

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH

PRACE
INSTYTUTU MASZYN
PRZEPLYWOWYCH

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

85

WARSZAWA - POZNAŃ 1983

P A Ń S T W O W E W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH

poświęcone są publikacjom naukowym z zakresu teorii i badań doświadczalnych w dziedzinie mechaniki i termodynamiki przepływów, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki maszyn przepływowych

*

THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

exist for the publication of theoretical and experimental investigations of all aspects of the mechanics and thermodynamics of fluid-flow with special reference to fluid-flow machinery

RADA REDAKCYJNA – EDITORIAL BOARD

TADEUSZ GERLACH · HENRYK JARZYNA · JERZY KRZYŻANOWSKI
STEFAN PERYCZ · WŁODZIMIERZ PROSNAK
KAZIMIERZ STELLER · ROBERT SZEWAŃSKI (PRZEWODNICZĄCY · CHAIRMAN)
JÓZEF ŚMIGIELSKI

KOMITET REDAKCYJNY – EXECUTIVE EDITORS

KAZIMIERZ STELLER – REDAKTOR – EDITOR
WOJCIECH PIETRASZKIEWICZ · ZENON ZAKRZEWSKI
ANDRZEJ ŻABICKI

REDAKCJA – EDITORIAL OFFICE

Instytut Maszyn Przepływowych PAN
ul. Gen. Józefa Fiszer 14, 80-952 Gdańsk, skr. pocztowa 621, tel. 41-12-71

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1983

Printed in Poland

ISBN 83-01-04191-9
ISSN 0079-3205

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE – ODDZIAŁ W POZNANIU

Nakład 380+90 egz.	Oddano do składania 5 VII 1982 r.
Ark. wyd. 22. Ark. druk. 15	Podpisano do druku 4 III 1983 r.
Pap. druk. sat. kl. V, 70 g	Druk ukończono w marcu 1983 r.
Nr zam. 440/179	N-5/1001.

DRUKARNIA UNIwersytetu IM. A. MICKIEWICZA W POZNANIU

ŚLAWOMIR JANECKI, WOJCIECH PIETRASZKIEWICZ

Działalność naukowa Zakładu Dynamiki Maszyn w latach 1976 - 1980

Отдел динамики машин

W 1976 - 1980 r. w Oddziale dynamiki машин занимались:

- теорией оболочек,
- вибрациями конструктивных элементов энергетических машин и судовых приводов,
- избранными контактными вопросами в конструктивных узлах.

В пределах первого направления исследований развивались проблемы нелинейной теории тонких и толстых упругих оболочек, в основном в пределах конечных оборотов, Лагранжевого описания и вариационных основ, а также численных методов. Во втором направлении занимались совершенствованием моделей и методов описания колебаний лопаточных систем и роторов паровых турбин большой мощности, а также судовых приводных валов. В пределах третьего направления занимались моделированием неконсервативных сил сухого трения на поверхностях контакта твердых тел.

Department of Machinery Dynamics

In the years 1976 - 1980 the works of the Department of Machinery Dynamics concerned

- the theory of shells,
- vibrations of the structural components of power machines and ship propulsion systems,
- selected contact problems in the most important structural components.

The first research direction covered the problems of non-linear theory of thin and thick elastic shells, especially in the field of finite rotations, Lagrangean description, variational principles and numerical methods. The second direction covered improving the models and methods describing vibrations of blading systems and high capacity rotors of steam turbines as well as ship driving shafts. Modeling of non-conserving dry friction forces at contact surfaces of solids was developed in the third direction.

W latach 1976 - 1980 w Zakładzie Dynamiki Maszyn prowadzono badania w zakresie wybranych zagadnień mechaniki konstrukcji, mechaniki materiałów oraz mechaniki analitycznej. Prace prowadzone były w ramach:

- problemu węzłowego A 05.10 „Rozwój taboru pływającego oraz systemów okrętowych”, w temacie 3 „Zagadnienia drgań maszyn okrętowych”,
- problemu węzłowego A 05.12 „Wytrzymałość i optymalizacja konstrukcji maszynowych i budowlanych”, w temacie 11.1 „Obliczanie wytrzymałości, dynamiki i stateczności powłok sprężystych,

– problemu międzyresortowego MR I.26 „Podstawy projektowania maszyn i urządzeń energetycznych”, w temacie 08: „Dynamika układów łopatkowych i wirników” oraz temacie 09.3. „Zjawiska kontaktowe w elementach maszyn przepływowych”.

Nadto Zakład uczestniczył w wielu pracach na rzecz gospodarki narodowej (plan C2).

Podjętej w Zakładzie Dynamiki Maszyn tematyce przyświecały cele poznawcze i wdrożeniowe.

W temacie A 05.10-3 zajmowano się głównie opracowaniem algorytmu i systemu programów obliczania wymuszonych, giętnych drgań wałów okrętowych, dla potrzeb biur projektowych przemysłu okrętowego oraz problemami identyfikacji parametrów konstrukcji okrętowych.

W temacie A 05.12 - 11.1 rozwijano podstawy nieliniowej teorii cienkich i grubych powłok sprężystych, głównie w zakresie teorii obrotów skończonych, opisu Lagrange’a oraz zasad wariacyjnych, opracowywano algorytmy i programy na EMC obliczania wytrzymałości i dynamiki segmentowych powłok obrotowych z żebrami oraz rozwijano odpowiednie metody analityczne i numeryczne. Celem tych badań było opracowanie nowych, bogatszych modeli elementów powłokowych oraz przygotowanie unikalnych programów na EMC obliczania wytrzymałościowo-dynamicznego skomplikowanych elementów i konstrukcji powłokowych stosowanych w różnych dziedzinach techniki, a w szczególności w energetyce, budowie maszyn oraz budownictwie lądowym i okrętowym.

W ramach tematów MR I.26 - 08 i 09 zajmowano się sprawami identyfikacji, budowy i doskonalenia modeli konstrukcji, związków konstytutywnych i obciążeń oraz rozwijaniem metod opisu ruchu układów łopatek roboczych, wałów i wirników maszyn energetycznych, głównie turbin parowych dużej mocy. Celem tych prac było opracowanie metod komputerowych racjonalnego ich kształtowania i oceny stanu dynamicznego, umożliwiających zwiększenie dyspozycyjności, niezawodności i bezpieczeństwa działania turbozespołów. Prace te przyczyniły się do rozszerzenia współpracy z przemysłem i energetyką. Są one kontynuacją prac z lat ubiegłych [I.31]

Osiągnięcia w ramach głównych kierunków badań

Prowadzone prace w ramach problemu węzłowego A 05.10, a dotyczące dynamiki wirników i wałów okrętowych, opierały się na wynikach badań osiągniętych w problemie międzyresortowym MR I.26. Na ich podstawie opracowano odpowiedni algorytm i program wyznaczenia charakterystyk dynamicznych okrętowych wałów napędowych [I.90, III.33, 35, 41, IV.77, 78, 80]. Uwzględniono wpływ łożyskowania, podatności podpór i kadłuba statku, wymuszeń pochodzących od śruby napędowej i niewyrównoważonych mas oraz wpływ dysypacji energii, wykonano również obliczenia drgań linii wałów konkretnych jednostek pływających.

W roku 1979 podjęto prace dotyczące identyfikacji parametrów konstrukcji okrętowych. Były one prowadzone częściowo wspólnie z zespołem z Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Gdańskiej. W ramach tej współpracy opracowano dwie metody: metodę identyfikacji macierzy bezwładności, tłumienia i sztywności, na podstawie testów rezonansowych oraz metodę identyfikacji masy wody towarzyszącej przy drganiach poprzecznych kadłuba statku. W tym przypadku danymi wielkościami są często-

ści i postacię drgań własnych. Na podstawie opracowanych algorytmów wykonano odpowiednie programy na EMC [I.13 - 15, 17, 18, III. 15, 16, IV. 11, 12].

Masę wody towarzyszącej przy drganiach kadłuba okrętu otrzymuje się w postaci tak zwanej masy modalnej, ilości wody towarzyszącej poszczególnym postaciom drgań własnych. W praktycznych obliczeniach przy zastosowaniu metody elementów skończonych należy znać masę wody towarzyszącej dla każdego elementu skończonego. W pracy [III.17] podano metodę przeliczania mas modalnych na masy elementów skończonych, wykorzystując własność ortogonalności postaci drgań własnych. Opracowano koncepcję identyfikacji dynamicznych liczb wpływowych konstrukcji podpierającej wał napędowy statku [III.40, 42].

