Wydziale Metalurgicznym Politechniki w Petersburgu w 1917 r. Po powrocie do kraju rozpoczął pracę w szkolnictwie średnim, a następnie jako asystent w Katedrze Metaloznawstwa Politechniki Warszawskiej. 1928 r. – doktorat, 1930 r. – *veniam legendi* (habilitacja) i profesor nadzwyczajny, 1939 r. – profesor zwyczajny. W 1934 r. został powołany na członka Akademii Nauk Technicznych. Od 1930 r. profesor AGH. W czasie drugiej wojny światowej został wywieziony, wraz z profesorami uczelni krakowskich, do obozu koncentracyjnego w Sachsenhausen., skąd powrócił w roku 1940. Po utworzeniu PAN w roku 1952 – członek rzeczywisty. Kierownik Zakładu Metali PAN z siedzibą w Krakowie (powstałego z Jego inicjatywy), a od 1953 r. działającego w ramach IPPT PAN. W roku 1969 zakład

ten wyodrębnił się jako samodzielna placówka naukowa PAN, obecnie – Instytut Podstaw Metalurgii i Inżynierii Materiałowej PAN im. A. Krupkowskiego. Wszechstronność zainteresowań Aleksandra Krupkowskiego pokrywała ogromny obszar nauki o metalach: od termodynamiki podstaw procesów otrzymywania i rafinacji metali, poprzez kinetykę procesów utleniania i redukcji tlenków, do rektyfikacji metali; od przemian fazowych w stopach do procesów odkształcenia plastycznego i własności mechanicznych. We wszystkich tych dziedzinach pozostawił wyniki na bardzo wysokim poziomie.

Autor ok. 300 prac opublikowanych w kraju i zagranicą, m.in. 2 bardzo znaczące monografie: „*Zasady termodynamiki i ich zastosowanie w metalurgii i metaloznawstwie*” (1958) oraz „*Podstawowe zagadnienia teorii procesów metalurgicznych*” (1974). Za prace te, pomimo braku zaangażowania politycznego w czasach PRL, został wyróżniony najwyższymi odznaczeniami państwowymi. trzykrotny laureat Nagrody Państwowej I stopnia, Doktor H.C. (Akademia Górnicza we Freibergu, AGH).



IGNACY MALECKI (ur. 1912)

Absolwent Wydz. Elektrycznego PW – dyplom u prof. J. Groszkowskiego w 1935 r. Dalsze studia w Instytucie Hertza w Berlinie. 1941 r. – doktorat na konspiracyjnym Wydziale Architektury PW, 1943 r. – *venia legendi* (dzisiejsza habilitacja). 1946 r. – prof. nadzwyczajny, 1952 r. – prof. zwyczajny. Czł. koresp. PAN (1954), rzeczywisty (1958). Czł. Prezydium PAN, z-ca Sekretarza Naukowego PAN (1961 – 1968), czł. honorowy wielu stowarzyszeń i federacji (m.in. ASA, FASE, ISCU). W 1936 r. organizował laboratorium Polskiego Radia, gdzie opracował projekt funkcjonalny i akustyczny Centralnej Rozgłośni. Po wojnie wykonywał projekty akustyczne odbudowywanych sal Sejmu i Teatru Narodowego. Organizator Katedry Elektrotechniki Stosowanej i Akustyki, na Wydz. Elektrycznym PG. 1951 – 1969 kierownik

Katedry Elektroakustyki, pierwszy dziekan Wydz. Łączności, następnie prorektor PW. Organizator Zakładu Badania Drgań (1951), jednego z czterech Zakładów stanowiących trzon powstałego w 1952 r. IPPT. Pierwszy dyrektor IPPT (1953 – 1962) i dyrektor 1973 – 1983.

Prekursor akustyki jako nauki interdyscyplinarnej - akustyka budowlana i architektoniczna, audioakustyka, elektroakustyka, hydroakustyka, technika ultradźwiękowa, akustyka fizyczna i kwantowa, a ostatnio emisja akustyczna to bardzo szeroki zakres zainteresowań profesora.

Autor 11 monografii i ok. 230 publikacji, z których na szczególną uwagę zasługuje „*Physical Foundations of Technical Acoustics*” wydana przez Pergamon Press, Oxford (1969) i używana jako ceniony podręcznik przez studentów w wielu krajach. Promotor 25 doktoratów. Kier. Departamentu Polityki Naukowej UNESCO w Paryżu (1969-1972). Organizator Komitetu Akustyki PAN, inicjator powołania Komitetu Naukoznawstwa PAN. Doktor H.C.: Uniwersytetu Technicznego w Budapeszcie, AGH w Krakowie i P. Gdańskiej. Laureat Nagród Państwowych i wielu odznaczeń.



WITOLD NOWACKI (1911 – 1986)

Absolwent Politechniki Gdańskiej (1934); inżynier budowlany. Projektował konstrukcje portowe w Gdyni, budował fabrykę płytowców w Mielcu. Wojnę spędził w oflagu, gdzie w warunkach obozowych przygotował rozprawy stanowiące podstawę uzyskania natychmiast po wojnie (wrzesień – grudzień 1945, Politechnika Warszawska) doktoratu i habilitacji. Od 1945 r. na Politechnice Gdańskiej: profesor nadzwyczajny (1947), kierownik Katedry Mechaniki Budowli, dziekan Wydz. Inżynierii Lądowej (1947 – 1949) i prorektor (1949 – 1952). 1952-1955 kierował Katedrą Mechaniki Budowli Wydz. Budown. Przemysłowego PW. 1955 – 1981 – na Uniwersytecie Warszawskim, kolejno: kierownik Katedry Teorii Sprężystości i Plastyczności (1955 – 1969) i Zakładu Mechaniki Ciała Stałego (1969 – 1981) oraz dyrektor Instytutu Mechaniki UW (1969 – 1978). Od 1952 r. członek korespondent, a od 1956 r. członek rzeczyw.

PAN oraz sekretarz naukowy Wydziału IV Nauk Technicznych (1956 – 1968). Pełnił kolejno funkcje: sekretarza naukowego PAN (1956 – 1968), jej wiceprezesa (1969 – 1977) i prezesa (1978 – 1980). Jeden z twórców i realizator idei powstania IPPT; założyciel i kierownik Pracowni Teorii Sprężystości, naukowy patron Zakładu Teorii Ośrodków Ciągłych IPPT. Wieloletni Przewodniczący Rady Naukowej IPPT.

Twórca polskiej szkoły termosprężystości i sprężystości niesymetrycznej oraz inicjator badań w teorii pól połączonych. Autor ponad 200 publikacji, w tym kilkunastu monografii tłumaczonych na różne języki. Autor znanych i wielokrotnie wznawianych, także za granicą, podręczników akademickich. Promotor 28 przewodów doktorskich. Doktor H.C. dziesięciu uczelni i członek 3 zagranicznym Akademii Nauk. Uhonorowany najwyższymi odznaczeniami państwowymi, dwukrotny laureat Nagrody Państwowej I stopnia (1955, 1964).



WACŁAW OLSZAK (1902 – 1980)

Absolwent Inżynierii Lądowej i Wodnej Politechniki Wiedeńskiej (1925). Studia specjalistyczne na Faculté des Sciences Uniwersytetu Paryskiego (1926 – 1927). Doktoraty: w 1933 r. na Politechnice Wiedeńskiej za rozprawę dotyczącą konstrukcji żelbetowych, w 1934 r. na PW za dysertację poświęconą teorii sprężystości (promotor M. T. Huber). Habilitacja w 1937 r. w AGH na podstawie rozprawy o statyce i dynamice konstrukcji przeciwlotniczych. W 1946 – jako profesor zwyczajny obejmuje Katedrę Wytrzymałości Materiałów w AGH w Krakowie, organizując tam i na powstającej Politechnice Krakowskiej badania z zakresu konstrukcji sprężonych i mechaniki stosowanej. Od 1952 r. związany z PW i organizującą się PAN, tworzy pierwszą w Polsce Katedrę Teorii Sprężystości i Plastyczności oraz Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych, który staje się istotnym składnikiem powstającego IPPT i kieruje nim do 1970 r. Od 1954 r. – czł. koresp., a od 1956 r. czł. rzeczywisty PAN. Dyrektor IPPT (1963 – 1970), sekretarz IV Wyzd. PAN (1957 – 1960), członek Prezydium PAN. Współorganizator i rektor Międzynarodowego Ośrodka Badań Mechanicznych CISM w Udine (1970 – 1980). Twórca znanej na świecie „polskiej szkoły” teorii plastyczności. Jego działalność naukowa obejmowała: także zagadnienia teorii sprężystości, teorii konstrukcji wstępnie sprężonych, reologii. Autor 290. artykułów naukowych, 10. monografii, edytor 6. Współzałożyciel i członek władz RILEM i IASS, oraz członek władz IUTAM i IABSE. Współtwórca „Archiwum Mechaniki Stosowanej” i „Rozpraw Inżynierskich” (1949), członek komitetów redakcyjnych wielu czasopism, organizator międzynarodowych spotkań, zapoczątkował Polskie Konferencje Mechaniki Ciała Stałego. Wielki autorytet w kraju i za granicą, propagator osiągnięć polskiej mechaniki w świecie. Promotor 16. doktoratów. Doktor H.C. 9. krajowych i zagranicznych uczelni. Członek 17. zagranicznych Akademii Nauk. Uhonorowany wieloma odznaczeniami krajowymi i zagranicznymi, dwukrotny laureat Nagród Państwowych I stopnia.



ZBIGNIEW WASUTYŃSKI (1902 – 1974)

Absolwent Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej w 1926 r., studia uzupełniające na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Warszawskiego 1927 – 1928 oraz na Faculté des Sciences Uniwersytetu Paryskiego 1928 – 1929. Od 1924 r. pracował na Politechnice Warszawskiej, gdzie uzyskał doktorat w 1934 r. Habilitował się w 1943 r. w ramach tajnej działalności Politechniki Warszawskiej, przedstawiając rozprawę o kształtowaniu wytrzymałościowym, opublikowaną w 1939 r. Brał udział w walkach armii gen. Kleeberga w 1939 r., a podczas okupacji był członkiem AK i uczestniczył w tajnym nauczaniu. Był autorem licznych projektów mostów i innych konstrukcji, wykładał matematykę, mechanikę i konstrukcje mostowe. Twórcze prace badawcze prowadził w różnych dziedzinach: konstrukcji mostowych, metod pomiarowych, optymalizacji konstrukcji, architektury, zagadnień filozoficznych (estetyka i prakseologia), teorii komunikacji; był autorem 207 publikacji i 12 książek. Był promotorem 14 doktoratów. W latach 1951 – 1968 kierował Katedrą Budowy Mostów Politechniki Warszawskiej. W 1953 r. zorganizował Pracownię Kształtowania Wytrzymałościowego w IPPT PAN, którą kierował do 1973 r. Od 1958 r. członek korespondent, a od 1966 r. członek rzeczywisty PAN, w latach 1969 – 1971 był przewodniczącym Komitetu Inżynierii Lądowej PAN. Był członkiem rad naukowych w kilku instytutach badawczych, doradcą w Ministerstwach Komunikacji i Gospodarki Komunalnej oraz przy Prezydium Rady Narodowej w Warszawie. Był uczonym niezwykle wszechstronnym i twórczym, a wybór oryginalnych prac, wydany po śmierci w pięciu tomach, objął siedem różnych kierunków. Uhonorowany wysokimi odznaczeniami państwowymi i nagrodami m.in. Nagrodą Państwową I stopnia.

PROFESOROWIE IPPT



LISTA PROFESORÓW IPPT (1)

Maciej Bieniek (1927)	prof. nadzw.	od* 1957	w IPPT: 1957 – 1960
Krystyn Bochenek (1925 – 1966)	prof. nadzw.	od* 1964	w IPPT: 1954 – 1962
Roman Bogacz (1937)	prof. zwyczaj.	od* 1990	w IPPT: 1966 –
Włodzimierz Bojarski (1930)	prof. zwyczaj.	od* 1980	w IPPT: 1976 – 2000
Julian Bonder (1900 – 1975)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1954 – 1962
Adam Borkowski (1942)	prof. zwyczaj.	od* 1987	w IPPT: 1973 –
Andrzej Marek Brandt (1930)	prof. zwyczaj.	od* 1979	w IPPT: 1955 – 2001
Zbigniew Brzoska (1916 – 1987)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1957 – 1963
Marek Burnat (1929)	prof. nadzw.	od* 1969	w IPPT: 1964 – 1972
Stefan Czarnecki (1925 – 1982)	prof. zwyczaj.	od* 1974	w IPPT: 1954 – 1974
Eugeniusz Danicki (1942)	prof. zwyczaj.	od* 1991	w IPPT: 1985 –
Julian Deputat (1935)	prof. nadzw.	od* 1993	w IPPT: 1965 –
Włodzimierz Derski (1929)	prof. zwyczaj.	od* 1969	w IPPT: 1973 – 1995
Lech Dietrich (1940)	prof. zwyczaj.	od* 1990	w IPPT: 1969 –
Maria Duszek-Perzyna (1935 – 1997)	prof. zwyczaj.	od* 1992	w IPPT: 1961 – 1997
Wojciech Dzieniszewski (1937)	prof. zwyczaj.	od* 1988	w IPPT: 1961 –
Czesław Eimer (1922 – 1982)	prof. zwyczaj.	od* 1963	w IPPT: 1954 – 1982
Leszek Filipczyński (1923)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1953 – 1993
Władysław Fiszdon (1912)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1957 – 1982
Henryk Frąckiewicz (1929 – 1999)	prof. zwyczaj.	od* 1975	w IPPT: 1975 – 1996
Wiktor Gambin (1944)	profesor	od* 2000	w IPPT: 1973 –
Janusz Groszkowski (1898 – 1984)	prof. zwyczaj.	od* 1929	w IPPT: 1954 – 1963
Witold Gutkowski (1928)	prof. zwyczaj.	od* 1972	w IPPT: 1963 – 1999
Stefan Hahn (1921)	prof. nadzw.	od* 1965	w IPPT: 1956 – 1963
Jan Holnicki-Szulc (1945)	profesor	od* 1999	w IPPT: 1973 –

(*) oznacza rok pierwszego nadania tytułu lub rok zatrudnienia w IPPT już z tytułem.

Tłustą czcionką zaznaczono obecnych pracowników IPPT



Maciej Bieniek



Krystyn Bochenek



Roman Bogacz



Włodzimierz Bojarski



Julian Bonder



Adam Borkowski



Andrzej M. Brandt



Zbigniew Brzoska



Marek Burnat



Stefan Czarnecki



Eugeniusz Danicki



Julian Deputat



Włodzimierz Derski



Lech Dietrich



Maria Duszek-Perzyna



Wojciech Dzieniszewski



Czesław Eimer



Leszek Filipczyński



Władysław Fiszdon



Henryk Frąckiewicz



Wiktor Gambin



Janusz Groszkowski



Witold Gułkowski



Stefan Hahn



Jan Holnicki-Szulc

LISTA PROFESORÓW IPPT (2)

Józef Ignaczak (1935)	prof. zwycz.	od* 1972	w IPPT: 1960 –
Janusz Lech Jakubowski (1905 – 2001)	prof. zwycz.	od* 1961	w IPPT: 1961 – 1962
Marek Janas (1934)	profesor	od* 1999	w IPPT: 1958 –
Wiktor Jassem (1922)	prof. zwycz.	od* 1978	w IPPT: 1956 – 1992
Stefan Jendo (1936)	prof. nadzw.	od* 1994	w IPPT: 1961 –
Zygfryd Jung (1904)	prof. nadzw.	od* 1964	w IPPT: 1962 – 1965
Artur Kacner (1912 – 1964)	prof. nadzw.	od* 1954	w IPPT: 1954 – 1964
Janusz Kacprowski (1916 – 1993)	prof. zwycz.	od* 1962	w IPPT: 1952 – 1986
Jan Kaczmarek (1920)	prof. zwycz.	od* 1978	w IPPT: 1978 – 1999
Stanisław Kajfasz (1925)	prof. nadzw.	od* 1966	w IPPT: 1959 – 1995
Sylwester Kaliski (1925 – 1978)	prof. zwycz.	od* 1967	w IPPT: 1954 – 1978
Janusz Kasperkiewicz (1938)	prof. nadzw.	od* 1996	w IPPT: 1963 –
Zbigniew Kączkowski (1921)	prof. zwycz.	od* 1987	w IPPT: 1987 – 1991
Juliusz Keller (1911)	prof. nadzw.	od* 1955	w IPPT: 1955 – 1955
Michał Kleiber (1946)	prof. zwycz.	od* 1984	w IPPT: 1971 –
Janusz Klepaczek (1935)	prof. nadzw.	od* 1983	w IPPT: 1960 – 1984
Wacław Koltoński (1920 – 1999)	prof. zwycz.	od* 1974	w IPPT: 1953 – 1990
Witold Kosiński (1946)	prof. nadzw.	od* 1993	w IPPT: 1972 – 2001
Elżbieta Kossecka (1940)	prof. nadzw.	od* 1994	w IPPT: 1965 –
Ryszard Kowalczyk (1928)	prof. nadzw.	od* 1992	w IPPT: 1956 – 1993
Stefan Kowalski (1945)	prof. nadzw.	od* 1992	w IPPT: 1974 – 1997
Jan Andrzej König (1937 – 1990)	prof. zwycz.	od* 1982	w IPPT: 1960 – 1990
Aleksander Krupkowski (1894 – 1978)	prof. zwycz.	od* 1930	w IPPT: 1953 – 1964
Jerzy Krzemiński (1927)	prof. zwycz.	od* 1985	w IPPT: 1964 – 1997
Józef Kubik (1944)	prof. zwycz.	od* 1992	w IPPT: 1974 – 1996

(*) oznacza rok pierwszego nadania tytułu lub rok zatrudnienia w IPPT już z tytułem.
Tłustą czcionką zaznaczono obecnych pracowników IPPT



Józef Ignaczak



Janusz L. Jakubowski



Marek Janas



Wiktor Jassem



Stefan Jendo



Zygfryd Jung



Artur Kacner



Janusz Kacprowski



Jan Kaczmarek



Stanisław Kajfasz



Sylwester Kaliski



Janusz Kasperkiewicz



Zbigniew Kączkowski



Juliusz Keller



Michał Kleiber



Janusz Klepaczko



Wacław Kołtoński



Witold Kosinski



Elżbieta Kossecka



Ryszard Kowalczyk



Stefan Kowalski



Jan A. Koenig



Aleksander Krupkowski



Jerzy Krzemiński



Józef Kubik

LISTA PROFESORÓW IPPT (3)