Zajmowano się też rozwijaniem metod komputerowych, w tym metody elementów skończonych. W pracach [I.11, 12, 16, IV.10, 13] rozważano problemy modelowania brzegu w obszarach nieskończonych za pomocą tak zwanych elementów rozmytych. Omówiono etapy modelowania konstrukcji rzeczywistych w obliczeniach numerycznych. Podano też numeryczną metodę optymalizacji napędu statku.

W zakresie badań rozwijanych w temacie A 05.12 - 11.1 szereg oryginalnych wyników uzyskano w ogólnej nieliniowej teorii powłok. W pracach [I.61, 66, 67, 73, 75] opracowano różne aspekty ogólnej teorii obrotów skończonych w powłokach. Stosując twierdzenie o rozkładzie polarnym deformację otoczenia powierzchni środkowej powłoki rozłożono ściśle na sztywne przesunięcie, czyste rozciągnięcie wzdłuż głównych kierunków odkształcenia oraz obrót skończony kierunków głównych. Wyprowadzono ściśle wzory dla tensora obrotu skończonego $\mathbf{R}$ oraz wektora obrotu skończonego $\mathbf{\Omega}$ głównych kierunków odkształcenia i podano wiele zależności wyrażonych przez te obroty. Skrupulatnie przeanalizowano deformację powierzchni brzegowej powłoki. Wykazano, że całkowity obrót skończony elementu brzegowego składa się z dwóch kolejnych obrotów skończonych. Pierwszy obrót jest wynikiem czystego rozciągnięcia elementu brzegowego wzdłuż głównych kierunków odkształcenia. Drugi obrót wynika ze sztywnego obrotu tych kierunków głównych. Wyprowadzono ściśle wzory dla tensora całkowitego obrotu $\mathbf{R}_t$ oraz wektora całkowitego obrotu $\mathbf{\Omega}_t$ elementu brzegowej powłoki. Na podstawie czysto geometrycznych rozważań wykazano, że w ramach ogólnej nieliniowej teorii powłok istnieją trzy typy warunków brzegowych: 1) przemieszczeniowe, wyrażone przez przemieszczenie $\mathbf{u}$ oraz zmianę normalnej β , 2) kinematyczne, wyrażone przez $\mathbf{\Omega}_t$ oraz składowe fizyczne γ_{tt} , γ_{3t} i γ_{33} tensora odkształcenia Greena, 3) deformacyjne, wyrażone przez wektor zmiany krzywizny brzegu $\mathbf{k}$, oraz odkształcenia γ_{tt} , γ_{3t} , γ_{33} . W szczególności wykazano, że wektor $\mathbf{k}_t$ zależy jedynie od miar odkształceń na brzegu i podano odpowiednie wzory.

W [I.61, 66] rozważano zależności nieliniowej teorii powłok, przyjmując liniowy rozkład przemieszczeń na grubości powłoki. Przeanalizowano wyrażenia miar odkształcenia powłoki w opisie Lagrange'a i Eulera. Korzystając z zasady najmniejszego działania, wyprowadzono podstawowy układ sześciu równań ruchu nieliniowej teorii powłok w opisie Lagrange'a

$$\begin{aligned} (\mathbf{GN}^B)|_\beta + \mathbf{p} &= \rho_0 \ddot{\mathbf{u}} + \rho_1 \ddot{\beta}, \\ (\mathbf{GM}^B)|_\beta - \mathbf{GN}^3 + \mathbf{I} &= \rho_1 \ddot{\mathbf{u}} + \rho_2 \ddot{\beta} \end{aligned} \quad (1)$$

oraz odpowiednie warunki brzegowe i początkowe, gdzie $\mathbf{N}^B$, $\mathbf{N}^3$, $\mathbf{M}^B$ są wektorami sił

i momentów wewnętrznych, $\mathbf{G}$ — tensorem gradientu deformacji, $\mathbf{p}$ i $\mathbf{l}$ — wektorami sił i momentów powierzchniowych, a ρ_0 , ρ_1 i ρ_2 są charakterystykami bezwładnościowymi powłoki. Rozkładając (1) w różnych bazach uzyskano pięć różnych równoważnych układów równań wyrażonych całkowicie poprzez wielkości Lagrange'owskie. Każda z tych postaci ma pewne cechy szczególne, które mogą mieć znaczenie przy jej stosowaniu.

Podstawą różnych wariantów geometrycznie nieliniowej teorii powłok sprężystych jest uzyskana w [I.65, 68] uściślona postać funkcji energii sprężystej powłoki

$$\begin{aligned} \Sigma = & \frac{h}{2} H^{\alpha\beta\lambda\mu} \left(\gamma_{\alpha\beta} \gamma_{\lambda\mu} + \frac{h^2}{12} \pi_{\alpha\beta} \pi_{\lambda\mu} \right) + 2h L^{3\beta 3\mu} \left(k^2 \gamma_{3\beta} \gamma_{3\mu} + l^2 \frac{h^2}{48} \pi_{3\beta} \pi_{3\mu} \right) + \\ & + \frac{h^3}{12} H^{\alpha\beta\lambda\mu} \gamma_{\alpha\beta} (\mu_{\lambda\mu} - 2H \pi_{\lambda\mu}) + \frac{h^3}{12} H_1^{\alpha\beta\lambda\mu} \gamma_{\alpha\beta} \pi_{\lambda\mu}, \quad (2) \end{aligned}$$

gdzie h jest grubością powłoki, H — średnią krzywizną powierzchni środkowej, $\gamma_{\alpha\beta}$, $\pi_{\alpha\beta}$ i $\mu_{\alpha\beta}$ — miarami odkształcenia powłoki, $k^2 = 5/6$, $l^2 = 7/10$, natomiast $H^{\alpha\beta\lambda\mu}$, $L^{3\beta 3\mu}$ i $H_1^{\alpha\beta\lambda\mu}$ są zmodyfikowanymi tensorami sprężystości.

Wyrażenie (2) jest konsekwentnym drugim przybliżeniem do energii odkształcenia powłoki. Pierwsze dwa człony ujmują bowiem energię błonową, zgięciową oraz od zmiany grubości powłoki i stanowią podstawę znanej teorii pierwszego przybliżenia. Pięć członów dodatkowych w (2) stanowi konsekwentną poprawkę teorii pierwszego przybliżenia, uwzględniającą energię od ścinania, od zmiany krzywizny wynikającej ze ścinania oraz dodatkową energię sprężystą od różnych sprzężeń między odkształceniami błonowymi, giętnymi, ścinającymi a także poprzecznymi, ujętymi w zmodyfikowanych tensorach sprężystości. Korzystając z (2) opracowano metodykę uproszczeń równań powłok dla małych odkształceń [I.61] oraz opracowano algorytm obliczania powłok obrotowych [II.1] według teorii drugiego przybliżenia.

Podsumowaniem badań w ogólnej nieliniowej teorii powłok jest monografia [I.68]. Podano tam sformułowania podstawowych związków ogólnej nieliniowej teorii powłok w opisie Lagrange'a, zbudowano ścisłą teorię obrotów skończonych w powłokach oraz omówiono szereg zagadnień pokrewnych. Przedyskutowano możliwości uproszczeń dla teorii małych odkształceń sprężystych, podano przejścia graniczne do teorii typu Kirchhoffa-Love'a oraz zaproponowano nową klasyfikację wariantów teorii powłok opartą na ograniczeniu obrotów.

W pracy [III.1] rozważono nieliniową teorię powłok wolną od hipotez upraszczających, opracowano zasady unoszenia pól tensorowych w powłoce, wyprowadzono ściśle zależności mechaniki powłok równoważne zależnościom trójwymiarowym oraz zbudowano swobodną zasadę wariacyjną Hu-Washizu.

Rozwijano również badania dotyczące nieliniowej teorii powłok cienkich z więzami Kirchhoffa-Love'a. W [I.59, 62] wykazano, że skomplikowane nieliniowe równania ciągłości mogą być ściśle zredukowane do postaci liniowej znanej z liniowej teorii powłok.

W obszernych pracach przeglądowych [I.64, 67] omówiono najważniejsze wyniki uzyskane dotąd w nieliniowej teorii cienkich powłok sprężystych. Przedyskutowano w szczególności ścisły opis deformacji, różne aspekty teorii obrotów skończonych, różne

postacie równań równowagi oraz statycznych i geometrycznych warunków brzegowych, możliwości uproszczeń przy małych odkształceniach oraz ograniczonych obrotach, sformułowano także pożądane kierunki dalszych badań w tej dziedzinie. Opracowano zwięzły podręcznik [I.63] z nieliniowej teorii powłok cienkich, jeden z pierwszych tego typu podręczników na świecie. Zawiera on m. in. wstęp do geometrii różniczkowej powierzchni, teorię deformacji powłoki i jej elementu brzegowego, różne postacie równań równowagi i warunków brzegowych oraz różne warianty równań uproszczonych uzyskane przy małych odkształceniach i konsekwentnie ograniczanych obrotach. W [I.69] podano syntezę rozlicznych zastosowań teorii obrotów skończonych w powłokach cienkich. Ujęto tam najważniejsze wyniki uzyskane w poprzednich pracach autora i z literatury. Z nowych rezultatów wymienimy tu m. in. trzy postacie statycznych warunków brzegowych odpowiadające energetycznie warunkom geometrycznym oraz szczegółową dyskusję różnych wariantów geometrycznie nieliniowej teorii powłok przy umiarkowanych i dużych obrotach. W [I.72] pokazano, jak problemy geometrycznie nieliniowej teorii powłok cienkich można rozwiązywać albo w przemieszczeniach, lub poprzez wektor obrotu skończonego i tensor odkształcenia, lub też poprzez same miary odkształcenia jako zmienne niezależne.

W [I.76] podano nowe sformułowanie nieliniowej teorii powłok cienkich w opisie Lagrange'a. W tym sformułowaniu użyto nowego tensora zmiany krzywizny, który jest wielomianem trzeciego stopnia względem przemieszczeń oraz nowego parametru obrotu brzegu. W rezultacie uzyskano pierwszy w literaturze całkowicie spójny układ zależności dla powłok cienkich w opisie Lagrange'a. Sformułowano również ogólną zasadę wariacyjną typu Hu-Washizu dla geometrycznie nieliniowej teorii cienkich powłok sprężystych przy skończonych obrotach. Dla wariantu teorii przy umiarkowanych obrotach opracowano w [I.74] ogólny schemat konstruowania zasad wariacyjnych. Podano 16 podstawowych funkcjonałów bezwarunkowych, z których można wyprowadzić wszystkie inne funkcjonały warunkowe i bezwarunkowe.

Wyniki uzyskane w badaniach podstawowych przetwarzano w algorytmy i programy na EMC obliczenia wytrzymałości i dynamiki powłok sprężystych o geometrii obrotowej.

W pracach [I.7, 8] oparto się na energetycznej metodzie różnic skończonych i podano ogólny algorytm i program STAPOR liniowych obliczeń kinetostatycznych zespołu powłok obrotowych, połączonych szeregowo pierścieniami kołowymi. Dla każdego segmentu powłokowego uwzględniono dowolną geometrię i zmienną grubość wzdłuż południka, ortotropię materiału powłoki, ortotropię konstrukcyjną wynikającą z uźebrowania wewnętrznymi lub zewnętrznymi pierścieniami kołowymi oraz dowolne obciążenie siłami powierzchniowymi i brzegowymi, lub wynikającymi z obciążenia żeber. Opracowany algorytm rozszerzono [I.9] na powłoki grube, z uwzględnieniem wpływu odkształceń stycznych oraz naprężeń termicznych, przygotowano też odpowiedni program STAPOS [II.5]. Wykonano również obszerny przegląd metod obliczeń dynamicznych powłok obrotowych [III.3] oraz opracowano algorytm i programy DAPOR i SORD [III.4,5, II.2, 3, 4] obliczenia częstości i form drgań własnych, będące rozszerzeniem programu STAPOR na zagadnienia dynamiczne. Opracowany algorytm uwzględnia również bezwładność obrotową materiału pierścieni i powłoki. Opracowane programy są unikalne w kraju i umożliwiają wykonanie obliczeń wytrzymałościowo-dynamicznych szerokiej klasy powłok obrotowych stosowanych w wielu dziedzinach techniki.

Próby obliczeń numerycznych powłok obrotowych według teorii geometrycznie nieliniowej wykazały słabą zbieżność istniejących technik iteracyjnych w otoczeniu punktów osobiwych rozwiązania.

W pracach [I.2, 3] przedstawiono nową przyrostowo-iteracyjną metodę znajdowania rozwiązań nieliniowych zagadnień mechaniki konstrukcji. Zdefiniowane dwa parametry – aktualnej sztywności i aktualnej nieliniowości – pozwalają uzmienniać wielkość przyrostu obciążenia zarówno z przyrostu na przyrost, jak i w trakcie procesu iteracyjnego. Opracowana metoda jest znacznie efektywniejsza od dotychczas stosowanych metod obliczania zadań nieliniowych, jest niewrażliwa na punkty osobiwe krzywej „przemieszczenie-obciążenie” i pozwala efektywnie wyznaczać punkty graniczne oraz pokrytyczne zachowanie się konstrukcji.

Obecnie omówimy prace wykonane w ramach problemu MR I.26. W zakresie badania wytrzymałości i drgań układów łopatkowych maszyn energetycznych stosowano modele konstrukcji jedno- i dwuwymiarowe. W pracach [I.27, 33, 37] posługując się metodami teorii ośrodków ciągłych z więzami wewnętrznymi, dla klasy więzów

$$\mathbf{u} = \Phi[\hat{\mathbf{x}}, \mathbf{q}(x_3, t)], \quad \hat{\mathbf{x}} \in A, \quad x_3 \in \langle 0, L \rangle, \quad t \in R \quad (3)$$

kinematycznych, skleronomicznych ustalono ogólne równania ruchu

$$\frac{\partial \mathbf{H}}{\partial x_3} - \mathbf{Q} + \mathbf{h} + \tilde{\mathbf{h}} = \mathbf{0} \quad (4)$$

oraz ich uproszczone, szczególne przypadki dla ciał smukłych opisywanych modelami jednowymiarowymi. Wektory sił wewnętrznych i obciążeń zdefiniowane są związkami

$$\mathbf{H} = \int_A (\tilde{\mathbf{T}} \mathbf{e}_3) U dA, \quad \mathbf{Q} = \int_A \text{tr} (\tilde{\mathbf{T}} \mathbf{F}^T \text{Grad } \mathbf{U}) dA, \quad (5)$$

$$\mathbf{h} = \int_{\partial A} (\mathbf{F} \tilde{\mathbf{T}} \mathbf{n}) U d(dA), \quad \tilde{\mathbf{h}} = \int_A \rho \mathbf{b} U dA$$

oraz

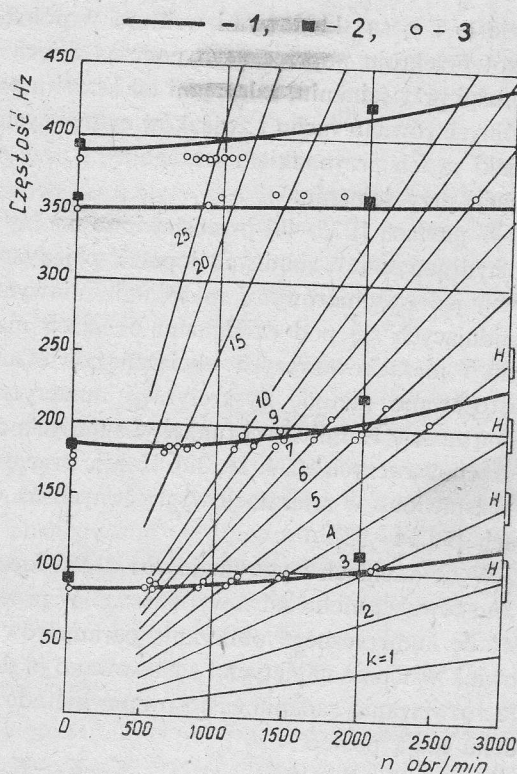
$$\mathbf{U} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial \mathbf{q}}, \quad (6)$$

gdzie Φ jest znaną funkcją wektorową wektora pozycyjnego $\hat{\mathbf{x}}$ z przekroju poprzecznego A ciała niezdeformowanego i wektora $\mathbf{q}$ współrzędnych uogólnionych, $\mathbf{F}$ – gradientem deformacji, $\tilde{\mathbf{T}}$ – tensorem naprężenia Pioli-Kirchhoffa, ρ – gęstością materiału, $\mathbf{b}$ – natężeniem obciążeń masowych, $\mathbf{e}_3$ – wersorem stycznym do osi ciała nieodkształconego, L – długością ciała, x_3 – współrzędną przestrzenną wzdłuż długości ciała, a t – zmienną czasową.