Roman Kulikowski (1928)	prof. zwycz.	od* 1963	w IPPT: 1962 – 1963
Jerzy Kurlandzki (1931 – 1998)	prof. zwycz.	od* 1981	w IPPT: 1956 – 1998
Józef Lewandowski (1934)	profesor	od* 1999	w IPPT: 1969 –
Jerzy Litwiniszyn (1914 – 2000)	prof. zwycz.	od* 1954	w IPPT: 1954 – 1963
Michał Łunc (1908 – 1974)	prof. zwycz.	od* 1960	w IPPT: 1960 – 1961
Ignacy Malecki (1912)	prof. zwycz.	od* 1946	w IPPT: 1953 – 1982
Stefan Manczarski (1899 – 1979)	prof. nadzw.	od* 1959	w IPPT: 1959 – 1960
Wojciech Marks (1938)	prof. zwycz.	od* 1992	w IPPT: 1966 –
Jacek Mączyński (1928)	prof. nadzw.	od* 1974	w IPPT: 1953 – 1996
Czesław Mejro (1908)	prof. nadzw.	od* 1978	w IPPT: 1976 – 1980
Józef Miastkowski (1935)	prof. zwycz.	od* 1986	w IPPT: 1961 –
Jerzy Mossakowski (1922)	prof. nadzw.	od* 1962	w IPPT: 1953 – 1989
Zenon Mróz (1930)	prof. zwycz.	od* 1971	w IPPT: 1955 –
Władysław Nadolski (1925)	prof. nadzw.	od* 1992	w IPPT: 1966 – 1995
Jarosław Naleszkiewicz (1904 – 1969)	prof. zwycz.	od* 1954	w IPPT: 1954 – 1964
Mariusz Nieniewski (1938)	profesor	od* 2000	w IPPT: 1999 –
Witold Nowacki (1911 – 1986)	prof. zwycz.	od* 1947	1953 – 1986
Wojciech K. Nowacki (1938)	prof. zwycz.	od* 1982	w IPPT: 1965 –
Miron Nowak (1935)	prof. zwycz.	od* 1985	w IPPT: 1970 –
Andrzej Nowicki (1945)	prof. nadzw.	od* 1993	w IPPT: 1969 –
Zbigniew Olesiak (1927)	prof. nadzw.	od* 1963	w IPPT: 1954 – 1969
Wacław Olszak (1902 – 1980)	prof. zwycz.	od* 1946	w IPPT: 1953 – 1972
Wincenty Pajewski (1912)	prof. nadzw.	od* 1965	w IPPT: 1953 – 1984
Zdzisław Pawłowski (1923 – 1998)	prof. nadzw.	od* 1975	w IPPT: 1962 – 1993
Zbigniew Peradzyński (1943)	prof. nadzw.	od* 1993	w IPPT: 1970 –

(*) oznacza rok pierwszego nadania tytułu lub rok zatrudnienia w IPPT już z tytułem.
Tłustą czcionką zaznaczono obecnych pracowników IPPT



Roman Kulikowski



Jerzy Kurlandzki



Józef Lewandowski



Jerzy Litwiniszyn



Michał Lunc



Ignacy Malecki



Stefan Manczarski



Wojciech Marks



Jacek F. Mączyński



Czesław Mejro



Józef Miastkowski



Jerzy Mossakowski



Zenon Mróz



Władysław Nadołski



Jarosław Naleszkiewicz



Mariusz Nieniewski



Witold Nowacki



Wojciech K. Nowacki



Miron Nowak



Andrzej Nowicki



Zbigniew Olesiak



Wacław Olszak



Wincenty Pajewski



Zdzisław Pawłowski



Zbigniew Peradziński

LISTA PROFESORÓW IPPT (4)

Piotr Perzyna (1931)	prof. zwyczaj.	od* 1971	w IPPT: 1956 – 2001
Henryk Petryk (1950)	prof. nadzw.	od* 1995	w IPPT: 1977 –
Szymon Pilecki (1925)	prof. zwyczaj.	od* 1989	w IPPT: 1970 – 1995
Ryszard Płowiec (1929)	prof. nadzw.	od* 1989	w IPPT: 1956 – 1999
Tadeusz Powałowski (1945)	profesor	od* 2001	w IPPT: 1969 –
Włodzimierz Prosnak (1925)	prof. zwyczaj.	od* 1967	w IPPT: 1966 – 1968
Stanisław Przeździecki (1930)	prof. zwyczaj.	od* 1990	w IPPT: 1959 – 2000
Władysław Ptak (1920 – 1990)	prof. nadzw.	od* 1964	w IPPT: 1954 – 1964
Maciej Radwan (1922 – 1989)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1956 – 1964
Jerzy Ranachowski (1926 – 2000)	prof. zwyczaj.	od* 1976	w IPPT: 1975 – 2000
Bogdan Raniecki (1938)	prof. zwyczaj.	od* 1987	w IPPT: 1965 –
Dominik Roguła (1936)	prof. zwyczaj.	od* 1976	w IPPT: 1968 –
Witold Rosiński (1911)	prof. zwyczaj.	od* 1953	w IPPT: 1953 – 1960
Jan Rychlewski (1934)	prof. zwyczaj.	od* 1970	w IPPT: 1962 – 2000
Czesław Rymarz (1930)	prof. nadzw.	od* 1987	w IPPT: 1988 – 1991
Antoni Sawczuk (1927 – 1984)	prof. zwyczaj.	od* 1965	w IPPT: 1956 – 1984
Jan J. Sławianowski (1943)	prof. zwyczaj.	od* 1988	w IPPT: 1970 –
Adam Smoliński (1910 – 1996)	prof. zwyczaj.	od* 1953	w IPPT: 1953 – 1965
Kazimierz Sobczyk (1939)	prof. zwyczaj.	od* 1983	w IPPT: 1965 –
Marek Sokołowski (1927)	prof. zwyczaj.	od* 1962	w IPPT: 1952 – 1997
Bogumił Staniszewski (1924 – 1995)	prof. zwyczaj.	od* 1983	w IPPT: 1983 – 1984
Andrzej Szaniawski (1924 – 2002)	prof. zwyczaj.	od* 1970	w IPPT: 1955 – 1994
Wojciech Szczepiński (1924)	prof. zwyczaj.	od* 1971	w IPPT: 1971 – 1995
Gwidon Szefer (1933)	prof. nadzw.	od* 1981	w IPPT: 1981 – 1981
Wanda Szemplińska-Stupnicka (1932)	prof. zwyczaj.	od* 1979	w IPPT: 1971 –

(*) oznacza rok pierwszego nadania tytułu lub rok zatrudnienia w IPPT już z tytułem.
Tłustą czcionką zaznaczono obecnych pracowników IPPT



Piotr Perzyna



Henryk Petryk



Szymon Pilecki



Ryszard Płowiec



Tadeusz Powalowski



Włodzimierz Prosnak



Stanisław Przedziecki



Władysław Ptak



Maciej Radwan



Jerzy Ranachowski



Bogdan Raniecki



Dominik Roguła



Witold Rosiński



Jan Rychlewski



Czesław Rymarz



Antoni Sawczuk



Jan J. Sławianowski



Adam Smoliński



Kazimierz Sobczyk



Marek Sokolowski



Bogumił Staniszewski



Andrzej Szaniawski



Wojciech Szczepiński



Gwidon Szefer



Wanda Szemplińska

LISTA PROFESORÓW IPPT (5)

Paweł Szulkin (1911 – 1987)	prof. zwycz.	od* 1958	w IPPT: 1958 – 1963
Jerzy Teisseyre (1902 – 1988)	prof. nadzw.	od* 1957	w IPPT: 1956 – 1959
Józef Joachim Telega (1943)	profesor	od* 1999	w IPPT: 1977 –
Wojciech Truszkowski (1921)	prof. nadzw.	od* 1962	w IPPT: 1954 – 1964
Wacław Tuszyński (1930)	prof. zwycz.	od* 1986	w IPPT: 1985 – 1995
Wojciech Urbanowski (1919 – 1963)	prof. nadzw.	od* 1955	w IPPT: 1955 – 1963
Zbigniew Wasiutyński (1902 – 1974)	prof. zwycz.	od* 1946	w IPPT: 1955 – 1972
Jerzy Wehr (1924 – 1977)	prof. nadzw.	od* 1974	w IPPT: 1952 – 1977
Zbigniew Wesołowski (1933)	prof. zwycz.	od* 1971	w IPPT: 1961 – 1996
Jerzy Wicher (1936)	prof. nadzw.	od* 1984	w IPPT: 1965 – 1990
Tomasz Wierzbicki (1937)	prof. nadzw.	od* 1981	w IPPT: 1960 – 1984
Krzysztof Wilmański (1940)	prof. nadzw.	od* 1979	w IPPT: 1966 – 1986
Czesław Woźniak (1931)	prof. zwycz.	od* 1988	w IPPT: 1988 – 1996
Stefan Zahorski (1933 – 1999)	prof. zwycz.	od* 1972	w IPPT: 1958 – 1999
Kazimierz Zarankiewicz (1902 – 1959)	prof. zwycz.	od* 1956	w IPPT: 1956 – 1959
Andrzej Ziabicki (1933)	prof. zwycz.	od* 1974	w IPPT: 1967 –
Stefan Ziemba (1907 – 1994)	prof. zwycz.	od* 1954	w IPPT: 1954 – 1991
Henryk Zorski (1927)	prof. zwycz.	od* 1962	w IPPT: 1957 – 1997

(*) oznacza rok pierwszego nadania tytułu lub rok zatrudnienia w IPPT już z tytułem.
Tłustą czcionką zaznaczono obecnych pracowników IPPT



Paweł Szulkin



Jerzy Teisseyre



Józef J. Telega



Wojciech Truszkowski



Wacław Tuszyński



Wojciech Urbanowski



Zbigniew Wasutyński



Jerzy Wehr



Zbigniew Wesółowski



Jerzy Wicher



Tomasz Wierzbicki



Krzysztof Wilmański



Czesław Wozniak



Stefan Zahorski



Kazimierz Zarankiewicz



Andrzej Ziabicki



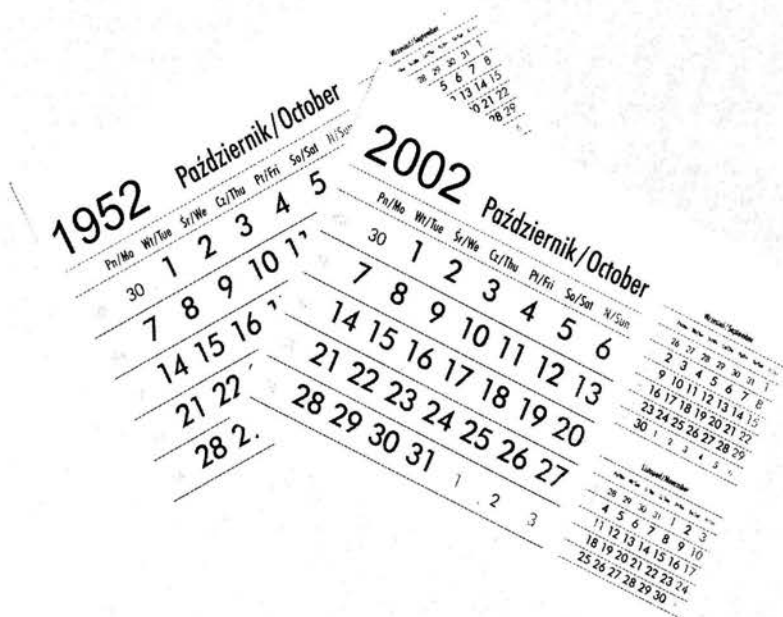
Stefan Ziemba



Henryk Zorski

KALENDARIUM

1952 - 2002



1952

Utworzone zostały przy Wydziale Nauk Technicznych, nowopowstałej Polskiej Akademii Nauk cztery samodzielne jednostki: Zakład Badania Drgań pod kierunkiem prof. Ignacego Maleckiego, Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych kierowany przez prof. Wacława Olszaka, Zakład Elektroniki – prof. Janusza Groszkowskiego i Zakład Metali (z siedzibą w Krakowie) prowadzony przez prof. Aleksandra Krupkowskiego. Weszły one w skład Instytutu Podstawowych Problemów Techniki powołanego uchwałą Sekretariatu Naukowego Prezydium PAN z dnia 9 grudnia 1952 roku, potwierdzoną uchwałą Prezydium Rządu z dnia 24 września 1953 roku.

Pierwszym Dyrektorem Instytutu został prof. Ignacy Malecki, a Przewodniczącym Rady Naukowej – prof. Witold Wierzbicki, zaś jego zastępcą zostaje prof. Bohdan Stefanowski.

Siedzibą Instytutu (przez pierwszych 5 lat jego istnienia) był Pałac Staszica w Warszawie, a w jego skład weszło sześć jednostek:

- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wacław Olszak)
- Zakład Badania Drgań (prof. Ignacy Malecki)
- Zakład Elektroniki (prof. Janusz Groszkowski)
- Zakład Metali (prof. Aleksander Krupkowski)
- Zakład Elektrotechniki Teoretycznej (prof. Paweł Szulkin)
- Pracownia Astronautyczna (prof. Kazimierz Zarankiewicz)

W ciągu ubiegłego półwiecza Instytut przechodził wiele zmian strukturalnych, dając początek wyrosłym z niego samodzielnym instytucjom naukowym (PAN) o ustalonej obecnie renomie międzynarodowej.

Poniżej prześledzimy proces ewolucji jego struktur w poszczególnych dziesięcioleciach.

Pierwsze dziesięciolecie:

1953

Pierwsze posiedzenie Rady Naukowej IPPT w sali Okrągłego Stołu Pałacu Staszica (30.10.1953 r.)

1954

Pierwsze wnioski o nominacje:

- prof. Michałowi Łuncowi – o przyznanie tytułu profesora zwyczajnego
- dr Januszowi Czulakowi – o przyznanie tytułu profesora nadzwyczajnego
- Kandydatowi Nauk Techn. Henrykowi Waldenowi – o przyznanie tytułu docenta
- dr Czesławowi Eimerowi – o przyznanie tytułu docenta
- mgr Arturowi Kacnerowi – o przyznanie tytułu docenta
- dr Bohdanowi Lewickiemu – o przyznanie tytułu docenta

Utworzenie Zakładu Analogii (mgr Stefan Czarnecki)

Utworzenie Pracowni Mechaniki Górotworu (prof. Jerzy Litwiniszyn) w Krakowie

1955

Pracownia Mechaniki Cieczy i Gazów przekształca się w Zakład (prof. Julian Bonder)

Utworzenie Zakładu Elektrotechniki (dr Maciej Nałęcz)

Utworzenie Pracowni Teorii Konstrukcji (prof. Zbigniew Wasutyński)

Pierwsza obrona pracy kandydackiej w IPPT – mgr inż. Stanisława Sławińskiego, jej promotorem był

prof. Paweł Szulkin (13.03.1955 r.)

Obrony prac kandydackich: mgr inż. mgr inż.: Leszka Filipczyńskiego, Jerzego Mossakowskiego, Zbigniewa Olesiaka, Jerzego Seidlera

1956

Wniosek o przyznanie tytułu prof. nadzwyczajnego – mgr inż. Stefanowi Manczarskiemu

Przed przeniesieniem się Instytutu do gmachu przy ul. Świętokrzyskiej 21 – jednostki organizacyjne IPPT mieściły się nie tylko w różnych miejscach w Warszawie, także w Krakowie, Gdańsku i Poznaniu.

- Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych: – Pałac Staszica
- Zakład Badania Drgań: – Pałac Staszica
- Zakład Elektroniki, Prac.Półprzewodnikowych Elementów Magnetycznych: – Pałac Staszica a także w Zakładach Elektroniki i Podstaw Telekomunikacji P.W.
- Zakład Metali: – Kraków
- Zakład Teorii Łączności: – PKiN
- Pracownia Teorii Konstrukcji: – Pałac Staszica
- Pracownia Mechaniki Cieczy i Gazów: P.W. – Instytut Aerodynamiczny
- Pracownia Teorii Sprężystości i Zespół Dynamiki Molekularnej: – PKiN,
- Pracownia Zastosowań Izotopów Promieniotwórczych, Pracownia Drgań Cząsteczkowych: Zielna 37
- Pracownia Analizy Naprężeń: – Wawelska 2
- Zespół Dynamiki Molekularnej: – P.W. Zakład Fizyki
- Pracownia Teorii Drgań Mechanicznych: – PKiN
- Pracownia Teorii Konstrukcji Cienkościennych: – Gdańsk

- Pracownia Reologii: – Kraków,
- Pracownia Konstrukcji Wstępnie Sprężonych: – Kraków
- Pracownia Fonograficzna: – Uniwersytet Poznański

1957

Prof. Witold Wierzbicki ponownie wybrany Przewodniczącym Rady Naukowej, jego zastępcą zostaje prof. Stefan Manczarski.

Institutowi przydzielony został na pół wykończony budynek (6000 m²) przy ul. Świętokrzyskiej 21, przeznaczony pierwotnie na siedzibę Ministerstwa Kontroli.

1958

Rozproszone w Warszawie jednostki organizacyjne Instytutu przenoszą się do nowej siedziby (gmachu).

Koniec lat 50-tych

« Zakład Elektrotechniki odłącza się od IPPT i przenosi się do nowo powstałego Instytutu Automatyki PAN.

1961

Prof. Janusz Groszkowski – Dyrektorem Instytutu (do roku 1963)

Po pierwszych 10 latach (1962)

Struktura Instytutu przedstawia się następująco:

1. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wacław Olszak)
2. Zakład Badania Drgań (prof. Ignacy Malecki)
3. Zakład Elektroniki (prof. Witold Rosiński)
4. Zakład Metali z siedzibą w Krakowie (prof. Aleksander Krupkowski)
5. Zakład Teorii Łączności (docent Krystyn Bochenek)
6. Zakład Analogii (dr Stefan Czarniecki)
7. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdron)
8. Zakład Badań Izotopowych (prof. Maciej Radwan)
9. Zakład Magnetyków (prof. Adam Smoliński)
10. Zakład Przemian Energii (mgr Zygfryd Jung)
11. Zakład Teorii Konstrukcji Maszyn (prof. Zbigniew Brzoska)

Rada Naukowa (19 członków):

Przewodniczący: prof. Witold Wierzbicki

Zastępca: prof. Bolesław Dubicki

Dyrekcja:

Dyrektor: prof. Janusz Groszkowski

Zastępcy: prof. Waław Olszak (pion mechaniczny)

prof. Janusz Lech Jakubowski (pion elektryczny)

Dyrektor ds. administracyjnych: Apolinary Kubera

1963

Prof. Waław Olszak – Dyrektorem Instytutu (do roku 1969)

« Od Instytutu odłącza się Zakład Analogii i przenosi się do Instytutu Automatyki PAN.

1964

« Od Instytutu odłącza się Zakład Badań Izotopowych, przenosząc się do Instytutu Badań Jądrowych.

Z uwagi na działalność wdrożeniową powstaje Zakład Konstrukcji Prototypów (tzw. gospodarstwo pomocnicze).

1966

« Zakład Przemian Energii przenosi się do Komitetu Energetyki PAN.