Wykorzystując powyższe równania i związki dla konkretnych modeli, ważnych z punktu widzenia zastosowań w mechanice układów łopatkowych, rozwiązano zadanie nieliniowego skrećania prętów znajdujących się w ruchu obrotowym [I.19, 22, 29] oraz wyprobowano podstawowe równania ruchu łopatek wirnikowych silnie skreconych w stanie naturalnym [I.20, 24, 28, 40, II.6]. W pracy [I.32] omówiono metody numerycznego ich rozwiązywania.

Na podstawie wspomnianych wyżej równań i związków opracowano algorytmy i programy na EMC numerycznego wyznaczania odkształceń i naprężeń kinetostatycznych oraz częstości i rozkładów naprężeń względnych dla drgań wolnonośnych łopatek wirnikowych ostatnich stopni turbin parowych i sprężarek osiowych [III.20, 23]. Stosując je

zbadano między innymi wpływ wstępnego napięcia i odkształcenia, spowodowanego działaniem sił masowych pochodzących od ruchu obrotowego i obciążeń powierzchniowych wywołanych przepływem czynnika roboczego, na drgania własne łopatek wolnonośnych [I.21].



Rys. 1. Wykres rezonansowy łopatki wirnikowej $L=0,720$ m, H – niedopuszczalne zakresy częstości drgań własnych łopatki przy nominalnej prędkości obrotowej

1 – wyniki obliczeniowe przy zastosowaniu modelu jednowymiarowego, 2 – wyniki obliczeniowe przy zastosowaniu modelu dwuwymiarowego i metody elementów skończonych, 3 – wyniki doświadczalne

Wspomniane programy wielokrotnie wykorzystywano w procesie projektowania łopatek wirnikowych ostatnich stopni w biurze konstrukcyjnym Zakładów Mechanicznych im. Gen. K. Świerczewskiego w Elblągu. Przeprowadzono również doświadczalną weryfikację opracowanych metod [I.24, 28]. Na rysunku 1 przedstawiono wyniki obliczeń i pomiarów częstości drgań własnych łopatki wolnonośnej o długości części roboczej $L=0,720$ m, szerokości u podstawy $B=0,195$ m i promieniu zamocowania $R=0,6676$ m.

Omówioną problematykę rozszerzono również na zadania wyznaczania częstości drgań własnych i określenia wytrzymałości kinetostatycznej pakietów łopatek wirnikowych [I.25, 48].

W pracach [I.41 - 44, 54] zajęto się problemami optymalizacji ciał smukłych opisywanych liniowymi, jednowymiarowymi modelami z ograniczeniami na częstości drgań własnych. Między innymi dla konkretnego modelu sformułowano zadanie optymalnej rekonstrukcji łopatki wirnikowej, polegające na małych zmianach geometrii łopatki, poprawnie zaprojektowanej pod względem gazodynamicznym, zapewniających utrzymanie założonego widma częstości drgań własnych. Zadanie to ma duże znaczenie dla poprawnego zaprojektowania łopatek pod względem vibracyjnym.

W pracach [I.23, 30] wyprowadzono równania drgań poprzecznych belki przyjmując składowe wektora przemieszczenia cząstki ciała smukłego.

$$u_1 = u(x_3, t), u_2 = 0, u_3 = -x_2 \omega(x_3, t) + \sum_{i=1}^r \chi_i(x_2) \gamma_i(x_3, t), \quad (7)$$

gdzie ω i γ_i są składowymi wektora współrzędnych uogólnionych, charakteryzującymi obrót przekroju poprzecznego podczas zgięcia i ścinania, χ_i są znanymi funkcjami deplanacji przy ścinaniu, zależnymi od kształtu przekroju poprzecznego ciała, na podstawie ogólnych równań ruchu i związków cytowanych powyżej. Okazało się, że równania Timoszenki są ich przypadkiem szczególnym przy $r=1$ i przy pominięciu skrępowania deplanacji przy ścinaniu.

W pracach [I.35, 40] przedstawiono ogólny algorytm obliczania parametrów krytycznych drgań samowzbudnych łopatek pojedynczych i palisad łopatek opisanych dowolnymi, jednowymiarowymi modelami liniowymi, skręconych w stanie naturalnym oraz znajdujących się pod działaniem obciążeń masowych spowodowanych ruchem obrotowym i niezachowawczych obciążeń powierzchniowych wywołanych przepływem gazu. Zastosowano metodę dyskretyzacji numerycznej, wykorzystując sformułowaną uogólnioną zasadę Hamiltona i funkcję Lagrange'a dla liniowych, jednowymiarowych układów niezachowawczych [I.34, 38, 39]. Całość prac omówiono w opracowaniu [I.40]. Ich wyniki przedstawiono w referatach wygłoszonych na wielu seminariach, sympozjach i konferencjach [IV.14 - 38].

W obliczeniach wytrzymałości i drgań łopatek wirnikowych turbin i sprężarek stosowano również modele dwuwymiarowe. W pracach [I.51, 53, 57, 58] przedstawiono ogólną metodę numerycznego obliczania parametrów wytrzymałości statycznej i drgań grubych powłok wstępnie napiętych i zastosowano ją do obliczeń łopatek maszyn przepływowych. Do rozwiązania zadania zastosowano metodę elementów skończonych. Ogólne równania ruchu mają postać

$$\begin{aligned} (\mathbf{K} + \mathbf{K}_0 - \mathbf{K}_D) \mathbf{q}_0 &= \mathbf{f}_s, \\ \mathbf{M} \ddot{\mathbf{q}}_1 + (\mathbf{G} + \mathbf{D}) \dot{\mathbf{q}}_1 + (\mathbf{K} + \mathbf{K}_0 - \mathbf{K}_D) \mathbf{q}_1 &= \mathbf{f}_D, \end{aligned} \quad (8)$$

gdzie $\mathbf{K}$, $\mathbf{K}_0$ i $\mathbf{K}_D$ są macierzami sztywności podstawowej, naprężeń wstępnych i wywołanej obciążeniami od ruchu obrotowego, $\mathbf{M}$ jest macierzą mas, $\mathbf{G}$ i $\mathbf{D}$ — macierzą giroskopową i dysypacji, $\mathbf{f}_s$ i $\mathbf{f}_D$ są wektorami obciążeń działających statycznie i dynamicznie, $\mathbf{q}_0$ i $\mathbf{q}_1$ są wektorami przemieszczeń statycznych i dynamicznych. Równania te są jednostronnie sprzężone i dają podstawę do wyznaczenia przemieszczeń, naprężeń, częstości i postaci drgań. Algorytm i opis programu zawarty jest w pracach [I.51, 57, II.9, 12]. Zastosowano dwa typy elementów skończonych: superparametryczny i izoparametryczny o 24 węzłach. Na podstawie obliczeń zamieszczonych w pracach [I.53, 57] ustalono, że opracowany specjalny element skończony dobrze opisuje skomplikowaną geometrię łopatki oraz daje duże oszczędności czasu w przygotowaniu danych i liczeniu. Na drodze numerycznej wykazano między innymi, że siły Coriolisa nie wpływają w sposób istotny na częstość drgań własnych, powodują jednak znaczne przesunięcia fazowe pomiędzy postaciami drgań, co ma znaczenie w obliczeniach drgań samowzbudnych. Zbudowany program umożliwia prowadzenie obliczeń dla łopatek o dowolnej geometrii i z różnymi warunkami brzegowymi. Może być wykorzystywany w biurach projektowych.

Na rysunku 1 kwadracikami naniesiono wyniki obliczeń częstości drgań własnych łopatkki turbinowej o długości $L=0,720$ m otrzymane przy zastosowaniu opisanej metody. Prace były przedstawione na wielu sympozjach i konferencjach [IV.39 - 52].

W badaniach dynamicznego zachowania się łopatek wirnikowych należy znać siły tłumiące występujące podczas ich ruchu. Rola tych sił jest istotna w przypadku około-rezonansowych drgań wymuszonych oraz drgań samowzbudnych. Z tego powodu prowadzono również badania mechanizmów i modeli dysypacji energii wewnątrz materiałów konstrukcyjnych, na powierzchniach styku i rozdziału ciał stałych i tłumienia spowodowanego istnieniem ośrodka gazowego otaczającego łopatkki.

W pracach [I.82, II.17], będących kontynuacją prac z lat poprzednich, ustalono związek fizyczny, opisujący siły histerezy tarcia wewnętrznego w materiałach konstrukcyjnych przy drganiach skrętnych. Część dysypatywną związku konstytutywnego materiału ustalono na podstawie zanikania drgań swobodnych prostego układu mechanicznego o jednym stopniu swobody. W pracy [I.83], stosując wspomniany związek, analizowano drgania wymuszone tego modelu mechanicznego.

W latach 1976 - 80 kontynuowano rozpoczęte wcześniej badania dotyczące opisu niezachowawczych sił tarcia suchego.

W pracach [I.101, 102, IV.83] ustalono układ równań i warunki graniczne opisujące ruch płaski dwóch ciał sztywnych stykających się wzdłuż linii prostej. Wprowadzono pojęcie teoretycznego punktu styku jako miejsca przyłożenia reakcji więzów. Pozwoliło to na uniezależnienie się od konieczności posługiwania się hipotezami rozkładu sił w obszarze styku. Sformułowane równania umożliwiają sterowanie ruchem ciał poprzez odpowiednie przyjęcie obciążeń i ukształtowanie geometrii styku. W pracach [I.103, II.21] zdefiniowano siłę tarcia suchego

$$\mathbf{T} = -N\mathbf{Q}\mathbf{v} = -NQ^{ij}v_j\mathbf{k}_i, \quad (i, j = 1, 2) \quad (9)$$

gdzie N jest wielkością docisku, $\mathbf{Q}$ – tensorem tarcia, Q^{ij} – jego reprezentacją, $\mathbf{v}$ – wektorem wektora prędkości poślizgu, $\mathbf{k}_i$ – wersorami ortonormalnej bazy układu odniesienia na powierzchni styku. Reprezentację tensora tarcia wyznaczono przy założeniu analogii rozkładu sił tarcia z rozkładem naprężeń w płaskim stanie napięcia. W pracach [I.104, II.21] podano ją dla różnych typów chropowatości – sformułowano hipotezę składania tensorów opisujących różne anizotropowe własności tarcia, zetkniętych ze sobą powierzchni oznaczonych symbolami (1) i (2). Tensor tarcia złożonych ze sobą powierzchni, związanych z elementami baz powierzchni (1) ma reprezentację

$$[\mathbf{Q}] = \kappa [\mathbf{Q}^{(1)(1)} + \mathbf{B}^T \mathbf{Q}^{(2)(2)} \mathbf{C} \mathbf{B}], \quad (10)$$

gdzie $\mathbf{Q}^{(1)(1)}$ i $\mathbf{Q}^{(2)(2)}$ są macierzowymi reprezentacjami tensorów tarcia powierzchni (1) i (2), $\mathbf{C}$ i $\mathbf{B}$ są macierzami transformacji baz układów odniesienia i pomiarowego każdej z powierzchni, $\mathbf{B}$ jest macierzą transformacji pomiędzy bazami układów odniesienia zetkniętych powierzchni, κ jest tak zwanym współczynnikiem złożenia. W pracach [I.103, 104, II.21] badano własności tensora tarcia: jego wartości i wektory własne, grupy symetrii, dodatnią określoność, charakter części antysymetrycznej oraz hodografy sił tarcia. Prace [I.104, III.21] zawierają nadto definicje wektora siły i momentu tarcia dla styku wirujących

względem siebie powierzchni. Sformułowane w tych pracach charakterystyki styku opisują wpływ rozkładu i wielkość docisku oraz kształtu obszaru styku na wielkość sił tarcia. Uwzględniono dowolny kształt styku i dowolny rodzaj tarcia. Wyniki analizy ruchu punktu materialnego i bryły sztywnej po powierzchni o różnej strukturze chropowatości przedstawiono w pracach [I.103, 104, II.21]. Nadto w [I.105, 106, II.21, IV. 84] sformułowano na podstawie przyjętych hipotez [I.103, 104, II.21] model chropowatego styku ciał w postaci skupionego elementu tarcowego, który ustalonemu punktowi styku przyporządkowuje własności bieguna pola prędkości względnych i środka redukcji pola sił tarcia. Aktualny stan badań nad zagadnieniami tłumienia drgań elementów maszyn wirnikowych siłami tarcia suchego omówiono w pracach [I.107, II.22]. Natomiast w pracach [I.108 - 110, II.21, 23, IV.85, 86] analizowano drgania pary łopatek turbinowych zakończonych fragmentem bandaża, w przypadku gdy docisk technologiczny zapewnia ciągły kontakt. W odróżnieniu od znanych z literatury analiz posłużono się modelem dynamicznym w postaci układu o wielu stopniach swobody. Zwrócono uwagę na efekty odsztywnienia układu w przypadku poślizgu w miejscu styku i na efekty sprzężeń drgań na skutek ukośnego usytuowania łopatek w wieńcu tarczy wirnikowej. Prezentowana w cytowanych pracach metoda analizy pakietu łopatek jest metodą ogólną analizy drgań układów z tarcieciem suchym w miejscu nieciągłości konstrukcyjnej. Równania ruchu takiego układu transformowano ze współrzędnych uogólnionych po przestrzeni postaci drgań własnych układu nietłumionego.

Rozwiązań nieliniowych równań ruchu we współrzędnych normalnych poszukiwano metodą całkowania numerycznego. Pole sił tarcia opisano za pomocą dyskretnego elementu tarcowego [I.110, II.21, IV.82]. Tłumiącą rolę tarcia suchego oraz wpływ anizotropii tarcia na drgania pakietu łopatek rozpatrzono na przykładach drgań swobodnych. Wskazano na możliwości wzbudzeń drgań przez tarcie oraz sprzężeń drgań spowodowanych anizotropią tarcia suchego. Programy obliczeń dotyczące omawianego pakietu łopatek zamieszczone są w pracach [II.24, 25].

W pracy [I.40] przedstawiono metodykę wyznaczania logarytmicznych dekrementów tłumienia drgań łopatek spowodowanego przepływem czynnika roboczego.

W zakresie dynamiki wirników w problemie międzyresortowym kontynuowano badania z lat poprzednich [I.31]. Prace te polegały na doskonaleniu modeli fizycznych i matematycznych konstrukcji i oddziaływań, tworzeniu algorytmów i programów obliczeniowych na EMC, umożliwiających identyfikację i analizę charakterystyk dynamicznych podczas projektowania i eksploatacji, weryfikację doświadczalną stosowanych modeli i metod, przeprowadzanych na obiektach rzeczywistych. Prace eksperymentalne związane były z konkretnymi zleceniami przemysłu. W badaniach skoncentrowano się na wyznaczeniu krytycznych prędkości obrotowych, amplitud drgań wirników i elementów konstrukcji podpierającej, wartości naprężeń dynamicznych w materiale wirnika oraz na określeniu zapasów stateczności ruchu i czułości wirników na działanie sił wzbudzających. W badaniach dotyczących modelowania przyjmowano liniowy model wirnika z parametrami rozłożonymi w sposób ciągły. Uwzględniono przy tym odkształcenia spowodowane siłami tnącymi [I.87, 98] co ma znaczenie zwłaszcza dla wirników krępych.

Zjawiska dynamiczne dotyczące wirników mają charakter nieliniowy. Powodem tego jest film olejowy łożysk ślizgowych podpierających. Uwzględnienie wpływu nieliniowości

na ruch wirnika ma szczególne znaczenie w przypadku wirników wielopodporowych, tworzących układ statycznie niewyznaczalny. Wtedy reakcje statyczne łożysk, zależne są od statycznych odkształceń filmu olejowego. Z kolei reakcje statyczne wpływają silnie nieliniowo na charakterystyki hydrodynamiczne łożysk. Powyższą osobliwość uwzględniono w opracowanych metodach obliczeń. Uwzględnienie nieliniowości jest również istotne w przypadku dużych amplitud drgań czopów wałów. Fakt ten uwzględniono badając problemy stateczności ruchu wirników [II.19, IV.76].