« Od Instytutu odłączają się Zakład Elektroniki i Zakład Magnetyków tworząc Instytut Technologii Elektronowej

Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu zostaje prof. W. Nowacki a jego zastępcami są: prof. Julian Bonder i prof. Stefan Manczarski (Rada Naukowa liczy 25 członków).

1968

Rozpoczyna działalność w Instytucie Studium Doktoranckie, jedno z pierwszych w Polskiej Akademii Nauk i w szkolnictwie wyższym. Pierwszym jego Kierownikiem zostaje prof. Czesław Eimer (do roku 1977).

1969

Prof. Leszek Filipczyński – Dyrektorem Instytutu (do roku 1973).

« Zakład Metali opuszcza Instytut wchodząc w skład Zakładu Podstaw Metalurgii PAN.

« Odłącza się od Instytutu – Pracownia Mechaniki Górotworu, tworząc Zakład Mechaniki Górotworu PAN.

1971

Zakład Konstrukcji Prototypów przekształcony zostaje w Zakład Opracowań Prototypów i Usług Naukowych.

Powstaje Zakład Doświadczalny TECHPAN (obecnie Echoston S.A. w Puławach), podejmującej produkcję opracowywanej w Instytucie aparatury naukowej.

Po 20 latach (1972)

Struktura IPPT przedstawia się jak niżej:

1. Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Henryk Zorski)
2. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Antoni Sawczuk)
3. Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Antoni Sawczuk)
4. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Władysław Fiszdón)
5. Zakład Układów Mechanicznych (prof. Stefan Ziemba)
6. Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (dr Andrzej Turski)
7. Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski)
8. Zakład Akustyki Fizycznej (dr hab. Jerzy Wehr)
9. Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński)

oraz:

1. Samodzielna Pracownia Pól Odształceń (prof. Zbigniew Wasiutyński)
2. Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski)
3. Samodzielna Pracownia Teorii Pól Połączonych (prof. Jerzy Kurlandzki)
4. Samodzielna Pracownia Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski)
5. Samodzielna Pracownia Atomowych Wzorców Cz. (dr Andrzej Chachulski)

a także jednostki naukowo - techniczne:

1. Pracownia obliczeń Numerycznych (dr hab. Jacek Mączyński)
2. Dział Organizacji Nauki i Szkolenia (mgr Alfred Ozga)
3. Biblioteka (mgr Aleksandra Królikowska)
4. Sekcja Wydawnictw (mgr Barbara Wierzbicka)
5. Studium Doktoranckie (prof. Czesław Eimer)
6. Zakład Opracowań Prototypów i Usług Naukowych
(gospodarstwo pomocnicze) (Halina Pawłowska)
7. Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyrektor mgr Jerzy Szerszeń)

Rada Naukowa (43 członków):

Przewodniczący: prof. Witold Nowacki

Zastępcy: prof. Julian Bonder, prof. Władysław Fiszdón

Dyrekcja:

Dyrektor: prof. Leszek Filipczyński

Z-cy ds. naukowych: prof. Witold Gutkowski (pion mechaniczny)

dr hab. Jerzy Wehr (pion akustyczny)

Z-ca ds. ogólnych: prof. Stanisław Kajfasz

Z-ca ds. admin.: Ignacy Przybylski

Z-ca ds. techn.: mgr inż. Zdzisław Przygodzki

1973

Zmiany w Dyrekcji Instytutu (od połowy r. 1973)

Dyrektor: prof. Ignacy Malecki (do roku 1982)

Z-cy ds. naukowych: prof. Włodzimierz Derski (pion mechaniczny)
dr hab. Jerzy Wehr (pion akustyczny)

Z-ca ds. ogólnych: prof. Stanisław Kajfasz

Z-ca ds. admin.: Ignacy Przybylski

Z-ca ds. techn. mgr inż. Zdzisław Przygodzki

1974

Powstają 2 nowe Zakłady:

Elektrodynamiki Ośrodków Ciągłych (prof. Jerzy Kurlandzki)

Aeroakustyki (prof. Stefan Czarnecki)

a także Samodzielne Pracownie:

Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem)

Teorii i Konsolidacji Termodyfuzji z siedzibą w Poznaniu (prof. Włodzimierz Derski)

1975

Powstają, kolejne, 2 nowe Zakłady:

Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski)

Problemów Energetyki (doc. Włodzimierz Bojarski)

1976

Powstaje Samodzielna Pracownia Geoakustyki (prof. Waław Kołtoński)

1977

Powstaje Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. Stanisław Przeździecki)

Zakład Elektrodynamiki Ośrodków Ciągłych zostaje przekształcony w Samodzielną Pracownię
Elektrodynamiki Continuum

prof. Piotr Perzyna – kierownikiem Studium Doktoranckiego (do roku 1980)

1978

prof. Jerzy Litwiniszyn – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu, a jego zastępcami
zostali: prof. Władysław Fiszdón i prof. Witold Rosiński

1980

Powstaje Zespół naukowo-badawczy: Podstaw Termodynamicznych

Nowych Metod Konwersji Energii (prof. Bogumił Staniszewski)

Doc. Jan Andrzej König – kierownikiem Studium Doktoranckiego (do roku 1986)

Po 30 latach (1982)

Struktura Instytutu uległa nieznacznym zmianom i składa się z 13 Zakładów, 8 Pracowni Samodzielnych i 1 Zespołu naukowo-badawczego:

1. Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Marek Sokołowski)
2. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wojciech Szczepiński)
3. Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Henryk Frąckiewicz)
4. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Henryk Zorski)
5. Zakład Układów Mechanicznych (prof. Jan Kaczmarek)
6. Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. St. Przeździecki)
7. Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski)
8. Zakład Akustyki Fizycznej (prof. Szymon Pilecki)
9. Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński)
10. Zakład Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski)
11. Zakład Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski)
12. Zakład Aeroakustyki (Prof. Stefan Czarnecki)
13. Zakład Problemów Energetyki (doc. Włodzimierz Bojarski)

Samodzielne pracownie:

1. Pracownia Pól Odkształceń (prof. Andrzej M. Brandt)
2. Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski)
3. Pracownia Teorii Materiałów Niesprężystych (prof. Piotr Perzyna)
4. Pracownia Elektrodynamiki Continuum (doc. Jerzy Kurlandzki)
5. Pracownia Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski)
6. Pracownia Geoakustyki (prof. Waław Kołtoński)
7. Pracownia Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem)
8. Pracownia Teorii Konsolidacji i Termodyfuzji z siedzibą w Poznaniu (dr Walenty Dudziak)
9. Zespół naukowo-badawczy nr 1: Podstaw Termodynamicznych Nowych Metod Konwersji Energii (prof. Bogumił Staniszewski)

oraz jednostki naukowo - techniczne:

1. Ośrodek Informatyki (prof. Dominik Rogula)
2. Dział Organizacji Nauki i Spraw Pracowniczych (mgr Zofia Mordwiłko)
3. Studium Doktoranckie (doc. Jan Andrzej König)
4. Dział Planowania i Koordynacji Badań Naukowych (mgr Krzysztof Milewski)
5. Biblioteka (mgr Aleksandra Królikowska)

- 6. Dział Wydawnictw (mgr Barbara Wierzbicka)
- 7. Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyr. Jerzy Szerszeń)

Rada Naukowa:

(54 członków, w tym 16 spoza IPPT):

Przewodniczący: prof. Władysław Fiszdon

Zastępcy: prof. Leszek Filipczyński, prof. Wojciech Szczepiński

Dyrekcja:

Dyrektor: prof. Ignacy Malecki

Z-cy ds. naukowych: prof. Piotr Perzyna (pion mechaniczny),
prof. Jerzy Ranachowski (pion akustyczny)

Z-ca ds. ogólnych: prof. Stanisław Kajfasz

Z-ca ds. admin.: Ignacy Przybylski

Z-ca ds. techn. Mgr inż. Zdzisław Przygodzki

1983

Zmiany w składzie Dyrekcji Instytutu:

Dyrektor: prof. Henryk Frąckiewicz (do roku 1994)

Z-ca ds. naukowych: prof. Kazimierz Sobczyk

Z-ca ds. wykorzystania badań naukowych: prof. Jerzy Ranachowski

Z-ca ds. ogólnych: prof. Stanisław Kajfasz

Z-ca ds. admin.: Ignacy Przybylski

Z-ca ds. techn. mgr inż. Zdzisław Przygodzki

1984

Prof. Wojciech Szczepiński – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu, a jego zastępcami zostali: prof. Leszek Filipczyński i prof. Marek Sokołowski.

1985

Struktura Instytutu ulega zmianom. Wprowadzono funkcjonalne piony w zakresie:

Pion Badań Podstawowych (11 Zakładów, 9 Samodzielnych Pracowni):

1. Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (prof. Marek Sokołowski)
2. Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (prof. Wojciech Szczepiński)
3. Zakład Teorii Konstrukcji (prof. Witold Gutkowski)
4. Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów (prof. Henryk Zorski)
5. Zakład Układów Mechanicznych (prof. Jan Kaczmarek)
6. Zakład Akustyki Fizycznej (prof. Szymon Pilecki)
7. Zakład Ultradźwięków (prof. Leszek Filipczyński)

8. Zakład Akustyki Cybernetycznej (prof. Janusz Kacprowski)
9. Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych (doc. Eugeniusz Danicki)
10. Zakład Badań Nieniszczących (prof. Zdzisław Pawłowski)
11. Zakład Aeroakustyki (prof. Zbigniew Wesołowski)

Samodzielne Pracownie:

1. Pól Odształceń (prof. Andrzej Marek Brandt)
2. Fizyki Polimerów (prof. Stefan Zahorski)
3. Teorii materiałów Niesprężystych (prof. Piotr Perzyna)
4. Elektrodynamiki Continuum (doc. Jerzy Kurlandzki)
5. Atomowych Wzorców Częstotliwości (dr Andrzej Chachulski)
6. Geoakustyki (prof. Waław Kołtoński)
7. Akustoelektroniki (prof. Wincenty Pajewski)
8. Obliczeń Numerycznych (prof. Jacek Mączyński)
9. Fonetyki Akustycznej z siedzibą w Poznaniu (prof. Wiktor Jassem)

Ośrodek Rozwoju Techniki (prof. Jerzy Ranachowski)

1. Zakład Problemów Energetyki (prof. Włodzimierz Bojarski)
2. Pracownia Systemów Adaptacyjnych (doc. Adam Borkowski)
3. Pracownia Zastosowań Ultradźwięków Dużej Mocy (mgr Bolesław Leśniak)
4. Pracownia Technologii Szkła i Ceramiki (prof. Waław Tuszyński)
5. Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel)

Zakład Doświadczalny TECHPAN (dyrektor mgr Jerzy Szerszeń)

Szkolenie i Informacja Naukowa

Administracja i Księgowość

1986

W Ośrodku Rozwoju Techniki (dyrektor prof. Jerzy Ranachowski) następują dalsze zmiany organizacyjne: powstają dwa zespoły:

ds. Budownictwa i Inżynierii (z-ca dyr. doc. Wojciech Dzieniszewski)

ds. Mechaniki i Maszyn (z-ca dyr. doc. Wiesław Trąmpczyński)

Struktura Ośrodka Rozwoju Techniki (ORT) powiększa się do 8-ciu jednostek:

1. Zakład Problemów Energetyki (prof. Włodzimierz Bojarski)
2. Pracownia Technologii Szkła i Ceramiki (prof. Waław Tuszyński)
3. Laboratorium Optyczno-Elektroniczne (dr Tadeusz Lipowiecki)
4. Pracownia Zastosowań Ultradźwięków Dużej Mocy (mgr Bolesław Leśniak)
5. Pracownia Modelowania Systemów Komputerowego Wspomagania (doc. Witold Kosiński)
6. Pracownia Systemów Adaptacyjnych (doc. Adam Borkowski)
7. Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel)
8. Rzecznik Patentowy
Filia ORT w Kielcach

1987

Prof. Bohdan Ciszewski – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu, a jego zastępcami zostali: prof. Leszek Filipczyński i prof. Marek Sokołowski.

1988

Struktura ORT powiększa się do 26 jednostek organizacyjnych:

1. Zakład Problemów Energetyki (prof. Włodzimierz Bojarski)
2. Pracownia Technologii Szkła i Ceramiki (prof. Waław Tuszyński)
3. Laboratorium Optyczno-Elektroniczne (dr Tadeusz Lipowiecki)
4. Pracownia Budownictwa Energooszczędnego (prof. Wojciech Dzieniszewski)
5. Laboratorium Badań i Modelowania Budynków Energooszczędnych (dr Roman Babut)
6. Laboratorium Chemicznych Akumulatorów Ciepła (doc. Ryszard Wojtaś)*
7. Laboratorium Spoin i uszczelnień w Budownictwie Energooszczędnym (doc. Lech Rudziński)*
8. Pracownia Diagnostyki Budynków (prof. Stanisław Kajfasz)
9. Pracownia Energetyki Słonecznej (dr Zbysław Pluta)
10. Pracownia Projektowania w Budownictwie Energooszczędnym (doc. Wojciech Marks)
11. Pracownia Sterowania Procesami Termicznymi Budynków (doc. Elżbieta Kossecka)
12. Pracownia Aktywnego Sterowania (doc. Jan Holnicki-Szulc)

13. Pracownia Modelowania Systemów Komputerowego Wspomagania (doc. Witold Kosiński)
14. Pracownia Systemów Adaptacyjnych (doc. Adam Borkowski)
15. Laboratorium Fotoniki i Optyki Zintegrowanej (dr Wojciech Nasalski)
16. Pracownia Dynamiki i Stabilności Robotów (doc. Bogusław Radziszewski)
17. Pracownia Laserowej Obróbki Materiałów (dr Zygmunt Mucha)
18. Laboratorium Dynamiki Maszyn Roboczych i Sterowania (dr Leszek Płonecki)*
19. Pracownia Manipulatorów i Lab. Siłowników Robotów (prof. Henryk Frąckiewicz)
20. Laboratorium Analizy Naprężeń (dr Jerzy Lietz)
21. Pracownia Procesów Skrawania Gruntów (doc. Wiesław Trąmpczyński)
22. Pracownia Zastosowań Ultradźwięków Dużej Mocy (mgr Bolesław Leśniak)
23. Pracownia Akustyki Mowy (mgr Władysław Mikiel)
24. Pracownia Miernictwa Akustycznego (dr Jerzy Motylewski)
25. Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel)
26. Rzecznik Patentowy
*/ w Filii ORT w Kielcach

1989

Prof. Czesław Woźniak – kierownikiem Studium Doktoranckiego (do roku 1996)

W latach 90 struktura Instytutu podlega zmianom związanym z dostosowaniem i modyfikacjom swojego profilu naukowo-badawczego do kierunków priorytetowych, ujętych w dokumentach KBN, IV-go Wydziału PAN i V-tego Programu Ramowego Unii Europejskiej. Dotyczy to programów badawczych w dziedzinach: mechaniki materiałów, nauk informatycznych, bioinżynierii i biomechaniki, transportu i budownictwa energo-oszczędneho. Zmiany te odzwierciedla struktura organizacyjna Instytutu na jego 40 – lecie powstania.

1990

Prof. Leszek Filipczyński – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu. Jego zastępcami zostali: prof. Michał Kleiber i prof. Marek Sokołowski.

1991

Struktura Instytutu (powołana decyzją z dnia 2.09.1991) przedstawia się następująco:

- Ośrodek Mechaniki (dyrektor: prof. Kazimierz Sobczyk)
- Centrum Akustoelektroniki (dyrektor: prof. Jerzy Ranachowski)
- Centrum Helio-Ekostruktur (dyrektor: prof. Wojciech Dzieniszewski)

Centrum Mechatroniki (dyrektor: prof. Henryk Frąckiewicz)

– Rozwiązanie Ośrodka Rozwoju Techniki (ORT), jednostki organizacyjne ORT pozostają jednostkami organizacyjnymi IPPT.

– Sekcja Planowania ORT przekształcona zostaje w Sekcję ds. Wdrożeń w Dziale Planowania i Koordynacji Badań Naukowych IPPT.

– Filia ORT w Kielcach zostaje włączona do struktury organizacyjnej IPPT, jako Filia Instytutu z siedzibą w Kielcach.

Po 40 latach (1992)

Struktura Instytutu przedstawia się następująco:

Ośrodek Mechaniki (dyrektor: prof. Kazimierz Sobczyk)

Centrum Akustoelektroniki (dyrektor: prof. Jerzy Ranachowski)

Centrum Helio-Ekostruktur (dyrektor: prof. Wojciech Dzieniszewski)

Centrum Mechatroniki (dyrektor: prof. Henryk Frąckiewicz)

Centrum Fizyki i Matematyki Stosowanej (dyrektor: prof. Dominik Roguła)

Powołano: Ośrodek Promocji Ekotechnologii EKOPAN z siedzibą w Warszawie przy ul. Bartyckiej 26.

Rada Naukowa:

(85 członków, w tym 8 spoza IPPT):

Przewodniczący: prof. Leszek Filipczyński

Zastępcy: prof. Michał Kleiber, prof. Marek Sokołowski

Dyrekcja:

Dyrektor: prof. Henryk Frąckiewicz

Z-ca ds. naukowych: prof. Zbigniew Peradzyński

Z-ca ds. ogólnych: prof. Józef Miastkowski

Z-ca ds. admin.: mgr Andrzej Krawczyk

1993

Prof. Michał Kleiber – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu, jego zastępcami zostają: prof. Marek Sokołowski, prof. Zenon Mróz, doc. Andrzej Nowicki.

1994

Na bazie zamiejscowych Zakładów IPPT w Poznaniu:

- Zakładu Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych

- Zakładu Fonetyki Akustycznej - utworzono: Oddział Zamiejscowy IPPT PAN w Poznaniu.

Zakład Mechaniki Ośrodków Ciągłych (ZMOC) zmienił nazwę na:

Zakład Wytrzymałości Materiałów (ZWM) – kier. prof. Lech Dietrich

Zakład Teorii Fal Elektromagnetycznych wchodzi w strukturę organizacyjną Ośrodka Mechaniki i przekształca się w Samodzielną Pracownię teorii Fal Elektromechanicznych (kierownik prof. Eugeniusz Danicki)

W Zakładzie Ultradźwięków: Pracownia Metod Ultradźwiękowych w Biologii i Medycynie zmienia nazwę na Pracownia Mikroskopii Akustycznej

1995

Prof. Michał Kleiber – Dyrektorem Instytutu

Prof. Marek Sokołowski – Przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu, jego zastępcami zostają: prof. Andrzej M. Brandt, prof. Julian Deputat i prof. Kazimierz Sobczyk.

Prof. Wojciech K. Nowacki – Dyrektorem Ośrodka Mechaniki

Likwidacja Pracowni Technologii Szkła i Ceramiki i Pracowni Dynamiki i Stabilności Robotów

1996

Centrum Akustoelektroniki przekształca się w Ośrodek Akustoelektroniki

Powołano Zakład Problemów Eko –Budownictwa (prof. Wojciech Dzieniszewski)

Zakład Technologicznych Zastosowań Laserów przekształca się w Samodzielną Pracownię Technologicznych Zastosowań Laserów

Zostają rozwiązane jednostki organizacyjne IPPT w Poznaniu:

- Zakład Mechaniki i Akustyki Ośrodków Porowatych

- Zakład Fonetyki Akustycznej

1997

Centrum Mechatroniki przekształca się w Ośrodek Mechatroniki

Powołano Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów w strukturze Ośrodka Mechaniki

1998

Ośrodek Mechaniki zmienia nazwę na Ośrodek Mechaniki i Informatyki Stosowanej

Zakład Mechaniki Cieczy i Gazów zmienia nazwę na Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów

Ulega rozwiązaniu Centrum Fizyki i Matematyki Stosowanej

1999

Prof. Andrzej Marek Brandt zostaje powołany na Przewodniczącego Rady Naukowej Instytutu, jego zastępcami zostają: prof. Julian Deputat, prof. Lech Dietrich i prof. Adam Borkowski

Powołano w strukturze Ośrodka Mechaniki i Informatyki Stosowanej – Zakład Metod Komputerowych.

W wyniku rozstrzygnięcia konkursu, decyzją Komitetu Badań Naukowych został utworzony w Instytucie Krajowy Punkt Kontaktowy V Programu Ramowego Badań, Rozwoju Technicznego i Prezentacji Unii Europejskiej (KPK). Na stanowisko Dyrektora KPK został powołany dr inż. Andrzej Siemaszko.

2000

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Nowoczesne Materiały i Konstrukcje” [AMAS (Advanced Materials and Structures)] – kierownik: prof. Zenon Mróz

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy” – kierownik: prof. Lech Dietrich.

2002

KBN przyznaje Zespołowi KPK prowadzenie VI Programu Ramowego.

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Modelowanie i Diagnostyka w Biomedycynie Stosowanej” [ABIOMED (Applied Biomedical Modelling and Diagnostics)] – kierownik: prof. Józef J. Telega.

Rozpoczęło działalność Centrum Doskonałości „Laserowe Przetwarzanie i Zaawansowane Badania Materiałów [LAPROMAT (Laser Processing and Material Advance Testing)], kierowane przez prof. Lecha Dietricha.

W roku 2002 – Jubileuszowym, po 50 latach

Struktura Instytutu przedstawia się następująco:

Ośrodek Mechaniki i Informatyki Stosowanej (prof. Wojciech K. Nowacki;
p. o. doc. Krzysztof Doliński)

Zakład Mechaniki i Fizyki Płynów (doc. Tomasz Kowalewski)

Pracownia Metod Matematycznych Mechaniki Płynów (doc. Kazimierz Piechór)

Pracownia Przepływów Termicznych i ze Swobodną Powierzchnią (doc. Tomasz Kowalewski)

Zakład Metod Komputerowych (prof. Michał Kleiber)

Pracownia Metod Obliczeniowych Mechaniki Nieliniowej (doc. Włodzimierz Sosnowski)

Pracownia Informatyki Stosowanej (prof. Jan Holnicki-Szulc)

Pracownia Metod Numerycznych Optymalizacji (prof. Stefan Jendo)

Pracownia Systemów Wizyjnych i Pomiarowych (prof. Mariusz Nieniewski)

Zakład Mechaniki Materiałów (prof. Bogdan Raniecki)

Pracownia Niesprężystej Analizy Materiałów (prof. Henryk Petryk)

Pracownia Plastyczności Stosowanej (prof. Wojciech K. Nowacki)

Laboratorium Termoplastyczności (doc. Wiera Oliferuk)

Pracownia Warstwy Wierzchniej (dr Stanisław Kucharski)

Zespół Teorii Materiałów Niesprężystych (doc. Wojciech Dornowski)

Samodzielna Pracownia Fizyki Polimerów (prof. Andrzej Ziabicki)
Samodzielna Pracownia Mechaniki Ośrodków Sprężystych (prof. Józef Ignaczak)
Samodzielna Pracownia Pół Odształceń (prof. Janusz Kasperkiewicz)
Samodzielna Pracownia Fizyki Ośrodków Strukturalnych (prof. Dominik Rogula)
Samodzielna Pracownia Konstrukcji Niesprężystych (prof. Marek Janas)
Samodzielna Pracownia Dynamiki Stosowanej (prof. Wanda Szemplińska-Stupnicka)
Samodzielna Pracownia Dynamiki Stochastycznej (prof. Kazimierz Sobczyk)
Samodzielna Pracownia Teorii Fal Elektromechanicznych (prof. Eugeniusz Danicki)
Samodzielna Pracownia Metod Wariacyjnych i Biomechaniki (prof. Józef J. Telega)

Zakład Wytrzymałości Materiałów (prof. Lech Dietrich)

Pracownia Mechaniki Plastycznego Płynięcia (prof. Józef Miastkowski)
Pracownia Mechaniki Eksperymentalnej (doc. Zbigniew Kowalewski)
Pracownia Technologicznych Zastosowań Laserów (doc. Zygmunt Szymański)
Laboratorium Wytrzymałości (doc. Grzegorz Socha)

Zakład Sterowania i Dynamiki Układów (prof. Roman Bogacz)

Pracownia Pojazdów i Konstrukcji Aktywnych (prof. Roman Bogacz)
Pracownia Dynamiki Kontaktów Toczonego (doc. Czesław Bajer)
Zespół Aeroelastyczności (prof. Miron Nowak)
Zespół Systemów Inteligentnych (prof. Adam Borkowski)

Zakład Ultradźwięków (prof. Andrzej Nowicki)

Pracownia Introskopii Ultradźwiękowej (dr Jerzy Etienne)
Pracownia Metod Dopplerowskich (doc. Grażyna Łypacewicz)
Pracownia Angiografii Ultradźwiękowej (prof. Tadeusz Powalowski)
Pracownia Mikroskopii Akustycznej (dr Jerzy Litniewski)

Zakład Akustyki Fizycznej (doc. Feliks Rejmund)

Pracownia Struktur Materiałowych (doc. Feliks Rejmund)
Pracownia Akustoelektroniki (dr Mikołaj Aleksiejuk)
Pracownia Analizy Sygnału Emisji Akustycznej (doc. Zbigniew Ranachowski)
Zespół do Analizy i Syntezy Mowy (doc. Ryszard Gubrynowicz)

Zakład Teorii Ośrodków Ciągłych (doc. Marek Matczyński)

Pracownia Teorii Defektów Strukturalnych (doc. Marek Matczyński)
Pracownia Ultradźwiękowych Badań Materiałów (prof. Julian Deputat)
Pracownia Mechaniki Analitycznej i Teorii Pola (prof. Jan J. Sławianowski)

Zakład Problemów Eko-Budownictwa (prof. W. Dzieniszewski)

Pracownia Optymalizacji w Budownictwie (prof. Wojciech Marks)
Pracownia Modelowania Struktur i Środowiska (prof. Elżbieta Kossecka)
Pracownia Akustyki Środowiska (doc. Mirosław Meissner)
Zespół Energetyki Słonecznej (prof. Wojciech Dzieniszewski)

oraz:

Studia Doktoranckie (prof. Wojciech Marks)

Biblioteka (dr Bogusława Lewandowska)

Dział Wydawnictw (mgr Zofia Krawczyk)

Laboratorium Komputerowe (dr Jerzy Supel)

Centra Doskonałości:

Nowoczesne Materiały i Konstrukcje (prof. Zenon Mróz)

Systemy Ciśnieniowe o Ekstremalnych Warunkach Pracy (prof. Lech Dietrich)

Modelowanie i Diagnostyka w Biomedycynie Stosowanej (prof. Józef J. Telega)

Laserowe Przetwarzanie i Zaawansowane Badania Materiałów (prof. Lech Dietrich)

Krajowy Punkt Kontaktowy

Rada Naukowa

(90 członków, w tym 9 spoza IPPT):

Przewodniczący: prof. Andrzej M. Brandt

Zastępcy: prof. Adam Borkowski, prof. Julian Deputat, prof. Lech Dietrich

Dyrekcja:

Dyrektor: prof. Michał Kleiber; (p. o. prof. Wojciech K. Nowacki)

Z-ca ds. naukowych: prof. Wojciech K. Nowacki, prof. Andrzej Nowicki

Z-ca ds. ogólnych: prof. Józef Miastkowski

Z-ca ds. administracyjnych mgr Andrzej Krawczyk

Co się jeszcze wydarzy, będziemy notować, i ... pokażemy po następnych dziesięciu latach

**SPIS
WYDAWNICTW KSIĄŻKOWYCH
WSPÓŁPRACOWNIKÓW IPPT
1953-2002**



W poniższym spisie zestawione są publikacje książkowe, których autorami, współautorami lub redaktorami naukowymi byli współpracownicy Instytutu. Uwzględnione są w zasadzie książki wydane w okresie działalności autorów w IPPT. Zestawiono je alfabetycznie według nazwiska pierwszego ze współautorów z IPPT. Jeśli pierwszy ze współautorów nie pochodzi z IPPT, pozycja ta oznaczona jest gwiazdką (*).

Zestawienie składa się z części „**Monografie i podręczniki**” oraz części „**Pod redakcją**” (prace konferencyjne, prace zbiorowe). Nie są wymienione „Raporty” (np. Prace IPPT) i „Zeszyty Naukowe”.

Wydania obcojęzyczne książek uprzednio opublikowanych po polsku podane są zwykle łącznie z oryginałem, nawet jeśli (co z reguły ma miejsce) są to wersje rozszerzone.

Za nieuniknione przeoczenia z góry Autorów prac pominiętych przepraszamy.

MONOGRAFIE I PODRĘCZNIKI

Babut R., Brandt A.M., Kasperkiewicz J., Marks M., Wybrane zagadnienia z mechaniki kompozytów, Wyd. Pol. Biał., Białystok 1982.

Bibrowski Z. i inni, Energochłonność skumulowana, PWN, Warszawa 1983.

Blinowski A., Mechanika ciał sprężystych i plastycznych, T. I, Wyd. Pol. Biał., Białystok 1989.

Blinowski A., König J.A., Gambin W., Mechanika ciał sprężystych i plastycznych, T. II, Wyd. Pol. Biał., Białystok 1990.

Bochenek K., Analiza pól elektromagnetycznych w ośrodkach żyotropowych (feryt i plazma), PWN, Warszawa 1961.

Bochenek K., Metody analizy pól elektromagnetycznych, IPPT - PWN, Warszawa 1961.

Bochenek K., O nieciągłych problemach własnych związanych z falami powierzchniowymi, BKDKN, Warszawa 1963.

Bochenek K. i inni, Zagadnienia magnetogazodynamiki, cz. I, Ossolineum, Wrocław 1963.

Bojarski W., Wprowadzenie do oceny niezawodności działania układów technicznych, PWN, Warszawa 1967.

Bojarski W. i inni, Podstawowe problemy współczesnej techniki - energetyka, PWN, Warszawa 1983.

Bojarski W., Podstawy analizy i inżynierii systemów, PWN, Warszawa 1984.

Bojarski W. i inni, Polityka energetyczna Polski i zarys programu do roku 2010, Wyd. Min. Przem. Handlu – IPPT, Warszawa 1992; wyd. ang. -1992; 2-gie wyd. -1993.

*Čiras A. A., Borkauskas A. E. (Borkowski A.), Karkauskas R.P., Teoria i metody optymalizacji konstrukcji sprężysto- plastycznych, Stroiizdat, Leningrad 1974.

Borkowski A., Statyczna analiza układów prętowych w zakresach sprężystym i plastycznym, IPPT - PWN, Warszawa 1985.

- Borkowski A., Analysis of Skeletal Structural Systems in the Elastic and Elastic-Plastic Range, PWN - Elsevier, Warszawa - Amsterdam 1988.
- Borkowski A., Jendo S., Reitman M. I., Mathematical Programming; Structural Optimization, Vol.2, Plenum Press, N.York - London 1990.
- Brandt A. M., Les deformations du béton d'après la mesure de six composantes, Eyrolles, Paris 1967.
- Brandt A. M., Odształcalność betonu w świetle pomiarów sześciu składowych stanu odształcenia, Arkady, Warszawa 1968.
- Brandt A.M. i inni, Metody pomiarów odształceń i naprężeń w materiałach i konstrukcjach budowlanych, Ossolineum, Wrocław 1971.
- Brandt A.M. i inni, Własności mechaniczne i struktura kompozytów betonopodobnych, Ossolineum, Wrocław 1974.
- Brandt A.M., Metody pomiarów i analizy odształceń wewnętrznych w elementach konstrukcyjnych, IPPT - PWN, Warszawa 1978.
- Brandt A.M., Czarnecki L., Kajfasz S., Kasperkiewicz J., Podstawy stosowania kompozytów betonowych, COIB, Warszawa 1983.
- Brandt A.M., Cement- Based Composites: Materials, Mechanical Properties and Performance, E&FN Spon, London 1995.
- *Absi E., Brandt A.M., Analiza i badania płyt żelbetonowych w stanie zarysowania, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT-PWN, Warszawa 1974.
- Brzoska Z., Statyka i Stateczność Konstrukcji, PWN, Warszawa 1961.
- Chwieduk D., Słoneczne i gruntowe systemy grzewcze, Zagadnienia symulacji funkcjonowania i wydajności cieplnej, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1994.
- Deputat J., i inni, Internal Friction in Materials, Ossolineum, Wrocław 1968.
- Deputat J., Badania ultradźwiękowe. Podstawy, Wyd. Inst. Metalurgii Żelaza, Gliwice 1979.
- Deputat J., Nieniszczące metody badania właściwości materiałów, Gamma, Warszawa 1987.
- Derski W., Ziemia S., Analiza modeli reologicznych, IPPT - PWN, Warszawa 1968.
- Derski W., Zarys mechaniki ośrodków ciągłych, IPPT - PWN, Warszawa 1975.
- Derski W., Izbicki R., Kisiel I., Mróz Z., Mechanika skał i gruntów w serii: Mechanika Techniczna T.7, PWN, Warszawa 1982; wyd. angielskie: Rock and Soil Mechanics, PWN - Elsevier - Warszawa - Amsterdam 1988.
- Dietrich L., Miastkowski J., Szczepiński W., Nośność graniczna elementów konstrukcji, PWN, Warszawa 1970.
- Doroszkiewicz R.S., Elastooptyka. Stan i rozwój polaryzacyjno-optycznych metod doświadczalnej analizy naprężeń, IPPT - PWN, Warszawa 1975.

- Drescher A., Metody obliczeń parć i przepływu materiałów ziarnistych w zbiornikach, PWN, Warszawa 1983.
- Dziesięszewski W., Stany termiczne ustrojów o wielokomórkowych strukturach w procesach przewodzenia ciepła, IPPT, Warszawa 1994.
- Dziesięszewski W., Faryniak L., Modelowanie matematyczne procesów przepływowych powietrza przez obudowę w obszarach budynków, Wyd. Pol. Rz., Rzeszów 1999.
- Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., Defektoskopia ultradźwiękowa, SIMP, Warszawa 1957.
- Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., Ultradźwiękowe metody badania materiałów, WNT Warszawa 1959; wyd.II - WNT, Warszawa 1963.
- Filipczyński L., Wytwarzanie i odbiór fal ultradźwiękowych za pomocą przetwornika kwarcowego o cięciu X, PWN, Warszawa 1960.
- Filipczyński L., Pawłowski Z., Wehr J., Ultrasonic Methods of Testing Material, Butterworth, London 1966.
- Filipczyński L., Herczyński R., Nowicki A., Powałowski T., Przepływy krwi: hemodynamika i ultradźwiękowe dopplerowskie metody pomiarowe, PWN, Warszawa 1980.
- Frąckiewicz H., Mechanika ośrodków siatkowych, IPPT - PWN, Warszawa 1970.
- Frąckiewicz H., Legat A., Geometryczna zmienność powłok siatkowych, IPPT - PWN, Warszawa 1982.
- Fryze S., Wybrane zagadnienia teoretycznych podstaw elektrotechniki, IPPT - PWN, Warszawa 1966.
- Gambin W., Plasticity and Textures, Kluwer, London - Dordrecht 2001.
- *Golde W., Norek C., Paszkowski S., Zarys teorii aproksymacji i jej zastosowań w elektrotechnice, IPPT - PWN, Warszawa 1958.
- Groszkowski J., Technologia wysokiej próżni, PWT, Warszawa 1953, 1955; wyd. rosyjskie: Moskwa 1957.
- Groszkowski J., Wytwarzanie drgań elektrycznych, PWT, Warszawa 1958.
- Groszkowski J., Frequency of Self-Oscillations, Pergamon - PWN, Oxford - Warszawa 1963.
- Grzenkowicz I., Wskaźniki, IPPT - PWN, Warszawa 1956.
- Gutkowski W., Regularne konstrukcje prętowe, IPPT - PWN, Warszawa 1973.
- Gutkowski W., Nowacki W., Woźniak Cz., Dźwigary powierzchniowe, Ossolineum, Wrocław 1975.
- Gutkowski W. i inni, Obliczenia statyczne przekryć strukturalnych, Arkady, Warszawa 1980.
- Gutkowski W. i inni, Statische Berechnung der Raumstabwerke, Werner-Verlag, Berlin 1985.
- Holnicki-Szulc J., Dystorsje w układach konstrukcyjnych: analiza, sterowanie, modelowanie, PWN, Warszawa 1990.

- Holnicki-Szulc J., *Virtual Distortion Methods, Lecture Notes in Engineering*, Springer, Wien-N.York 1991.
- Holnicki-Szulc J., Gierliński J., *Structural Analysis. Design and Control by the Virtual Distortion Method*, Wiley & Sons, Chichester 1995.
- Ignaczak J., *Termosprężystość ze skończonymi prędkościami falowymi*, Ossolineum, Wrocław 1989.
- Imiołczyk J., *Prawdopodobieństwo subiektywne wyrazów. Podstawowy słownik frekwencyjny języka polskiego*, IPPT - PWN, Warszawa 1987.
- Janas M., *Nośność graniczna łuków i sklepień*, Arkady, Warszawa 1967.
- Janas M., König J.A., *Nośność graniczna powłok: przekrycia i zbiorniki*, Arkady, Warszawa 1968.
- Jassem W., *Fonetyka języka angielskiego*, PWN, Warszawa 1954.
- Jassem W., *Podstawy fonetyki akustycznej*, PWN, Warszawa 1973.
- Jassem W., *Mowa a nauka o łączności*, PWN, Warszawa 1974.
- Jassem W., Gembiał D., *Subiektywne prawdopodobieństwo wyrazów polskich*, IPPT - PWN, Warszawa 1980.
- Jassem W., *Wizualizacja mowy i jej zastosowanie*, IPPT PAN, Warszawa 1987.
- Jaworski J., *Termografia budynków*, Dolnośląskie Wyd. Edukacyjne, Wrocław 2000.
- Kacner A., *Pręty i płyty o zmiennej sztywności*, IPPT – PWN, Warszawa 1969.
- Kacprowski J., *Zarys elektroakustyki*, Wyd. Komunikacyjne, wyd.I – Warszawa 1956, wyd.II – Warszawa 1960.
- Kacprowski J., *Czwórnikowa teoria biernych linearnych przetworników elektromechanicznych*, PWN, Warszawa 1958.
- Kaczmarek J., *Principles of Machining by Cutting, Abrasion and Erosion*, P. Peregrinus Ltd, Stevenage 1976.
- Kaliski S., *Pewne problemy brzegowe dynamicznej teorii sprężystości i teorii ciał niesprężystych*, WAT, Warszawa 1957.
- Kaliski S., *Wstęp do rachunku tensorowego oraz zastosowania w kontinualnej teorii pola*, WAT, Warszawa 1964.
- Kaliski S., Nowacki W., *Problems of Thermoelasticity*, Ossolineum, Wrocław 1967.
- Kasperkiewicz J., *Dyfuzja wilgoci i deformacje skurczowe w betonie*, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT-PWN, Warszawa 1972.
- Kieś P., *Dobór parametrów binarnego algorytmu genetycznego metodą off-line*; INB - ZTUREK, Warszawa 2000.