Współpraca z przemysłem

Współpraca ta polegała na opracowywaniu algorytmów, metod i programów obliczeniowych dla biur konstrukcyjnych i ośrodków badawczo-rozwojowych, na przeprowadzaniu ekspertyz i analiz numerycznych wytrzymałości i drgań konstrukcji oraz na udzielaniu konsultacji i instruktażu pracownikom przemysłu.

Wszystkie prace wykonywane były głównie dla Zakładów Mechanicznych im. Gen. K. Świerczewskiego w Elblągu [III.18, 21, 32], Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku [III.15 - 17, 24, 26, 27, 30, 31, 33 - 35, 41, 45], Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej [III.39, 40, 42, 43], Zakładu Okrętowych Urządzeń Chłodniczych i Klimatyzacyjnych w Gdyni [III.36 - 38], Ośrodka Badawczo-Rozwojowego Napędów Lotniczych PZL w Rzeszowie [III.19, 20, 22, 23, 44], Elektrowni Żarnowiec w budowie [III.10] i innych [III.9, 11].

Przy realizacji tych zleceń wykorzystywano wyniki badań podstawowych prowadzonych w Zakładzie.

Informacje organizacyjne

W okresie sprawozdawczym stan osobowy Zakładu nie zmienił się. W Zakładzie zatrudnionych jest 12 pracowników: 10 osób na stanowiskach naukowo-badawczych (w tym 3 docentów i 3 adiunktów) oraz 2 osoby na stanowiskach inżyniersko-technicznych. Z Zakładem współpracował jako konsultant profesor J. Więckowski, a 5 osób przebywało w Zakładzie na stażu: 3 uczestników Studium Doktoranckiego IMP PAN i 2 osoby z Ruhr-Universität w Bochum (RFN). Działalność Zakładu prowadzona jest w 2 pracowniach tematycznych: mechaniki powłok oraz wytrzymałości i drgań turbin.

W roku 1977 Zakład zorganizował seminarium naukowe pt. „Drgania wirników i układów łopatkowych”, poświęcone przeglądowi prac wykonywanych w ramach tematu 08 problemu międzyresortowego MR I.26. Wygłoszono na nim 16 referatów i przedyskutowano dalszą problematykę badawczą. Natomiast w roku 1978 Zakład zorganizował w Gołuniu koło Kościerzyny II Konferencję pt. „Konstrukcje powłokowe; teoria i zastosowania”, na której wygłoszono 6 referatów problemowych i 43 referaty indywidualne z różnych dziedzin techniki [I.70, 71]. W konferencji uczestniczyło 105 osób z różnych krajowych ośrodków naukowych (w tym 29 profesorów i docentów). Wydane materiały zawierają obszerne streszczenia referatów indywidualnych [I.78] oraz pełne teksty referatów problemowych [I.79].

W okresie sprawozdawczym szczególną uwagę zwrócono na wzrost kwalifikacji kadry badawczej. Prowadzono systematyczne szkolenie w ramach seminariów zakładowych i instytutowych, popierano udział pracowników w sympozjach i konferencjach naukowych w kraju i za granicą, kierowano na kursy szkoleniowe, staże i konsultacje do krajowych i zagranicznych placówek naukowych.

Tematyka seminariów wewnętrznych obejmowała między innymi: podstawy mechaniki konstrukcji, drgania wirników i układów łopatkowych, nieliniową teorię powłok, zastosowania analizy funkcjonalnej w mechanice konstrukcji.

W podnoszeniu kwalifikacji pracowników dużą rolę odgrywały kontakty Zakładu z gospodarką narodową.

W latach 1976 - 1980 w Zakładzie opracowano 4 rozprawy doktorskie [I.57, II.18, 20, 22] i 2 habilitacyjne [I.40, 61].

Pracownicy Zakładu włączeni byli do prac Sekcji Komitetów Naukowych PAN, a mianowicie:

- Sekcji Dynamiki Maszyn KBM,
- Sekcji Mechaniki Konstrukcji KILiW,
- Sekcji Mechaniki Ciała Stałego KM,
- Sekcji Materiałów Kompozytowych KIM.

Prace Zakładu referowano na wielu kongresach, konferencjach, zjazdach, sympozjach i kursach zarówno w kraju jak i za granicą (zob. spis referatów wygłoszonych).

Spośród najważniejszych konferencji wymienić należy:

- Drgania w układach fizycznych, Białeżyńko (1976, 1978, 1980),
- Kraftwerkstechnisches Kolloquium, Drezno (1976, 1979),
- Metody komputerowe w mechanice konstrukcji, Opole (1977), Koszalin (1979),
- Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania, Gołub (1978),
- Polsko-Czechosłowacka Konferencja Dynamiki Maszyn, Rynia (1976), Wysokie Tatry (1979),

– Polska Konferencja Mechaniki Ciała Stałego, Wisła (1976), Ruciane (1977), Gołub (1980),

- International Congress on Application of Mathematics in Engineering, Weimar (1978),
- IUTAM Symposium on Shell Theory, Tbilisi (1978),
- Italian-Polish Meeting on Elasticity, Pisa (1976),

Zakład realizował efektywną współpracę naukową z placówkami zagranicznymi:

- Institut für Mechanik RUB, Bochum (RFN),
- Institut problem maszynostroenija AN USSR, Charkow (ZSRR).

Utrzymywał również kontakty z wielu innymi placówkami. W ramach współpracy odbywały się konsultacje, staże i kontrakty naukowe na zasadach wzajemnej wymiany, prowadzono również wspólne badania. Plonem tych związków były między innymi wykonane prace naukowe [I.21, 63, 74, 100, II.15], rozprawy [I.81] i wykłady [III.28].

Zamierzenia badawcze zakładu

W latach 1981 - 1985 Zakład będzie uczestniczył w 3 problemach: w rządowym programie badawczo-rozwojowym PR-8 „Kompleksowy rozwój energetyki”, w problemie węzłowym A 05.10 „Rozwój taboru pływającego oraz systemów okrętowych” oraz problemie

węzłowym A 05.12 „Wytrzymałość i optymalizacja konstrukcji maszynowych i budowlanych”.

W ramach problemu rządowego Zakład zajmować się będzie problemami wytrzymałości i drgań elementów konstrukcyjnych maszyn energetycznych, głównie turbin parowych. Obejmować one będą zagadnienia oceny wytężenia materiału, wyznaczania charakterystyk dynamicznych przy drganiach własnych, wymuszonych i samowzbudnych, optymalizacji geometrii ze względu na własności mechaniczne, opracowanie metod identyfikacji i diagnozy własności dynamicznych, weryfikację doświadczalną, oraz rozwijanie metod numerycznych obliczeń. Głównym celem tych badań będzie zwiększenie bezpieczeństwa, dyspozycyjności i niezawodności działania turbozespołów oraz dostarczenie przesłanek do budowy ulepszonych konstrukcji.

W problemie węzłowym A 05.10 Zakład w dalszym ciągu zajmować się będzie problemami dynamiki napędów okrętowych oraz sprawami identyfikacji parametrów konstrukcji przy drganiach statku. Tworzone będą odpowiednie metody, algorytmy i programy przydatne w okrętowych biurach projektowych.

W ramach problemu węzłowego A 05.12 przewiduje się wykonanie algorytmicznej analizy niekonwencjonalnych sformułowań geometrycznie nieliniowej teorii powłok, w tym opracowanie różnych zasad wariacyjnych. Uzyskane wyniki będą przetwarzane w algorytmy i programy na EMC do analizy wytrzymałościowej i dynamicznej powłok sprężystych przeznaczone do wykorzystania w biurach projektowo-konstrukcyjnych oraz placówkach badawczych. Przewiduje się również opracowanie oryginalnej monografii z nieliniowej teorii powłok przeznaczonej dla środowiska naukowo-technicznego oraz nauczycieli akademickich i studentów.