- Klamka J., Diody germanowe i krzemowe, PWT - Warszawa 1960.
- Klamka J., Półprzewodnikowe diody o zmiennej pojemności, Warszawa 1964.
- Kleiber M., Metoda elementów skończonych w nieliniowej mechanice kontinuum, IPPT - PWN, Warszawa 1985.
- Kleiber M., Numeryczna analiza statycznych i dynamicznych zagadnień stateczności konstrukcji, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1987.
- *Szuniewicz R., Kleiber M., Komputer osobisty typu IBM PC: możliwości zastosowań profesjonalnych, PWN, Warszawa 1988.
- Kleiber M., Incremental Finite Element Modelling in Nonlinear Mechanics, Ellis Horwood, Chichester 1989.
- Kleiber M., Wprowadzenie do metody elementów skończonych, PWN, Warszawa 1989.
- Kleiber M., Woźniak Cz., Nonlinear Mechanics of Structures, PWN - Kluwer, Warszawa - Dordrecht 1991.
- Kleiber M., Finite Elements in Structural Mechanics, Ellis Horwood, Chichester 1992.
- Kleiber M., Hien T. D., The Stochastic Finite Element Method, Wiley & Sons, Chichester 1992.
- Kleiber M., Breitkopf P., Finite Element Methods in Mechanics with Pascal Programs, PWN - Ellis Horwood, Warszawa - N.York 1993.
- Kleiber M., Hisada T., Design-Sensitivity Analysis, Technology Publ., Atlanta 1993.
- Kleiber M., Antunez H., Hien T.D., Kowalczyk P., Parameter Sensitivity in Nonlinear Mechanics, Wiley & Sons, Chichester 1997.
- Kołtoński W., Zarys teorii przenoszenia i odtwarzania dźwięków przestrzennych, PWN, Warszawa 1958.
- König J.A., Shakedown of Elastic-Plastic Structures, PWN – Elsevier, Warszawa – Amsterdam 1987.
- Kosiński W., Wstęp do teorii osobliwości pola i analizy fal, PWN, Warszawa 1981.
- Kosiński W., Field Singularities and Wave Analysis in Continuum Mechanics, Ellis Horwood - PWN, Chichester - Warszawa 1986.
- Kossecka E., Wybrane zagadnienia dynamiki cieplnej ścian budynków, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1998.
- Krupkowski A., Zasady termodynamiki i ich zastosowanie w metalurgii i metaloznawstwie, PWN, Warszawa 1958.
- Krzemiński J., Nowe metody obliczania łupin walcowych, BSiPTBP, Warszawa 1955.
- Krzemiński J., Podstawy teorii pękania i tworzenia mikroszczelin, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1975.
- Kubik J., Mielniczuk J., Wilczyński W., Mechanika techniczna, PWN, Warszawa 1983.

- Kubik J., Cieszek M., Kaczmarek M., Podstawy dynamiki nasyconych ośrodków porowatych, IPPT, Warszawa 2000.
- Kulikowski R., Wstęp do syntezy liniowych układów elektrycznych, IPPT - PWN, Warszawa 1957.
- Kuźma E., Termistory: parametry i charakterystyka, IPPT - PWN, Warszawa 1964.
- Laskowski L., Systemy biernego ogrzewania słonecznego. Zagadnienia funkcjonowania i efektywności energetycznej, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1993.
- Lenkowski J., Teoria wąskopasmowych filtrów wielkiej częstotliwości, IPPT - PWN, Warszawa 1959.
- Leszczyńska-Sydor M., Dynamiczna izolacja cieplna przegród budowlanych, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1994.
- Łunc M., Szaniawski A., Zarys mechaniki ogólnej, PWN, Warszawa 1959.
- Łunc M., Wprowadzenie do gazodynamiki molekularnej, PWN, Warszawa 1968.
- Malecki I., Kołtoński W., Straszewicz W., Zwalczenie hałasów w zakładach przemysłowych, PWT, Warszawa 1954.
- Malecki I., Problemy koordynacji badań naukowych, PWN, Warszawa 1960.
- Malecki I., Physical Foundations of Technical Acoustics, Pergamon Press - PWN, Oxford - Warszawa 1964.
- Malecki I., Teoria fal i układów akustycznych, IPPT-PWN, Warszawa 1964.
- Malecki I., L'efficacite des recherches scientifiques proprietes acoustiques des milieux heterogenes, Ossolineum, Wrocław 1967.
- Malecki I., Podstawy teoretyczne akustyki kwantowej, IPPT-PWN, Warszawa 1972.
- Malecki I., Akustyka współczesna i jej prezentacja kwantowa, Ossolineum, Wrocław 1975.
- Marks M., Analiza i optymalizacja kompozytów uzbrojonych dwiema rodzinami włókien, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 2000.
- Mączyński J., Mechanika płynów, PWN, Warszawa 1966.
- Meissner M., Badania odpowiedzi układów rezonansowych na pobudzenie akustyczne aerodynamiczne, IPPT, Warszawa 1998.
- * Izbicki R.J., Mróz Z., Metody nośności granicznej w mechanice gruntów i skał, IPPT - PWN, Warszawa 1976.
- Mróz Z., Drescher A., Teoria plastyczności ośrodków rozdrobnionych, Ossolineum, Wrocław 1976.
- Mróz Z., Mathematical Models of Inelastic Material Behavior, Univ. of Waterloo Ont. 1973.
- *Klisiński M., Mróz Z., Opis niesprężystych deformacji i uszkodzenia betonu, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1988.
- Muszyńska A., Vibrations nonlinéaires des arbres tournants, PWN, Warszawa 1973.

- Naleszkiewicz J., Zagadnienia stateczności sprężystej, IPPT - PWN, Warszawa 1958.
- Nieniewski M., Morfologia matematyczna w przetwarzaniu obrazów, Akademicka Oficyna Wydawnicza, Warszawa 1998.
- Nowacki W., Dąbrowski R., Silosy, metody obliczeń i konstrukcja, Bud.i Arch., Warszawa, wyd.1-1952, wyd.2-1955.
- Nowacki W., Researches on Elastic Thin Plates and Shells, Inst. Mech. Chińskiej Ak. Nauk, Pekin 1956.
- Nowacki W., Mechanika budowli, T.1, PWN, Warszawa, wyd.1 - 1957, wyd. 2 - 1964.
- Nowacki W., Mechanika budowli, T.2, PWN, Warszawa, wyd.1 - 1960, wyd.2 - 1967.
- Nowacki W., Problemy termosprężystości, PWN, Warszawa 1960; przekład rosyjski: Voprosy termouprugosti, Izd.AN ZSRR, Moskwa, izd.1 - 1962, izd.2 - 1964; przekład czeski: Problémy Termoelasticity, SNTL, Praha 1968.
- Nowacki W., Dynamika budowli, Arkady, Warszawa 1961; przekład rosyjski: Dinamika sooruzenij, Gosstrojizdat, Moskwa 1963; przekład angielski: Dynamics of Elastic Systems, Chaman & Hall, UK - Wiley & Sons, USA 1963; przekład serbsko-chorwacki: Dinamika elastičnih sistema, Gradjevinska Knjiga 1966; przekład rumuński: Dinamic sistemelor elastica, Editura Technica 1970; przekład niemiecki: Baudynamik, Springer, Wien 1974.
- Nowacki W., Thermoelasticity, PWN - Pergamon, Warszawa-Oxford 1962; wyd.2: Addison-Wesley, Mass 1962.
- Nowacki W., Teoria pełzania, Arkady, Warszawa 1963 ; przekład francuski: Theorie du fluage, Eyrolles, Paris 1965; przekład niemiecki: Theorie des Krieches - Lineare Viskoelastizität, Deuticke, Wien 1965.
- Nowacki W., Mechanika budowli, T.3, PWN, Warszawa 1966.
- Nowacki W., Dynamiczne zagadnienia termosprężystości, IPPT-PWN, Warszawa 1966; przekład angielski: Dynamic Problems of Thermoelasticity, Noordhoff-PWN, Leyden-Warszawa 1975; przekład rosyjski: Termodynamičeskie zadači termouprugosti, Mir, Moskwa 1970.
- Nowacki W., Theory of Micropolar Elasticity, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1970.
- Nowacki W., Teoria sprężystości, PWN, Warszawa 1971; przekład rosyjski: Teoria uprugosti, Mir, Moskwa 1977.
- Nowacki W., Dźwigary powierzchniowe, PWN, Warszawa 1980.
- Nowacki W., Efekty elektromagnetyczne w ciałach stałych odkształcalnych, PWN, Warszawa 1983; przekład rosyjski: Elektromagnitnyje efekty v tverdyh telach, Mir, Moskwa 1986.
- Nowacki W., New Problems in Mechanics of Continua, Univ. of Waterloo Ont. 1983.
- Nowacki W., Teoria niesymetrycznej sprężystości, PWN, Warszawa, wyd.1 - 1970, wyd.2 - 1981; przekład angielski: Theory of Asymmetric Elasticity, PWN - Pergamon, Warszawa - Oxford 1986.

- Nowacki W., Postępy teorii sprężystości, PWN, Warszawa 1986.
- Nowacki W., Olesiak Z., Termodyfuzja w ciałach stałych, PWN, Warszawa 1991.
- Nowacki W.K., Stress Waves in Non-Elastic Solids, Pergamon Press, Oxford 1978.
- Nowacki W.K., Zagadnienia falowe w teorii plastyczności, PWN, Warszawa 1974; wyd. rosyjskie: Mir, Moskwa 1978.
- Nowacki W.K., Ondes dans les Milieux Non-Elastiques, INPG, Grenoble 1978.
- Nowicki A., Echografia dopplerowska, IPPT- PWN, Warszawa 1989.
- Nowicki A., Podstawy ultrasonografii dopplerowskiej, IPPT – PWN, Warszawa 1995.
- Nowicki A., Diagnostyka ultradźwiękowa. Podstawy fizyczne ultrasonografii i badań dopplerowskich, MAKmed, Gdańsk 2000.
- Olszak W., Konstrukcje wstępnie sprężone, T.1, PWN, Warszawa 1955.
- Olszak W., Kaufman S., Eimer Cz., Bychawski Z., Teoria konstrukcji wstępnie sprężonych, T.1 i T.2, PWN, Warszawa 1961.
- Olszak W., Rychlewski J., Urbanowski W., Plasticity under Non-homogeneous Conditions, Acad. Press, New York 1962; wyd. rosyjskie: Mir, Moskwa 1964.
- Olszak W., Mróz Z., Perzyna P., Recent Trends in the Development of the Theory of Plasticity, Pergamon-PWN, Oxford-Warszawa 1963 ; wyd. rosyjskie: Mir, Moskwa 1964; wyd. czeskie: CSAV, Praha 1964.
- *Kaufman S., Olszak W., Eimer Cz., Konstrukcje sprężone, Arkady, Warszawa 1965.
- Olszak W. i inni, Teoria plastyczności, IPPT - PWN, Warszawa 1965; wyd. rumuńskie, Editura Tehnica, Bucuresti 1970.
- Olszak W., Sawczuk A., Inelastic Behaviour in Shells, Noordhoff, Groningen 1967; wyd. rosyjskie: Mir, Moskwa 1969.
- *Osiecki J., Ziemia S., Podstawy pomiarów drgań mechanicznych, IPPT - PWN, Warszawa 1968.
- Ostrowska-Maciejewska J., Wstęp do mechaniki ośrodków ciągłych z zadaniami, Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 1976.
- Ostrowska-Maciejewska J., Podstawy mechaniki ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1982.
- Ostrowska-Maciejewska J., Mechanika ciał odkształcalnych, IPPT – PWN, Warszawa 1994.
- Owczarek S., Optymalizacja kształtu budynków energooszczędnych o podstawie wieloboku, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1992.
- *Panecki M., Pelzner E., Puzewicz Z., Podstawy teorii i konstruowania linii paskowych, cz. I, IPPT – PWN, Warszawa 1968.
- Perzyna P., Termodynamiczna teoria materiałów reologicznych, Ossolineum, Wrocław 1966.

- Perzyna P., Teoria lepkoplastyczności, PWN, Warszawa 1966.
- Perzyna P., Thermodynamical Problems of Continuous Media, Ossolineum, Wrocław 1970.
- Perzyna P., Termodynamika materiałów niesprężystych, IPPT-PWN, Warszawa 1978.
- *Delcroix J.L., Pietrzyk Z.A., Nowacki P.J., Szulkin P., Zagadnienia magnetogazodynamiki, cz. II, Ossolineum, Wrocław 1963.
- Pindera J.T., Zarys elastooptyki, PWT, Warszawa 1953.
- Pindera J.T., Contemporary Methods of Photoelasticity, PWT, Warszawa 1960.
- Pindera J.T., Reologiczne własności materiałów do modelowania, WNT, Warszawa 1962.
- Płowiec R., Lepkość i sprężystość cieczy określana za pomocą ultradźwiękowych fal ścinania, IPPT-PWN, Warszawa 1990.
- Przędziecki S., Lampowe układy kształtujące, IPPT - PWN, Warszawa 1959.
- Ranachowski J. Łaś T., Effect of Structure on Electric Properties of Ceramics, PWN, Kraków 1968.
- * Opydo W., Ranachowski J., Właściwości elektryczne próżniowych układów izolacyjnych przy napięciu przemiennym, IPPT-PWN, Warszawa 1993.
- Raniecki B., Eiken J., Thermodynamics of Batch Consolidation of Suspensions, IPPT (AMAS) – Alfa Laval, Warszawa 2002.
- Roźnowski T., Ruchome źródła ciepła w termosprężystości, IPPT-PWN, Warszawa 1988; wyd. angielskie: Moving Heat Sources in Thermoelasticity, PWN – Ellis Horwood, Warszawa – Chichester 1988.
- Rychlewski J., „СЕИИНОССТТУВ” Matematyczna struktura ciał sprężystych (po rosyjsku), Izd.Inst.Mech., Moskwa 1983.
- Rychlewski J., Symetria przyczyn i skutków, PWN, Warszawa 1991.
- Rychlewski J., Wymiary i podobieństwo, PWN, Warszawa 1991.
- Rymarz Cz., Mechanika ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1993.
- Sawczuk A., Jaeger Th., Grenztragfähigkeits-Theorie der Platten, Springer, Berlin 1963.
- Sawczuk A., Nośność graniczna ram płaskich, Arkady, Warszawa 1964.
- Sawczuk A., Yield Surfaces, Univ. of Waterloo Ont. 1971.
- Sawczuk A., Janas M., König J. A., Analiza plastyczna konstrukcji, Ossolineum, Wrocław 1972.
- Sawczuk A., Wprowadzenie do mechaniki konstrukcji plastycznych, Wyd. Pol. Wr., Wrocław 1978.
- Sawczuk A., Wprowadzenie do mechaniki konstrukcji plastycznych, IPPT-PWN, Warszawa 1982.

- Sawczuk A., Izbicki R., Podstawy mechaniki ośrodków plastycznych, Wyd. Pol. Wr., Wrocław 1984.
- Sawczuk A., Mechanics and Plasticity of Structures, PWN - Ellis Horwood, Warszawa – Chichester 1989.
- Sawczuk A., Sokół-Supel J., Limit Analysis of Plates, IPPT-PWN, Warszawa 1993.
- Skowroński J.M., Multiple Nonlinear Lumped Systems, PWN, Warszawa 1969.
- Skowroński J.M., Elementy dynamiki geometrycznej, WNT, Warszawa 1972.
- Sławianowski J.J., Geometria przestrzeni fazowych, IPPT – PWN, Warszawa 1975
- Sławianowski J.J., Mechanika analityczna ciał odkształcalnych, IPPT - PWN, Warszawa 1981
- Sławianowski J.J., Geometry of Phase Spaces, PWN - Wiley & Sons, Warszawa - N.York 1991.
- Sławiński S., Automatyka, IPPT - PWN, Warszawa 1957.
- Smoliński A., Zasady wzmacniania, T.1-T.4, PWT, Warszawa 1947-1972.
- Sobczyk K., Metody dynamiki stochastycznej, PWN, Warszawa 1973.
- Sobczyk K., Fale stochastyczne, IPPT – PWN, Warszawa 1982.
- Sobczyk K., Zarys teorii prawdopodobieństwa, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1985.
- Sobczyk K., Stochastic Wave Propagation, Elsevier, Amsterdam 1985.
- Sobczyk K., Stochastic Differential Equations with Applications to Physics and Engineering, Kluwer, Dordrecht 1991.
- Sobczyk K., Spencer B.F., Random Fatigue: From Data to Theory, Academic Press, Boston 1992.
- Sobczyk K., Stochastyczne równania różniczkowe: teoria i zastosowania, PWN, Warszawa 1996.
- Sobczyk K., Spencer B.F., Stochastyczne modele zmęczenia materiałów, WNT, Warszawa 1996.
- Sobczyk K., Kirkner D.J., Stochastic Modeling of Microstructures, Birkhauser, Boston 2001.
- Sokołowski M., O teorii naprężeń momentowych w ośrodkach ze związanymi obrotami, PWN, Warszawa 1972; wyd. angielskie: Theory of Couple Stresses in Bodies with Constrained Rotations, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1972.
- * Rakowski G., Solecki R., Pręty zakrzywione: obliczenia statyczne, Arkady, Warszawa 1965.
- Solecki R., Szymkiewicz J., Układy prętowe i powierzchniowe, Arkady, Warszawa 1964.
- Staniszewski R., Dynamika rozwoju konstrukcji układów fizycznych, IPPT – PWN, Warszawa 1979.
- Szczepiński W., Teoria obróbki plastycznej metali, IPPT-PWN, Warszawa 1964.

- Szczepiński W., Wstęp do analizy procesów obróbki plastycznej, IPPT - PWN, Warszawa 1967.
- Szczepiński W., Projektowanie elementów maszyn metodą nośności granicznej, IPPT-PWN, Warszawa 1968.
- Szczepiński W., Stany graniczne i kinematyka ośrodków sypkich, PWN, Warszawa 1974.
- Szczepiński W., Mechanika plastycznego płynięcia, PWN, Warszawa 1978.
- Szczepiński W., Introduction to the Mechanics of Plastic Forming of Metals, PWN – Sijthoff and Noordhoff, Warszawa - Alphen 1979, wydanie chińskie, Pekin 1987.
- Szczepiński W., Szlagowski J., Projektowanie konstrukcji metodą granicznych pól naprężeń, IPPT-PWN, Warszawa 1985; wyd. angielskie: Plastic Design of Complex Shape Structures, Ellis Horwood - PWN, Chichester - Warszawa 1990.
- Szczepiński W., Wstęp do rachunku odchyłek wymiarowych w budowie maszyn, PWN, Warszawa 1993.
- Szczepiński W., Kotulski Z., Rachunek błędów; zastosowania inżynierskie, PWN, Warszawa 1998; wyd. angielskie: Error Analysis with Applications in Engineering, Lastran Co., N.York 2002.
- Szemplińska-Stupnicka W., Jooss G., Moon F.C., Chaotic Motions in Nonlinear Dynamical Systems, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1988.
- Szemplińska-Stupnicka W., The Behavior of Nonlinear Vibrating Systems; Vol. I - Fundamental Concepts and Methods: Application to Single-Degree-Freedom Systems; Vol. II - Advanced Concepts and Applications to Multi-Degree-of-Freedom Systems, Kluwer, Dordrecht 1990.
- Szemplińska-Stupnicka W. (współpraca: Tyrkiel E.), Chaos, bifurkacje i fraktale wokół nas. Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 2002.
- Szulkin P., Statystyczna optymalizacja systemów liniowych o wielu zmiennych, IPPT – PWN, Warszawa 1967.
- Telega J.J., Zasady ekstremalne i programowanie matematyczne w problemach plastyczności, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1975.
- *Bielski W.R., Telega J.J., Effective Properties of Geomaterials: Rock and Porous Media, Inst. Geofizyki, Warszawa 1997.
- *Lewiński T., Telega J.J., Plates, Laminates and Shells, Asymptotic Analysis and Homogenization, World Scientific, Singapore 2000.
- Trąpczyński W., Automatyzacja mechanicznego urabiania gruntów, IPPT, Warszawa 1996.
- Urbanowski W., Polska Bibliografia Mechaniki 1945-1954, IPPT – PWN, Warszawa 1960.
- Wadas R., Zjawiska rezonansowe w ferrytach, IPPT - PWN, Warszawa 1964.
- Wasiutyński Z., Betonowe mosty łukowe, PWN, Łódź 1959.
- Wasiutyński Z., O kształtowaniu układów komunikacyjnych, PWN, Warszawa 1959.

- Wasiutyński Z., O analizie efektów użytkowych w technice, PWN, Warszawa 1962.
- Wasiutyński Z., Zagrodzki S., Marks W., Mosty na podporach z pali betonowych, PWN, Warszawa 1963.
- Wasiutyński Z., O analizie efektów użytkowych i nakładów w mostownictwie, PWN, Warszawa 1964.
- Wasiutyński Z., Mosty betonowe, cz. I, T. XIV „Budownictwo betonowe”, Arkady, Warszawa 1967.
- Wasiutyński Z., Architektura mostów, PWN, Warszawa 1971.
- Wasiutyński Z. i inni, Mosty betonowe, cz. II, T. XIV „Budownictwo betonowe”, Arkady, Warszawa 1973.
- Wasiutyński Z., Pisma, T.1, red. A.M. Brandt, PWN, Warszawa 1977.
- Wasiutyński Z., Pisma, T.2, red. W. Dzieniszewski, PWN, Warszawa 1978.
- Wasiutyński Z., Pisma, T.3, red. W. Gasparski, PWN, Warszawa 1981.
- Wasiutyński Z., Pisma, T.4, red. Z. Bzymek, PWN, Warszawa 1985.
- Wehr J., Pomiary prędkości i tłumienia fal ultradźwiękowych, PWN, Warszawa 1972.
- Wesołowski Z., Woźniak Cz., Podstawy nieliniowej teorii sprężystości, IPPT – PWN, Warszawa 1970.
- Wesołowski Z., Wprowadzenie do nieliniowej teorii sprężystości, Wyd. Pol. Poz., Poznań 1972.
- Wesołowski Z., Dynamiczne problemy nieliniowej teorii sprężystości, PWN, Warszawa 1974; wyd. rosyjskie: Naukova Dumka, Kiev 1981.
- Wesołowski Z., Akustyka ciała sprężystego, IPPT - PWN, Warszawa 1989.
- Wierzbiński T., Obliczanie konstrukcji przy obciążeniach dynamicznych, Arkady, Warszawa 1980.
- Wilmański, K., Podstawy fenomenologicznej termodynamiki ośrodków ciągłych, PWN, Warszawa 1974.
- Wiśniewski F., Odbiorniki, IPPT – PWN, Warszawa 1956.
- Wolna M., Materiały elastoptyczne, IPPT – PWN, Warszawa 1993.
- Woźniak Cz., Kleiber M., Nieliniowa mechanika konstrukcji, IPPT – PWN, Warszawa 1982.
- Woźniak Cz., Więzy w mechanice ciał odkształcalnych, Ossolineum, Wrocław 1988.
- Zahorski S., Mechanika przepływów cieczy lepkosprężystych, PWN, Warszawa 1978; wyd. angielskie: Mechanics of Viscoelastic Fluids, PWN – Nijhoff, Warszawa - Hague 1982.
- Ziabicki A., Fizyka procesów formowania włókien, WNT, Warszawa 1970.

Ziabicki A., Fundamentals of Fibre Formation, Wiley & Sons, London 1976; wyd. rosyjskie: Chimija, Moskwa 1979; wyd. chińskie, Shanghai 1983.

Ziemia S., Vibration Analysis, Vol.1, 2, 3, PWN, Warszawa 1957, 1959, 1970.

Ziemia S., Wybrane problemy trybologii, PWN, Warszawa 1990.

* Solski P., Ziemia S., Zużycie elementów maszyn spowodowane tarciem, IPPT – PWN, Warszawa 1969.

* Babul W., Ziemia S., Materiały wybuchowe w technologicznych procesach obróbki tworzyw, IPPT – PWN, Warszawa 1972.

Żórawski M., Théorie mathématique des dislocations, Dunod, Paris 1967.

POD REDAKCJA

Basista M., Nowacki W.K. (eds.), Modeling of Damage and Fracture Processes in Engineering Materials, IPPT, Warszawa 1999.

Bochenek K. (red.), Rozchodzenie się bardzo długich fal, Ossolineum, Wrocław 1966.

Bogacz R., Mahrenholtz O. (eds.), Dynamical Stability of Inelastic Structures, Techn. Univ. Hamburg-Harburg 1984.

Bogacz R., Popp K. (eds.), Dynamical Problems in Mechanical Systems, IPPT, Warszawa 1989.

Bogacz R., Lueckel J., Popp K. (eds.), Dynamical Problems in Mechanical Systems, IPPT, Warszawa 1991.

Bogacz R., Popp K. (eds.), Dynamical Problems in Mechanical Systems, IPPT, Warszawa 1993.

Bogacz R., Ostermayer G.P., Popp K. (eds.), Dynamical Problems in Mechanical Systems, IPPT, Warszawa 1995.

Bogacz R., Bobrowski L. (red.), Symulacja w badaniach i rozwoju, Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 1997.

* Besdo D., Bogacz R. (eds.), Dynamics of Continua, Shaker Verlag, Aachen 1998.

Bogacz R., Kołodziński Z. (eds.) Simulation in Research and Development, Wyd. Pol. Biał., Białystok 1998.

Bogacz R., Tylikowski A. (red.), Symulacja w badaniach i rozwoju, Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 1999.

* Bobrowski L., Bogacz R. (red.), Symulacja w badaniach i rozwoju, Wyd. Pol. Biał., Białystok 2000.

Bogacz R., Kołodziński Z., Strzyżakowski Z. (red.), Symulacja w badaniach i rozwoju, Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 2001.

- Bojarski W. (red.), Metody modelowania i optymalizacji systemów energetycznych w warunkach niepewności, Ossolineum, Wrocław 1981.
- Bojarski W. (red.), Racjonalizacja użytkowania paliw i energii w przemyśle, cz. I, Ossolineum, Wrocław 1978, cz. II, SEP, Warszawa 1978.
- Bojarski W. (red.), Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, Ossolineum, Wrocław 1982.
- Borkowski A. (red.), Metody obliczeniowe w mechanice nieliniowej, Ossolineum, Wrocław 1977.
- Borkowski A. (ed.), Duality and Complementarity in Mechanics of Solids, Ossolineum, Wrocław 1979.
- Borkowski A. (ed.), Artificial Intelligence in Structural Engineering, WNT, Warszawa 1999.
- Brandt A.M (red.), Kryteria i metody optymalizacji konstrukcji, PWN, Warszawa 1977; wyd. angielskie: Criteria and Methods of Structural Optimization of Structures, PWN - Nijhoff, Warszawa - Hague 1984.
- Brandt A.M (red.), Podstawy optymalizacji elementów konstrukcji budowlanych, PWN, Warszawa 1978; wyd. angielskie: Foundations of Optimum Design in Civil Engineering, Warszawa: PWN - Nijhoff, Warszawa - Hague 1989.
- Brandt A.M. (red.), Metody optymalizacji materiałów kompozytowych o matrycach cementowych, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1994.
- Brandt A.M., Marshall I.H. (eds.), Brittle Matrix Composites, IPPT - Elsevier, Warszawa - London, Vol. 1 -1985, Vol2 -1988, Vol. 3 -1991.
- Brandt A.M., Li V.C., Marshall I.H. (eds.), Brittle Matrix Composites, IPPT – Woodhead, Warszawa - Cambridge, Vol. 4 -1994, Vol. 5 - 1997, Vol. 6 - 2000.
- Brandt A.M. (ed.), Optimization Methods for Material Design of Cement-Based Composites, E& FN Spon, London 1998.
- Chmielewski L., Kosiński W. (eds.), Lectures Notes on Computer Vision and Artificial Intelligence, Ossolineum, Wrocław 1990.
- Czarnota-Bojarski R., Sokółowski M., Zorski H. (eds.), Trends in Elasticity, Witold Nowacki Anniversary Volume, Wolters-Noordhoff, Groningen 1971.
- Drescher A. (red.), Problemy fizyko-chemii i dynamiki gruntów, Ossolineum, Wrocław 1973.
- Drescher A. (red.), Oddziaływanie konstrukcji z podłożem, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Dziesięszewski W., Marks W. (red.), Metody optymalizacji ustrojów odkształcalnych. cz. I. Ossolineum, Wrocław 1968.
- Dziesięszewski W, Jendo, S., Marks W. (red.), Optymalizacja wytrzymałościowa konstrukcji, Ossolineum, Wrocław 1983.

- Eimer Cz., Pietrzykowski J. (red.), Teoria ośrodków wielofazowych, Ossolineum, Wrocław, cz.I - 1974, cz.II - 1976.
- Filipczyński L. (ed.), Proc.of the Conference on Acoustics of Solid Media, PWN, Warszawa 1966.
- Filipczyński L. (ed.), Ultrasonic in Biology and Medicine, IPPT, Warszawa 1972.
- Filipczyński L., Roszkowski I. (red.), Diagnostyka ultradźwiękowa w położnictwie i chorobach kobiecych, PZWL, Warszawa 1977.
- Filipczyński L. (ed.), Proc. 2nd Congress of the Federation of Acoustical Societies of Europe FASE - 78, Warszawa 1978.
- Filipczyński L., Torbicz W (red.), Problemy biocybernetyki i inżynierii biomedycznej, T.2, Biopomiary, WKiŁ, Warszawa 1990.
- Filipczyński L. (ed.), Application of Ultrasound in Biomeasurements, in Diagnosis and Therapy, Int.Center of Biocybernetics, Warszawa 1992.
- Fiszdon W. i inni (eds.), Fluid Dynamics Transactions, T. I - T. XIV, wydawane periodycznie w latach 1964 - 1989 przez IPPT - PWN, Warszawa.
- *Cohen E. G., Fiszdon W. (eds.), Fundamental Problems in Statistical Mechanics, 4 th. Int. Summer School, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Fiszdon W. (ed.), Rarefied Gas Flows: Theory and Experiment, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1981.
- Fiszdon W., Wilmański K.(eds.), Mathematical Models and Methods in Mechanics, Banach Center - PWN, Warszawa 1985.
- Frąckiewicz H. (red.), Węzły i połączenia konstrukcyjne: projektowanie metodą nośności granicznej, WNT, Warszawa 1985.
- *Gawin D., Kossecka E. (red.), Typowy rok meteorologiczny do symulacji wymiany ciepła i masy w budynkach, Wyd. Pol. Łódzkiej, Łódź 2002.
- Gutkowski W., Niemirowski J.W. (red.), Mechanika ciała stałego (po rosyjsku), IPPT - PWN, Warszawa 1978.
- Gutkowski W. (red.), Komputer w mechanice budowli, IPPT - PWN, Warszawa 1978.
- Gutkowski W. (red.), Komputer w mechanice nieliniowej i optymalizacji, IPPT - PWN, Warszawa 1980.
- Gutkowski W. (red.), Metoda elementów skończonych w teorii konstrukcji, IPPT - PWN, Warszawa 1980.
- Gutkowski W. (red.), Metody numeryczne w mechanice, IPPT - PWN, Warszawa 1981.
- Gutkowski W., Bauer J. (eds.), Discrete Structural Optimization, Springer, Berlin 1994.
- Gutkowski W. (eds.), Discrete Structural Optimization, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1997.

- Gutkowski W., Mróz Z. (eds.), Second World Congress of Structural and Multidisciplinary Optimization. Proceedings, Zakopane 1997, IPPT, Warszawa 1997.
- Herczyński R., Pieńkowska I. (red.), Teorie statystyczne w ciałach stałych, cieczach i gazach, Ossolineum, Wrocław 1974.
- Holnicki-Szulc J., Rodellar J. (eds.) Smart Structures, Kluwer - NATO Science Series, Dordrecht 1999.
- Holnicki-Szulc J. (ed.) Structural Control and Health Monitoring, IPPT (AMAS), Warszawa, 2001.
- Ignaczak J. (ed.), Termomechanika ciał sprężystych, Ossolineum, Wrocław 1978.
- Jassem W. (ed.), Speech Analysis and Synthesis, PWN, Warszawa Vol.1 -1968, Vol.2 -1970, Vol.3 -1973, Vol.4 -1976, Vol.5 -1981.
- Kacprowski J. (red.), Akustyka mowy i diagnostyka akustyczna, IPPT-PWN, Warszawa 1981.
- Kajfasz S., Kwieciński M., Mackiewicz A. (eds.), Planning and Design Tall Buildings. Regional Conf. (Warszawa 1972), Wyd. Pol. Warsz., Warszawa 1972.
- Kajfasz S. (ed.), Technical Contributions to the VII Congress of the FIP (N.York 1974), ITB, Warszawa 1974.
- Kaliski S., Drgania i fale (red.), cz.I Drgania układów dyskretnych, WAT, Warszawa 1964, cz. II Dynamika układów ciągłych, WAT, Warszawa 1965, cz. III dynamiczne problemy teorii sprężystości i plastyczności, WAT, Warszawa 1964.
- Kaliski S. (red.), Drgania i fale w ciałach stałych, PWN, Warszawa 1966.
- Kasperkiewicz J. (red.), Mechanika kompozytów betonopodobnych, Ossolineum, Wrocław 1983.
- Kasperkiewicz J. (red.), Struktura a właściwości betonu i kompozytów betonopodobnych. Stan wiedzy w Polsce, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT-PWN, Warszawa 1989.
- Kleiber M., König J.A.(eds.), Inelastic Solids and Structures, Antoni Sawczuk Memorial Volume, Peneridge Press, Swansea 1990.
- Kleiber M. (ed.), Artificial Intelligence in Computational Engineering, Ellis Horwood, N.York 1990.
- *Onate E., Suarez B., Owen DRJ., Kleiber M. (eds.), Computer Aided Training in Science and Technology, (Conf. Barcelona 1990), Peneridge Press, Swansea 1990.
- *Akiyama M., Kleiber M. (ed.), Advanced Computing in Engineering, Proceedings of the Japan - Central Europe Joint Workshop Pułtusk 1994, IPPT, Warszawa 1994.
- Kleiber M. (red.), Komputerowe metody mechaniki ciał stałych, PWN, Warszawa 1995.
- Kleiber M. (ed.), Handbook of Computational Solid Mechanics, Springer, Berlin 1998.
- *Ambrósio J.A.C., Kleiber M. (ed.), Computational Aspect of Nonlinear Structural Systems with Large Rigid Body Motion, NATO Sc. Affairs Div., IOS Press, Amsterdam 2001.

- Kosiński W. (red.), Zagadnienia początkowo – brzegowe dla ośrodków dyssypatywnych, Ossolineum, Wrocław 1979.
- Kosiński W. i inni (eds.), Selected Problems of Modern Continuum Theory, (IV-th Polish - Italian Meeting, 1987), Pitagora Editrice, Bologna 1987.
- Kosiński W., Murdoch A.I. (eds.), Modelling Macroscopic Phenomena at Liquid Boundaries, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1991.
- Kosiński W. i inni (eds.), Thermodynamics and Kinetic Theory, (V-th Polish-Italian Meeting, 1990), World Scientific, Singapore 1992.
- Kosiński W., de Boer R., Gross D. (eds.), Problems of Environmental and Damage Mechanics, (SolMec Mierki'96), IPPT, Warszawa 1996.
- Kowalski S.J. (red.), Procesy suszenia w ujęciu termomechanicznym, IPPT, Warszawa 1996.
- Krzemiński J. (red.), Mechanika zniszczenia. Teoria i zastosowania, (Jabłonna 1974), Ossolineum, Wrocław 1976.
- Kubik J. (red.), Porowate spieki żelaza, IPPT, Warszawa 1986.
- Malecki I., Filipczyński L. (red.), Technika utrwalania i odtwarzania dźwięku, PWT, Warszawa 1953.
- Malecki I., Ranachowski J. (red.) Emisja akustyczna źródła, metody, zastosowania, IPPT-Pascal, Warszawa 1994.
- Marks W., Owczarek S. (red.), Zagadnienia mechaniki materiałów i konstrukcji kompozytowych, Prace Pol. Lub., Lublin 1986.
- Marks W., Owczarek S. (red.), Optymalizacja wielokryterialna budynków energooszczędnych, Studia z Zakresu Inżynierii, IPPT, Warszawa 1999.
- Marks W. (red.), Optymalizacja w fizyce budowli, Studia z Zakresu Fizyki Budowli, Wyd. Pol. Łódź., Łódź 2001.
- Mróz Z., Weichert D., Dorosz S. (eds.), Inelastic Behaviour of Structures under Cyclic Loading, (Euromech 1992), Kluwer, Dordrecht 1995.
- * Macha E., Mróz Z. (eds.), Proc. 5th Int. Conf. On Biaxial / Multiaxial Fatigue and Fracture, Cracow 1997, Wyd. Pol. Op., Opole 1997.
- *Jakowluk A., Mróz Z. (eds.), Proc. 6th Int. Symp. Creep and Couple Processes, Wyd. Pol. Biał., Białystok 1998.
- Mróz Z., Sadowski T. (eds.), Problems of Fracture and Cutting of Materials, Wyd. Pol. Lub., Lublin 1998.
- Muszyńska A. (red.), Dynamika maszyn, Ossolineum, Wrocław 1974.
- Muszyńska A., Radziszewski B. (red.), Stateczność i wrażliwość układów mechanicznych, Ossolineum, Wrocław 1978.