I. Monografie, artykuły i komunikaty

- [1] Badur J., *Nieliniowa analiza sprężystych powłok obrotowych według teorii drugiego przybliżenia*. Materiały II Konferencji „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowanie”, Góluń 1978.
- [2] Badur J., *Samosterująca metoda rozwiązania zadań nieliniowej mechaniki konstrukcji*. Mechanika i Komputer (w druku).
- [3] Badur J., *Efektywne wyznaczanie punktów granicznych w nieliniowej mechanice konstrukcji*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [4] Badur J., Pietraszkiewicz W., *Różniczkowanie tensora obrotu i warunki ciągłości odkształceń w nieliniowej mechanice ośrodka ciągłego*. Materiały XXII Polskiej Konferencji Mechaniki Ciała Stałego, Góluń 1980.
- [5] Błocka B., *Drgania swobodne cienkich powłok obrotowych wzmocnionych pierścieniami równoleżnikowymi*. Materiały II Konferencji „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Góluń 1978.
- [6] Błocka B., *Drgania własne cienkich powłok obrotowych*. Materiały XXII Konferencji Mechaniki Ciała Stałego, Góluń 1980.
- [7] Błocki J., *Obliczenia statyczne segmentowych powłok obrotowych z żebrami*. Rozprawy Inżynierskie, 25, 2, 1977.
- [8] Błocki J., *Obliczenia statyczne segmentowych powłok obrotowych z żebrami programem STAPOR*. Materiały III Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, t. I, Opole 1977.
- [9] Błocki J., *Grube powłoki obrotowe obciążone powierzchniowo i termicznie*. Materiały II Konferencji „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Góluń 1978.

- [10] Błocki J., *Wpływ odkształceń postaciowych na rozkład naprężeń w powłokach uźebrowanych*. Materiały XXII Konferencji Mechaniki Ciała Stałego, Gołuń 1980.
- [11] Gawroński W., *Fuzzy elements*. Computers and Structures, vol. 10, 1979.
- [12] Gawroński W., Wilczyński B., *Optymalne projektowanie okrętowych układów napędowych z ograniczeniami na częstości drgań własnych*. Mechanika i Komputer, t. 3, 1980.
- [13] Gawroński W., Sielski M., *Interpretacja parametrów modalnych z charakterystyk amplitudowych układów mechanicznych o małym tłumieniu*. Zesz. Nauk. P.G., nr 315, Mechanika 39, 1980.
- [14] Gawroński W., Ostrowski L., *Optymalna korekcja macierzy bezwładności układu zanurzonego w cieczy*. Mechanika i Komputer (w druku).
- [15] Gawroński W., Kozłowski J., Sowiak A., *Investigations of ship hull vibrations by means of exciter*. Materiały Euromech 122: Numerical Analysis of the Dynamics of Ship Structures, Paris 1979.
- [16] Gawroński W., Kruszewski J., Ostachowicz W., Tarnowski J., Wittbrodt E., *Modelowanie układów mechanicznych w komputerowych obliczeniach drgań*. Materiały IV Sympozjum „Problemy dynamiki konstrukcji”, Rzeszów 1979.
- [17] Gawroński W., *Identification of mass, stiffness and damping matrices from resonance test data*. Materiały Euromech 131 „Identification Problems in Structural Dynamics”, Besançon 1980.
- [18] Gawroński W., *Identyfikacja macierzy bezwładności, tłumienia i sztywności dla swobodnych układów mechanicznych*. Materiały IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1980.
- [19] Janecki S., *Uwagi o rozkręcaniu łopatek wirnikowych*. Energetyka 11, 1976.
- [20] Janecki S., *Elementy mechaniki układów łopatkowych turbin parowych*. [W:] Współczesne zagadnienia dynamiki maszyn, Ossolineum, Warszawa 1976.
- [21] Janecki S., *Wlianie kinetostatycznych deformacji na sobstwenne kolebanija dlinnych lopatok turbomašin*. Dinamika i pročnost' mašin, 25, 1977.
- [22] Janecki S., *Skrećanie wirujących, wstępnie zwitych prętów z uwzględnieniem nieliniowości geometrycznych*. Prace IMP, z. 74, 1977.
- [23] Janecki S., *Drgania własne belek z uwzględnieniem wpływu ścinania*, Mechanika Teoretyczna i Stosowana 2, 1977.
- [24] Janecki S., Kucharski S., *Schwingungen freitragender Laufschaufeln der letzten Stufen von Dampfturbinen grosser Leistung*. Energietechnik 3, 1977.
- [25] Janecki S., Lidke M., *Drgania własne pakietów łopatek wirnikowych*. Materiały III Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, t. I, Opole, 1977.
- [26] Janecki S., *Problematyka badawcza w zakresie mechaniki układów łopatkowych turbin parowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [27] Janecki S., *Ogólne równania ruchu jednowymiarowych ciał smukłych*, Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [28] Janecki S., *Podstawowe równania ruchu wolnonośnych łopatek wirnikowych i ich doświadczalna weryfikacja*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923, 1978.
- [29] Janecki S., *Rozkręcanie łopatek wirnikowych pod wpływem obciążeń zewnętrznych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [30] Janecki S., *Drgania swobodne belek z uwzględnieniem ścinania*, Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [31] Janecki S., Więckowski J., *Działalność naukowa Zakładu Dynamiki Maszyn IMP PAN w latach 1973 - 1975*. [W:] Działalność Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w latach 1973 - 1975, PWN, Warszawa - Poznań 1978.
- [32] Janecki S., *Metody numeryczne stosowane w obliczeniach wytrzymałości i drgań łopatek wirnikowych osiowych maszyn przepływowych*. Materiały IV Konferencji „Technologia przepływowych maszyn wirnikowych”, Rzeszów 1978.
- [33] Janecki S., *O pewnym wariancie uogólnionych równań ruchu ciał smukłych opisanych modelami jednowymiarowymi*. Materiały III Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [34] Janecki S., *Uogólniona zasada Hamiltona dla liniowych, jednowymiarowych układów niezachowaw-*

- czych. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [35] Janecki S., *Obliczenia parametrów krytycznych wirujących prętów znajdujących się w przepływie*. Materiały III Sympozjum „Stateczność konstrukcji”, Łódź 1979.
- [36] Janecki S., *Wytrzymałość i drgania łopatek wirnikowych turbin i sprężarek osiowych*. Materiały IV Sympozjum „Dynamika konstrukcji”, Rzeszów 1979.
- [37] Janecki S., *Modele ciał smukłych i ich zastosowania techniczne*. Materiały XIX Sympozjum „Modelowanie w mechanice”, Szczyrk 1980.
- [38] Janecki S., *Elementy mechaniki analitycznej jednowymiarowych układów ciągłych*. Materiały IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1980.
- [39] Janecki S., *Funkcja Lagrange'a i zasada Hamiltona dla liniowych jednowymiarowych układów ciągłych poddanych działaniu obciążeń niezachowawczych*. Prace IMP, z. 79, 1980.
- [40] Janecki S., *Wytrzymałość i drgania wolnonośnych łopatek wirnikowych ostatnich stopni turbin parowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 105/1010/80 (praca habilitacyjna).
- [41] Janecki S., Kaczmarek J., *Konstruktive Optimierung von Dampfturbinenlaufschaufeln unter Berücksichtigung eigenfrequenzbedingter Begrenzungen*. Energietechnik, 5, 1980.
- [42] Kaczmarek J., *Optymalizacja modeli jednowymiarowych z ograniczeniami na częstotliwości drgań własnych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 75/948/79.
- [43] Kaczmarek J., *Twierdzenie o warunkach koniecznych optymalności dla pewnego uogólnionego zadania Lagrange'a bez fazowych ograniczeń*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 94/953/80.
- [44] Kaczmarek J., *Optymalizacja modeli jednowymiarowych z ograniczeniami na częstotliwości drgań własnych przy zastosowaniu zasady maksimum Pontriagina*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [45] Kaczmarek J., *O możliwości zastosowania zasady maksimum Pontriagina i metody sztywnych elementów skończonych do optymalizacji ciał smukłych*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [46] Kaczmarek J., *O zbieżności metody sztywnych elementów skończonych dla układów ciągłych modelowanych za pomocą belek*. Mechanika Teoretyczna i Stosowana (w przygotowaniu).
- [47] Kaczmarek J., *Optymalizacja konstrukcji płyty metodą mnożników Lagrange'a*. Materiały IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1980.
- [48] Lidke M., *Drgania własne pakietów łopatek wirnikowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [49] Mazurkiewicz M., *Analiza drgań wirującej płyty wspornikowej*. Materiały III Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.
- [50] Mazurkiewicz M., Tymiński K., *Analiza nieliniowych drgań płyt i powłok cylindrycznych przy użyciu maszyn analogowych*. Materiały III Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.
- [51] Mazurkiewicz M., *Algorytm obliczeń wytrzymałości i drgań własnych pojedynczej łopatki wirnikowej maszyn przepływowych metodą elementów skończonych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 43/917/78.
- [52] Mazurkiewicz M., *Analiza drgań wstępnie obciążonych powłok metodą elementów skończonych*. Materiały II Konferencji „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowanie”, Gołuń 1978.
- [53] Mazurkiewicz M., *Obliczenia numeryczne wirujących łopatek sprężarkowych metodą elementów skończonych*. Materiały IV Konferencji „Technologia przepływowych maszyn wirnikowych”, Rzeszów 1978.
- [54] Mazurkiewicz M., Kozłowski J., Gawroński W., *Orthogonality Tests for Ship Hull Modes*. Proc. Norwegian-Polish Seminar „The Modern Ship Vibration Problems”, Gdańsk 1978.
- [55] Mazurkiewicz M., Kozłowski J., Gawroński W., *Metoda oceny dokładności pomiaru form drgań kadłuba statku*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji” Koszalin 1979.
- [56] Mazurkiewicz M., *Zastosowanie modyfikacji ilorazu Rayleigha do wyznaczania częstotliwości drgań układów wirujących*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [57] Mazurkiewicz M., *Obliczenia wytrzymałości i drgań własnych łopatek wirnikowych maszyn przepływowych metodą elementów skończonych* (praca doktorska). Gdańsk 1979.