- Nowacki W., Olszak W. (eds.), *Micropolar Elasticity*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1974.
- Nowacki W., Sneddon I.N. (eds.), *Thermomechanics in Solids*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1978.
- Nowacki W.K. (ed.), *Progress in Thermoelasticity*, VIII th European Mechanics Colloquium, Warszawa 1967, PWN, Warszawa 1967.
- Nowacki W.K. (red.), *Wybrane zagadnienia teorii sprężystości i termosprężystości*, Ossolineum, Wrocław 1970.
- Nowacki W.K. (ed.), *Problèmes de la rhéologie*, Symp. Franco-Polonais, Varsovie 1971, PWN, Warszawa 1973.
- Nowacki W.K. (ed.), *Problèmes de rhéologie et de mécanique des sols*, Symp. Franco-Polonais, Nice 1974, PWN, Warszawa 1977.
- Nowacki W.K.(ed.), *Problèmes nonlinéaires de mécanique*, Symp. Franco-polonais, Cracovie 1977, PWN, Warszawa 1980.
- Nowacki W.K (red.), *Podstawy termomechaniki materiałów z pamięcią kształtu*, IPPT, Warszawa 1996.
- Nowacki W.K., Klepaczko J.R. (eds.), *New Experimental Methods in Material Dynamic and Impact*, IPPT, Warszawa 2001.
- Nowicki A., Karłowicz P. (red.), *Dopplerowskie badania naczyń, wybrane zagadnienia*, Domino, Warszawa, 2001.
- Olszak W. (ed.), *Non-Homogeneity in Elasticity and Plasticity*, Proc. of IUTAM Symposium, Warszawa 1958, Pergamon Press - PWN, London - Warszawa 1959.
- Olszak W., Sawczuk A. (red.), *Wprowadzenie w teorię plastyczności*, BKiDKN PAN, Warszawa 1962.
- Olszak W., Sawczuk A. (eds.) *Non-Classical Shell Problems*, Proc. IASS Symp. Warszawa 1963, North Holland - PWN, Amsterdam - Warszawa 1964.
- Olszak W., Perzyna P., Sawczuk A. (red.), *Teoria plastyczności*, IPPT - PWN, Warszawa 1965; wyd. rumuńskie: Editura Tehnica, Bucuresti 1970.
- Olszak W., Suklje L. (eds.), *Limit Analysis and Rheological Approach in Soil Mechanics*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1978.
- * Massonnet Ch., Olszak W., Philips A. (eds.), *Plasticity in Structural Engineering. Fundamentals and Applications*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1979.
- Olszak W. (ed.), *Thin Shell Theory: New Trends and Applications*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1980.
- Pawłowski Z. (ed.), *Badania nieniszczące: poradnik*, SITMP, Warszawa 1984.

- Peradzyński Z., Zawistowska E. (red.), Bifurkacja i zagadnienia matematyczne równań Naviera-Stokesa, Ossolineum, Wrocław 1983.
- Perzyna P. (red.), Zastosowania lepkoplastyczności, Ossolineum, Wrocław 1971.
- Perzyna P. (ed.), Viscoplasticity, Theory and Applications, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1971.
- Perzyna P. (ed.), Thermodynamic of an Elastic-Viscoplastic Material, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1975.
- * Lebon G., Perzyna P. (eds.), Recent Development in Thermodynamics of Solids, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1980.
- Perzyna P. (ed.), Postcritical Behaviour and Fracture of Dissipative Solids, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1988.
- Perzyna P. (ed.), Localization and Fracture Phenomena in Inelastic Solids, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1998.
- Petryk H. (ed.), Material Instabilities in Elastic and Plastic Solids, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 2000.
- Ranachowski J. (red.), Elektroceramika - własności i nowoczesne metody badań, PWN, Warszawa, T1 – 1981, T2 – 1982.
- Ranachowski J. (red.), Problemy i metody współczesnej akustyki, IPPT-PWN, Warszawa 1989.
- Ranachowski J. (red.), Problemy współczesnej akustyki, IPPT, Warszawa 1991.
- Ranachowski J. (red.), Współczesna ceramika, IPPT, Warszawa 1998.
- *Kostrow W.W., Kunin I.A., Rogula D. (red.), Teoria defektów w ciałach stałych, Ossolineum, Wrocław 1973.
- Rogula D. (ed.), Nonlocal Theory of Material Media, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1982.
- Sawczuk A. (ed.), Foundations of Plasticity, Vol.1, Noordhoff, Leyden 1973.
- Sawczuk A. (ed.), Problems of Plasticity, Vol.2, Noordhoff, Leyden 1974.
- Sawczuk A., Mróz Z. (eds.), Optimization in Structural Design, (IUTAM Symposium, Warsaw 1973), Springer, Wien 1975.
- *Mahrenholtz O., Sawczuk A. (eds.) Mechanics of Inelastic Media and Structures (Polish – German Symp., Warsaw 1978), PWN, Warszawa 1982.
- *Polizzotto C., Sawczuk A. (eds.) Inelastic Structures under Variable Loads, Proc. Euromech Coll.174, Congras, Palermo 1984.
- *Bianchi G., Sawczuk A. (eds.), Plasticity To-day: Modeling, Methods and Applications, Elsevier, London 1985.
- Sobczyk K. (red.), Wprowadzenie do drgań stochastycznych, Ossolineum, Wrocław 1973.

- Sobczyk K. (ed.), *Stochastic Approach to Fatigue: Experiments, Modeling and Reliability Estimation*, Springer, N.York-Wien 1993.
- Sokołowski M. (red.), *Sprężystość*, w serii *Mechanika Techniczna T.4*, PWN, Warszawa 1978; wyd.ang. PWN - Elsevier, Warszawa - Amsterdam 1992.
- Szczepiński W. (red.), *Metody doświadczalne w mechanice*, w serii *Mechanika Techniczna T.10*, PWN, Warszawa 1984; wyd.angielskie: *Experimental Methods in Solid Mechanics*, PWN - Elsevier, Warszawa - Amsterdam 1990.
- Szemplińska-Stupnicka W. (red.), *Współczesne zagadnienia dynamiki maszyn*, (Jabłonna 1976), Ossolineum, Wrocław 1976.
- Szemplińska-Stupnicka W. (red.), *Zagadnienia analogowej i hybrydowej symulacji układów dynamicznych*, IPPT – PWN, Warszawa 1981.
- Szemplińska-Stupnicka W., Troger H. (eds.), *Engineering Applications of Dynamics of Chaos*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1991.
- Telega J.J. (red.), *Metody analizy funkcjonalnej w plastyczności*, Ossolineum, Wrocław 1981.
- Wesołowski Z. (ed.), *Nonlinear Dynamics of Elastic Bodies*, CISM Courses & Lectures, Springer, Wien - N.York 1978.
- Woźniak Cz. (red.), *Dynamika układów sprężystych*, Ossolineum, Wrocław 1974.
- Ziabicki A., Kawai H (eds.), *High-Speed Fiber Spinning*, Interscience, New York 1985; wyd.rosyjskie, Moskwa 1988; wyd. chińskie, Beijing 1990.
- Ziamba S. (red.), *Fizyczne aspekty trwałości i niezawodności obiektów technicznych*, IPPT – PWN, Warszawa-Poznań 1976.
- Zorski H. (red.), *Podstawy nieliniowej teorii ośrodków ciągłych*, Ossolineum, Wrocław 1973.
- Zorski H. (red.), *Geometria różniczkowa i ośrodki ciągłe* (Jabłonna 1970), Ossolineum, Wrocław 1974.
- Zorski H. (red.), *Podstawy mechaniki*, *Mechanika Techniczna T.I*, PWN, Warszawa 1985; wyd. angielskie: *Foundations of Mechanics*, Elsevier, Amsterdam 1992.
- * Sih G., Zorski H. (eds.), *Defects and Fracture*, (Int.Symp.Tuczno 1980), Nijhoff, Hague 1982.

INDEKS

Odsyłacze do not biograficznych wyróżniono wyłuszczoneym drukiem

- Abramowicz Włodzimierz, 102, 117, 119
Adamczyk Eugeniusz, 160
Adamski M., 158
Aleksiejuk Mikołaj, 31, 136, 223, 257
Ambroziak Jacek R., 131
Antúnez Horacio, 119, 130, 134
Atamaniuk Barbara, 165, 166
- Babut Roman, 89, 90, 252
Baczyński Zbigniew F., 38, 39, 42, 211
Bajer Czesław, 31, 103, 123, 257
Bajkowski Józef, 101
Balandynowicz Henryk Wojciech, 178
Banach Zbigniew, 73
Banaszek Jerzy, 188
Baral Serge, 75
Baranowski Adolf, 68, 75
Bartosiewicz Adam, 158, 210
Barwicz W., 143
Basista Michał, 81, 85
Bauer Jacek, 108–111, 113
Bejda Józef, 57, 62
Biały J., 41
Bibrowski Zdzisław, 178, 179
Bielawski Grzegorz, 118, 130
Bielski Włodzimierz, 84, 121
Bieniek Maciej, 233, 234
Biernawski A., 107
Blinowski Andrzej, 41, 186
Bochenek Krystyn, 23, 161, 162, 164–167, 233, 234, 245
Bogacz Roman, 31, 34, 99, 102, 103, 105, 121, 123, 124, 233, 234, 257
Bojarski Włodzimierz, 24, 175, 178, 179, 211, 223, 233, 234, 248, 249, 251, 252
Bojczuk Dariusz, 111, 112
Bonder Julian, 26, 71, 201, 233, 234, 244, 246, 247
Borkowski Adam, 30, 31, 34, 107, 109, 113, 118–120, 129–132, 134, 186, 233, 234, 251–253, 256–258
Borodziński K., 146
Brahmer A., 165, 166
Brandt Andrzej M., 21, 24, 28, 30, 32, 34, 70, 87–91, 107, 113, 114, 132, 198, 202, 207, 213, 215, 233, 234, 249, 251, 255, 258
- Breitkopf Piotr, 131
Brokowski Andrzej, 157, 158, 160, 210
Brzeziński J., 89
Brzoska Zbigniew, 23, 27, 233, 234, 246
Brzoza A., 222
Budryk Witold, 184
Burakiewicz A., 89
Burnat Marek, 75, 187, 233, 234
Bychawski Zbigniew, 115, 120
Byszewski Wojciech, 68, 75
Bzowska Dorota, 177
- Chachulski Andrzej, 23, 24, 165, 247, 249, 251
Chmielewski Leszek, 133, 134
Chmieliński H., 143
Chwieduk Dorota, 177, 179
Ciarkowski Adam, 163
Cichocki Bogdan, 187
Cieszko Mieczysław, 82–85
Cimmelli V.A., 41
Ciszewski Bohdan, 21, 252
Cofała Janusz, 178
Cybulski Andrzej, 68, 76
Czarnecki L., 90
Czarnecki Stefan, 23, 24, 141, 184, 233, 234, 244, 245, 248, 249
Czarnota-Bojarski Roman, 48
Czechowicz M., 142
Czulak Janusz, 25, 243
- Čyras Aleksandras, 109
- Danicki Eugeniusz, 31, 164, 174, 233, 234, 251, 255, 257
Dąbrowski Marek, 104
Delcroix J.L., 166
Dems Krzysztof, 111–113
Deputat Julian, 30, 31, 34, 135, 155–158, 160, 188, 210, 233, 234, 255–258
Derski Włodzimierz, 20, 80–82, 84, 85, 233, 234, 248
Dietrich Lech, 30, 31, 51, 63, 66–70, 116, 196, 207, 218, 233, 234, 255–258
Dłużewski Paweł, 53
Dmitruk Marta, 198
Dobrzański M., 136
Doliński Krzysztof, 30, 117, 119, 127, 256
Domański Roman, 188
Dornowski Wojciech, 30, 58, 257
Dorosz Stanisław, 118, 120

- Doroszkiewicz Roman S., 41, 63, 64, 70
 Drabik Aldona, 184
 Dragon Andrzej, 81, 189
 Drescher Andrzej, 64, 80, 81, 84, 85, 189
 Drescher Ewa, 68
 Dubicki Bolesław, 246
 Dubrawski Artur, 132, 133
 Dudziak Walenty, 24, 82, 249
 Duszek-Perzyna Maria K., 53, 55, 116, 117, 233, 234
 Dzieniszewski Wojciech, 24, 31, 34, 107, 113, 175, 176, 179, 205, 233, 234, 251, 252, 254, 255, 257
 Dzuła Stanisław, 103
- Eiken Jon, 82, 85
 Eimer Czesław, 40, 88, 115, 120, 128, 192, 209, 233, 234, 244, 246, 247
 Etienne Jerzy, 31, 145–150, 257
- Faryniak L., 179
 Filipczyński Leszek, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 34, 77, 135, 137, 138, 145, 146, 147, 148–150, 155, 156, 160, 188, 191, 196, 213, 214, 233, 234, 244, 246, 247, 249, 250, 252–254
 Findeisen Władysław, 222
 Fiszdun Władysław, 21, 23, 26, 71, 77, 78, 185, 187, 201, 202, 214, 222, 233, 234, 245, 247, 248, 250
 Frąckiewicz Henryk, 20, 24, 26, 49, 63, 68, 69, 123, 132, 184, 186, 205, 233, 234, 249, 250, 253, 254
 Frąckowiak Jan Krzysztof, 163, 223
 Funke G., 159
- Gadaj Stefan Paweł, 59, 104
 Gajewski R., 166
 Gajewski W., 222
 Gajl Olaf, 212
 Gałka Antoni Andrzej, 84
 Gambin Barbara, 42, 46, 126
 Gambin Wiktor, 53, 54, 233, 234
 Garstecki Andrzej, 187
 Gawęcki Andrzej, 187
 Gawin Dariusz, 179
 Gierliński Jacek, 124
 Glema Adam, 58
 Glinicki Michał A., 89, 91
 Gołąbek P., 132
 Grabska Ewa, 132
 Gross Dietmar, 81
 Groszkowski Janusz, 13, 14, 20, 23, 26–28, 154, 161, 166, 183, 196, 213, 215, 227, 233, 234, 243, 245, 246
 Grycz Jerzy, 107
- Grzędziński Janusz, 102, 131
 Gubrynowicz Ryszard, 31, 34, 150, 151, 257
 Guélin Pierre, 59
 Gutkiewicz P., 157
 Gutkowski Witold, 20, 26–28, 34, 38, 49, 107, 108, 109–113, 132, 183, 203, 211, 213, 216, 233, 234, 247, 250
- Hahn Stefan, 165, 233, 234
 Handzel-Powierża Zofia, 104
 Herczyński Ryszard, 72, 74, 77, 149, 222
 Hetnarski Ryszard B., 41, 189
 Hien Tran Duong, 119, 128, 130, 134
 Hoffman Jacek, 76
 Holnicki-Szulc Jan, 30, 34, 107, 121–124, 131, 207, 233, 234, 253, 256
 Huber Maksymilian T., 37, 40, 50, 56, 69, 169, 195, 216
 Hurd R., 164
 Hüchel T., 80, 81, 83, 189
- Ignaczak Józef, 31, 34, 37–39, 41, 42, 44, 107, 235, 236, 257
 Imielowski Szymon, 102, 123
 Imiołczyk J., 152, 153
 Inoue Tatsuo, 49, 189
 Iwankiewicz, 126
 Iwanow Zdzisław, 109, 110
 Izbiński Ryszard, 51, 80, 85
- Jabłoński Tomasz, 163
 Jaeger Thomas, 116, 120
 Jakubowska M., 41
 Jakubowski Janusz Lech, 20, 235, 236, 246
 Janas Marek, 31, 34, 49, 115–118, 120, 211, 222, 235, 236, 257
 Janczur Ryszard, 142, 177
 Janicki K., 101
 Janiczek Józef, 195
 Janiszewski Ryszard, 102
 Jankowski Bolesław, 178
 Jarecki, 94–97
 Jarzębowski Andrzej, 80
 Jaskorzyńska-Dzieciaszek Bożena, 162, 163
 Jassem Wiktor, 24, 151, 152, 153, 214, 235, 236, 248, 249, 251
 Jaworski J., 61, 91, 176, 179
 Jendo Stefan, 30, 107–110, 113, 114, 130, 207, 235, 236, 256
 Jędrzejuk Hanna, 91, 176
 Jooss G., 105
 Josselin de Jong G., 64
 Jung Zygryd, 23, 184, 235, 236, 246
- Kacner Artur, 38, 235, 236, 244

- Kacprowski Janusz, 23, 24, 138, 141–143, **152**, 153, 154, 235, 236, 247, 249, 251
- Kaczmarek Eugenia, 165, 166
- Kaczmarek Jan, 24, 26–28, **104**, 105, 205, 206, 213, 215, 235, 236, 249, 250
- Kaczmarek Mariusz, 82–85
- Kajfasz Stanisław, 20, 27, **88**, 90, 115, 222, 223, 235, 236, 247, 248, 250, 252
- Kaliski Sylwester, 26, 41, 47, **169**, 235, 236
- Kalita Wojciech, 69, 76, 93
- Kamiński Eugeniusz, 99
- Karłowicz Paweł, 147, 150
- Karpiniuk P., 159
- Kasperkiewicz Janusz, 31, 89–91, 132, 235, 236, 257
- Kaufman S., 120
- Kazimierzczuk Piotr, 126
- Kaźmierczak Bogdan, 73
- Kączkowski Zbigniew, 235, 236
- Keller Juliusz, 149, 235, 236
- Kędzierska L., 93
- Kieś Paweł, 132, 134
- Kisiel Igor, 80, 85
- Kleiber Michał, 20, 21, 26, 27, 30, **32**, 44, 48, 51, 109, 110, 118–120, 128, 130–132, 134, 196, 198, 212, 214, 215, 223, 235, 236, 253–256, 258
- Klepaczko Janusz, 60–62, 65, 235, 236
- Klimeczak Tomasz, 104
- Klisiński Marek, 189
- Klonowski Włodzimierz, 96
- Knap Lech, 122, 124
- Kolanek Krzysztof, 109
- Kołoński Waclaw, 24, 136, **156**, 157, 159, 235, 236, 248, 249, 251
- Komorowski J., 40
- Kopeć J., 145
- Kosiński Witold, 41, 56–58, 62, 73, 78, 132–134, 184, 188, 235, 236, 252, 253
- Kosmowski J., 107
- Kossecka Elżbieta, 31, 45, 176, 179, 206, 235, 236, 252, 257
- Koscecki Józef, 45
- Kość Michał, 96, 97
- Kotowski Romuald, 47
- Kotulski Zbigniew, 73, 126, 132, 134
- Kowalczyk Maciej, 207
- Kowalczyk Piotr, 119, 130, 134, 212
- Kowalczyk Ryszard, 188, 235, 236
- Kowalewski Tomasz A., 30, 34, 71, 76–78, 131, 188, 203, 207, 216, 256
- Kowalewski Zbigniew, 31, 66, 67, 257
- Kowska Zofia, 103, 132
- Kowalski Stefan Jan, 82, 84, 85, 235, 236
- König Jan Andrzej, 52, 54, 117, **118**, 120, 192, 203, 205, 211, 235, 236, 248, 249
- Krajcinovic Dusan, 81
- Krawczyk Andrzej, 30, 254, 258
- Krawczyk K., 143
- Krawczyk Zofia, 32, 195, 258
- Kröner Ekkehart, 42
- Królikowska Aleksandra, 198, 216, 247, 249
- Krupkowski Aleksander, 13, 14, 23, 26, 28, 183, 213, 215, **227**, 235, 236, 243, 245
- Krzemiński Jerzy, 96, 235, 236
- Krzyżyński Tomasz, 102, 103, 123
- Kubera Apolinary, 246
- Kubik Józef, 34, 79, 82–85, 184, 186, 193, 235, 236
- Kucharczyk P., 166
- Kucharski Stanisław, 30, 104, 105, 257
- Kudrewicz Halina, 162, 164
- Kujawska Tamara, 148
- Kujawski Daniel, 189
- Kulikowski Roman, 27, 237, 238
- Kulpa Zenon, 132
- Kuński R., 165
- Kuriański Adam, 133
- Kurlandzka Zofia, 174
- Kurlandzki Jerzy, 23, 24, 47, 170, 237, 238, 247–249, 251
- Kurzyna Jacek, 76
- Kwaszczyńska Krystyna, 80
- Laprus Włodzimierz, 164
- Larecki Wiesław, 46, 62, 73
- Laskowski L., 176
- Latałski Jarosław, 111
- Leipholz Horst, 121
- Lekszycki Tomasz, 111
- Leśniak Bolesław, 251–253
- Lewandowska Bogusława, 32, 198, 258
- Lewandowski Józef, 157, 237, 238
- Lewicki Bohdan, 244
- Lewiński Tomasz, 42, 44, 84, 85
- Lexcellent Christien, 42
- Lietz Jerzy, 61, 63, 253
- Lipniacki Tomasz, 74
- Lipowiecki Tadeusz, 252
- Lis Tadeusz, 178
- Litewka Andrzej, 187
- Litniewski Jerzy, 31, 146, 148, 257
- Litoński Jacek, 65
- Litwiniszyn Jerzy, 21, 26, 184, 215, 237, 238, 244, 248
- Łodygowski Tomasz, 58, 187
- Łunc Michał, 25, 26, 72, 75, 77, 237, 238, 243
- Łypaciewicz Grażyna, 31, 145, 148, 149, 222, 223, 257
- Maciejewski Jan, 81
- Mackiewicz S., 157

- Madej D., 131, 143
 Mahrenholtz Oskar, 102, 105, 121, 124
 Maier Giulio, 119
 Makowski K., 75
 Malatyński Marek, 59, 60
 Malecki Ignacy, 13, 20, 23, 26, 27, 34, 135–139, 147, 156, 159–161, 191, 213–215, **228**, 237, 238, 243, 245, 248, 250
 Malinowski Jan, 60
 Manczarski Stefan, 161, 162, 165, 237, 238, 244–246
 Marasek K., 143
 Marciniak Zdzisław, 27, 49, 50, 54, 60, 64–66
 Marks Maria, 89–91, 107
 Marks Wojciech, 31, 32, 90, 91, 107, 113, 176, 179, 192, 197, 237, 238, 252, 257, 258
 Maruszewski B., 174
 Matczyński Marek, 27, 31, 46, 48, 257
 Mączyński Jacek, 22, 129, 237, 238, 247, 251
 Meissner Mirosław, 31, 141–143, 177, 257
 Mejro Czesław, 237, 238
 Miastkowski Józef, 20, 30, 31, 66–70, 116, 237, 238, 254, 257, 258
 Michalski Bogdan, 61, 64
 Michałowski Radosław, 189
 Mielniczuk Janusz, 82
 Mikiel Władysław, 253
 Milewski Krzysztof, 249
 Mizerski Krzysztof, 158, 160, 210
 Moon F.C., 105
 Mordwiłko Zofia, 249
 Morro A., 62
 Mossakowska (Cywińska) Zofia, 37, 41, 45, 48
 Mossakowski Jerzy, 27, 37, 186, 191, 192, 237, 238, 244
 Motylewski Jerzy, 34, 141–143, 253
 Mróz Zenon, 26, 31, 34, 49–51, 52, 54, 79–81, 84, 107, 111–113, 118, 120, 121, 189, 197, 198, 207, 214–216, 218, 237, 238, 254, 256, 258
 Mucha Zygmunt, 68, 69, 75, 132, 253
 Mueller Ingo, 42
 Murakami Sumio, 49, 189
 Murdoch A.I., 58, 73, 78
 Musielak Grzegorz, 82
 Muszyńska Agnieszka, 99
 Muszyński Marek, 166

 Nadolski Władysław, 99, 103, 237, 238
 Naleszkiewicz Jarosław, 37, 237, 238
 Nałęcz Maciej, 150, 183, 244
 Nasalski Wojciech, 163, 164, 253
 Nguyen Huu Viem, 59
 Niczyj Janusz, 110
 Niemierko A., 107
 Nieniewski Mariusz, 30, 133, 134, 237, 238, 256

 Niespodziana A., 102
 Nitecki Dariusz, 143
 Nowacki Jerzy Paweł, 45, 184, 188
 Nowacki Paweł Jan, 166, 183, 196
 Nowacki Witold, 14, 21, 23, 26, 27, 37–39, 41, 43–45, 47, 48, 121, 169, 170, 174, 185, 187, 191, 195, 201, 203, 213–215, **228**, 237, 238, 246, 247
 Nowacki Wojciech K., 20, 30, 34, 39, 43, 55, 57, 59–62, 85, 124, 197, 237, 238, 255, 256, 258
 Nowak Miron, 31, 72, 73, 102, 130, 209, 212, 237, 238, 257
 Nowak Zdzisław, 57
 Nowakowski Sławomir, 102, 103
 Nowicki Andrzej, 20, 30, 31, 77, 135, 145–150, 197, 207, 237, 238, 254, 257, 258
 Nowińska Anna, 58

 Olesiak Zbigniew, 39, 44, 187, 237, 238, 244
 Oliferuk Wiera, 30, 59, 60, 68, 104, 256
 Olszak Waclaw, 13, 14, 20, 23, 26, 27, 37, 48–51, 54, 55, 99, 115, 116, 120, 195, 201–203, 213–215, **229**, 237, 238, 243, 245, 246
 Ogłaza J., 142
 Orłowski, 126
 Osiecki Jan, 59
 Ossowski Andrzej, 69, 100
 Ostrowska-Maciejewska Janina, 41, 50
 Osyczka Andrzej, 196
 Owczarek Robert, 75
 Owczarek Stefan, 90, 107, 176, 179
 Ozga Alfred, 247

 Paczkowski Witold M., 108, 114
 Pajewski Wincenty, 24, 135, 138, **148**, 156, 237, 238, 248, 249, 251
 Panecki Maciej, 167
 Paprocka-Garlicka Wanda, 118
 Parczewski Zygmunt, 178
 Pawlak Zdzisław, 131
 Pawłowska Halina, 247
 Pawłowski Zdzisław, 23, 24, 135, 138, 149, **155**, 156, 157, 160, 214, 237, 238, 247, 249, 251
 Pelzner Eugeniusz, 162, 167
 Peńsko B., 146
 Peradzyński Zbigniew, 20, 34, 69, 71, 74–76, 78, 187, 205, 237, 238, 254
 Perzyna Piotr, 20, 24, 41, 49, 50, 53–55, **56**, 57, 58, 62, 192, 205, 214, 239, 240, 248–251
 Petryk Henryk, 30, 34, 49, 52–54, 67, 195, 198, 239, 240, 256
 Pęcherski Ryszard, 53, 57, 207
 Pieńkowska Izabela, 74, 77
 Piechór Kazimierz, 30, 73, 256

- Piekarski Jarosław, 112
 Piekarski Sławomir, 73
 Pielorz Amalia, 103
 Pietruszczak Stanisław, 80, 81, 189
 Pietrzyk Z.A., 166
 Pietrzykowski Jerzy, 88
 Pilarski Aleksander, 157
 Pilecki Szymon, 24, 159, 223, 239, 240, 249, 250
 Pindera Jerzy T., 63, 69
 Piwnik Jan, 67
 Pluta Zbysław, 177, 187, 252
 Płochocki Zbigniew, 170
 Płonecki Leszek, 253
 Płowiec Ryszard, 135, 138, 139, 239, 240
 Pobjedria B.E., 49
 Podolak Krzysztof, 59
 Pogorzelski Seweryn, 162
 Pokojski Jerzy, 132
 Poljaniuk Andrzej, 104
 Pomierny Włodzimierz, 177
 Popp Karl, 102, 123, 124
 Postek Eligiusz, 119, 130, 212
 Potrzebowski Janusz, 89, 91
 Powałowski Tadeusz, 31, 77, 145, 146, 149, 150, 239, 240, 257
 Prosnak Włodzimierz, 27, 239, 240
 Przędziecki Stanisław, 24, 163–165, 167, 239, 240, 248, 249
 Przybylski Ignacy, 248, 250
 Przygodzki Zdzisław, 248, 250
 Ptak Władysław, 239, 240
 Putresza Jarosław, 110
 Puzewicz Zbigniew, 167
 Pycko Sławomir, 118

 Racz Janusz, 132, 133
 Radomski Aleksander, 212
 Radomski Wojciech, 196
 Radowicz A., 46
 Radwan Maciej, 23, 184, 239, 240, 245
 Radziejewska Joanna, 104
 Radzikowska Eugenia, 47
 Radziszewski Bogusław, 99, 129, 132, 253
 Rajchel B., 104
 Ranachowski Jerzy, 20, 24, 135–138, 159, 160, 205, 207, 239, 240, 250, 251, 254, 257
 Ranachowski Przemysław, 160
 Ranachowski Zbigniew, 31, 34, 155, 159, 160
 Raniecki Bogdan, 30, 39, 42, 43, 51, 53, 59, 82, 85, 123, 124, 239, 240, 256
 Rejmund Feliks, 31, 138, 160, 257
 Rogoziński Marian, 40
 Rogula Dominik, 22, 24, 31, 46, 48, 170, 171, 174, 239, 240, 249, 254, 257

 Rojek Jerzy, 120, 130, 212
 Rośida Jacek, 103
 Rosiński Witold, 23, 27, 161, 183, 239, 240, 245, 248
 Roźnowski Tadeusz, 38
 Rudowski Jerzy, 101
 Rudziński Lech, 252
 Rybicki Andrzej, 82
 Rychlewski Jan, 26, 27, 34, 41, 49–51, 54, 72, 78, 116, 186, 223, 239, 240
 Ryczek Bogusław, 105, 123
 Rymarz Czesław, 34, 47, 48, 169, 174, 196, 239, 240
 Rzeszotarska Jadwiga, 136, 160

 Sajkiewicz Paweł, 96
 Samborski Witold, 164
 Sawczuk Antoni, 23, 26, 27, 32, 50, 51, 53, 54, 113, 116, 117, 118, 120, 186, 198, 201, 202, 211, 213–215, 221, 224, 239, 240, 247
 Secomski Wojciech, 148
 Seidler Jerzy, 244
 Sereżyńska Małgorzata, 101
 Sergejev O., 111
 Seweryn Andrzej, 85
 Siemaszko Andrzej, 32, 118, 119, 130, 207, 219, 256
 Siemiątkowska Barbara, 132, 133
 Sikora Janusz, 105
 Skłodowski Marek, 207
 Skłodowski Marek, 61
 Skorupski A., 166
 Skowroński Janisław M., 99, 105
 Sławianowska Anna, 101
 Sławianowski Jan J., 31, 101, 105, 239, 240, 257
 Sławiński Andrzej, 69
 Sławiński Stanisław, 244
 Smolarska-Krzyżowska Jadwiga, 162
 Smoliński Adam, 20, 23, 26, 161, 183, 215, 239, 240, 245
 Sneddon Ian N., 39
 Sobczyk Kazimierz, 20, 24, 26, 31, 34, 39, 40, 125–128, 174, 198, 214, 215, 239, 240, 250, 253–255, 257
 Socha Grzegorz, 31, 68, 257
 Sokół-Supel Joanna, 116, 117, 120
 Sokółowski Marek, 20, 21, 23, 38, 41, 43, 46, 48, 188, 191, 239, 240, 249, 250, 252–255
 Sosnowski Włodzimierz, 30, 119, 130, 212, 256
 Sowiński Maciej, 163
 Stachowicz Antoni, 108
 Staniszewski Bogumił, 24, 26, 175, 177, 187, 239, 240, 248, 249
 Starzyńska J., 149
 Starzyński Grzegorz, 105
 Stefanowski Bohdan, 243
 Stocki Rafał, 109, 110, 119

- Stupkiewicz Stanisław, 120
 Stupnicki Jacek, 40
 Supel Jerzy, 22, 32, 64, 129, 224, 251–253, 258
 Szadkowski Jerzy, 100, 132
 Szaniawski Andrzej, 74, 76, 93, 239, 240
 Szczepański Janusz, 73, 77
 Szczepiński Wojciech, 21, 23, 26–28, 34, 49, 51, 54,
 63–70, 80, 84, 116, 120, 132, 134, 205, 213,
 215, 239, 240, 249, 250
 Szefer Gwidon, 239, 240
 Szelązek Jacek, 157, 158, 160, 210
 Szemplińska-Stupnicka Wanda, 34, 99, 105, 239, 240
 Szerszeń Jerzy, 210, 247, 250, 251
 Szlagowski Jan, 120
 Szmelter Jan, 41
 Szolc Tomasz, 103, 123
 Szulkin Paweł, 14, 23, 26, 161, 166, 215, 241–244
 Szymański Czesław, 80
 Szymański Zygmunt, 31, 75, 76, 257

 Śliwowski Marek, 66, 67

 Takserman-Krozer R., 93, 95
 Tanaka Kikuaki, 42
 Teisseyre Jerzy, 241, 242
 Telega Józef Joachim, 31, 42–44, 53, 82, 84, 85, 120,
 121, 130, 195, 207, 218, 241, 242, 256–258
 Trawiński Zbigniew, 146
 Trampczyński Wojciech, 64, 67–70, 85, 132, 187, 252,
 253
 Trębicki, 126–128
 Troger H., 105
 Truskowski Wojciech, 183, 241, 242
 Trzęsowski Andrzej, 40
 Turska Ewa, 166
 Turski Łukasz, 46, 187
 Turski Andrzej, 23, 34, 161–163, 165, 166, 188, 247
 Turski Karol, 66, 67
 Tuszyński Wacław, 241, 242, 251, 252
 Tyrkiel Elżbieta, 101, 105

 Uklejewski Ryszard, 82, 84
 Urbanowski Wojciech, 20, 40, 50, 54, 241, 242

 Vogt M., 141

 Wajnryb Eligiusz, 73, 77
 Walasek Janusz, 96
 Walden Henryk, 244
 Walenta Zbigniew, 72
 Walerian Elżbieta, 142, 143, 177
 Waniewski Maciej, 67
 Wasiak Andrzej, 93, 96
 Wasiutyński Zbigniew, 23, 26, 32, 63, 87, 89, 107, 113,
 215, 229, 241, 242, 244, 247

 Wąsowski M., 69
 Wehr Jerzy, 16, 20, 23, 137, 138, 149, 156, 160, 188,
 205, 241, 242, 247, 248
 Weichert Dieter, 119, 120
 Weigl Martyna, 132
 Wesołowski Zbigniew, 20, 26, 39, 41, 43, 68, 69, 137,
 184, 187, 206, 241, 242, 251
 Węgrowicz Lucjan, 162
 Wicher Jerzy, 99, 241, 242
 Wichrzycki A., 149
 Widłaszewski Jacek, 69
 Wierzbicka Barbara, 195, 247, 250
 Wierzbicki Tomasz, 57, 58, 62, 117, 119, 189, 241, 242
 Wierzbicki Witold, 14, 21, 23, 27, 37, 195, 213, 243,
 245, 246
 Wilmański Krzysztof, 42, 47, 56, 62, 78, 241, 242
 Włodarczyk Edward, 57, 59, 174
 Wnuk Marian, 163
 Wnuk R., 177
 Woźniak Czesław, 38, 39, 42–44, 47, 48, 119, 120, 192,
 241, 242, 253
 Wólcowski A., 132
 Wojnar Ryszard, 37, 40, 41, 43, 63, 84
 Wojno Włodzimierz, 57, 58
 Wojtaś Ryszard, 252
 Wol-Gajewska Barbara, 80
 Wolna Małgorzata, 70
 Wójcik Janusz, 148, 165
 Wróbel Jerzy, 132
 Zachara Andrzej, 93
 Zahorski Stefan, 23, 24, 74, 95–97, 241, 242, 247, 249,
 251
 Zarankiewicz Kazimierz, 14, 23, 241–243
 Zawidzka Jadwiga, 110
 Zawidzki Jerzy, 80
 Zawistowska Elżbieta, 78
 Zawistowski Z.J., 166, 167
 Zhong-Heng Guo, 40, 189
 Ziabicki Andrzej, 31, 34, 93, 95–97, 129, 223, 241, 242,
 257
 Zielke Walter, 165
 Ziemia Stefan, 23, 26, 99, 103, 105, 215, 241, 242, 247
 Zieniuk Jerzy, 146, 164
 Zienkiewicz Olgierd C., 80
 Zmierczak T., 143
 Zorski Henryk, 23, 24, 26, 34, 40, 45–48, 62, 77, 78,
 128, 241, 242, 247, 249, 250
 Zubelewicz Andrzej, 81
 Zubrzycki Andrzej, 101
 Zwoliński Janisław, 118, 130

 Żuchowski Krzysztof, 165
 Żórawski Marek, 46, 48
 Życzkowski Michał, 49, 50, 54