- [58] Mazurkiewicz M., *Obliczenia przemieszczeń, częstości i postaci drgań własnych łopatek wirnikowych metodą elementów skończonych*. Archiwum Budowy Maszyn, 4, 1980.
- [59] Pietraszkiewicz W., *Linear compatibility conditions for the non-linear theory of shells*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 155/843/76.
- [60] Pietraszkiewicz W., Wekezer J., Lidke M., Zmitrowicz A., *Obliczanie przestrzennych układów ramowych z uwzględnieniem wpływu sił osiowych na deformacje giętą prętów*. Rozprawy Inżynierskie, 24, 3, 1976.
- [61] Pietraszkiewicz W., *Obroty skończone i opis Lagrange'a w nieliniowej teorii powłok* (rozprawa habilitacyjna). Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 172/880/76.
- [62] Pietraszkiewicz W., *Some exact reduction of the non-linear shell compatibility conditions*. Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 57, 5, 1977.
- [63] Pietraszkiewicz W., *Introduction to the non-linear theory of shells*. Ruhr-Universität Bochum, Mitt. Inst. für Mechanik, Nr 10, 1977.
- [64] Pietraszkiewicz W., *Nieliniowe teorie cienkich powłok sprężystych*, [W:] *Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania*, tom 1, Mat. Symp., Kraków 1974, PWN, Warszawa 1978.
- [65] Pietraszkiewicz W., *Consistent second approximation to the elastic strain energy of a shell*. Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 59, 5, 1979.
- [66] Pietraszkiewicz W., *Niekotoryje sootnošenija nelinejnoj teorii oboloček Rejssnera*. Vestnik leningradskogo universiteta, Serija mat. mech. i astronom. 1, 1979.
- [67] Pietraszkiewicz W., *Niektóre problemy nieliniowej teorii powłok*. Mat. II Konferencji „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 1978.
- [68] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations and Lagrangean description in the non-linear theory of shells*. Polish Scientific Publishers, Warszawa – Poznań 1979.
- [69] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in the non-linear theory of thin shells*. [In:] *Thin Shell Theory, New Trends and Applications*, W. Olszak, Ed., Springer-Verlag, Wien 1980.
- [70] Pietraszkiewicz W., II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Nauka Polska, 5, 1979.
- [71] Pietraszkiewicz W., II Konferencja „Konstrukcje powłokowe-teoria i zastosowania”, Mechanika Teoretyczna i Stosowana, 17, 3, 1979.
- [72] Pietraszkiewicz W., *Three forms of geometrically non-linear bending shell equations*. Prace IMP, z. 81, 1981.
- [73] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in shells*. [In:] *Theory of Shells*, W. T. Koiter, G. K. Mikhailov, Eds., Proc. 3rd IUTAM Symp., Tbilisi 1978; North-Holland P. Co., Amsterdam 1980.
- [74] Schmidt R., Pietraszkiewicz W., *Variational principles in the geometrically non-linear theory of shells undergoing moderate rotations*, Ingenieur-Archiv, nr 50, 3, 1981.
- [75] Pietraszkiewicz W., *Niektóre problemy nieliniowej teorii powłok*. Mechanika Teoretyczna i Stosowana, 18, 2, 1980.
- [76] Pietraszkiewicz W., Szwabowicz M., *Lagrangian non-linear theory of thin shells*. Archives of Mechanics, 33, 2, 1981.
- [77] Pietraszkiewicz W., Koreferat pracy C. Woźniak, *Podstawy nieliniowej mechaniki powłok*. [W:] *Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania*, tom 1, PWN, Warszawa 1978.
- [78] II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 6 - 10 XI 1978 (referaty pod red. W. Pietraszkiewicza), Wyd. CTO, Gdańsk 1978, s. 280.
- [79] II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 6 - 10 XI 1978 (referaty problemowe pod red. W. Pietraszkiewicza) Wyd. CTO, Gdańsk 1978, s. 160.
- [80] Schmidt R., Pietraszkiewicz W., *Zasady wariacyjne w geometrycznie nieliniowej teorii powłok przy umiarkowanych obrotach*. Materiały XXII Konferencji Mechaniki Ciała Stałego, Gołuń 1980.
- [81] Schmidt R., *Systematische Herleitung von Variationsprinzipien für geometrisch nichtlineare Schalentheorien bei auftreten von Rotationen mittlerer Größenordnung* (Doktorarbeit). Ruhr-Universität, Bochum 1980.
- [82] Szczygiał J., *Sily tarcia wewnętrznego w materiałach konstrukcyjnych przy drganiach skrętnych*. Materiały VII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1976.

- [83] Szczygieł J., *Analiza teoretyczna tłumionych drgań skrętnych pręta przy zadanych obciążeniach okresowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [84] Szwabowicz M., *O równaniach nieliniowej teorii powłok cienkich w opisie Lagrange'a*. Materiały XXII Konferencji Mechaniki Ciała Stałego, Gołuch 1980.
- [85] Walczyk Z., *Wpływ niektórych parametrów na drgania wymuszone oraz stateczność ruchu wirników*. Materiały II Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1976.
- [86] Walczyk Z., *Metody oceny stateczności ruchu oraz wyznaczanie częstości i form drgań własnych wielopodporowych wirników turbogeneratorów*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 11/831/77.
- [87] Walczyk Z., *Wpływ sił tnących na krytyczne obroty wirników maszyn energetycznych. Część I*, Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 20/885/77.
- [88] Walczyk Z., *Uwagi o problemach analizy dynamicznych własności wirników maszyn energetycznych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [89] Walczyk Z., *Stateczność ruchu liniowych układów ciągłych oraz stateczność ruchu wirników*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [90] Walczyk Z., *Drgania długich linii wałów okrętowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 33/923/78.
- [91] Walczyk Z., *Wpływ nieliniowości filmu olejowego łożysk wału na jego drgania*. Materiały III Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [92] Walczyk Z., *System programów i algorytmów rozwiązywania problemów wymuszonych drgań oraz krytycznych prędkości obrotowych długich linii okrętowych wałów napędowych*. Materiały III Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [93] Walczyk Z., *Drgania okrętowych wałów napędowych*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [94] Walczyk Z., *Drgania wymuszone i krytyczne prędkości obrotowe linii napędowych wałów okrętowych*. [W:] *Dynamika Maszyn, Modelowanie i analiza dynamiczna wirników, Modelowanie układów podlegających zderzeniom*, Ossolineum 1979, s. 253.
- [95] Walczyk Z., *Wyrównoważenie i identyfikacja niewyrównoważenia wirników maszyn energetycznych*, ibid s. 279.
- [96] Walczyk Z., *Balancing and unbalance identification of multisupport shafts and rotors*. Rozprawy Inżynierskie 3, 1979.
- [97] Walczyk Z., *Forced Vibrations and Critical Speeds of Rotors of Power Station Turbines*. Materiały VII th Conference of Steam Turbines of Large Output: Steam Turbines for Nuclear Power Plants, Płeń 1979.
- [98] Walczyk Z., *Wpływ sił tnących na krytyczne obroty wirników maszyn energetycznych. Część II*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 114/1004/90.
- [99] Walczyk Z., *Drgania okrętowych wałów napędowych*. *Mechanika i Komputer*, t. IV, 1980.
- [100] Worobiew Ju., S., Filippow A. P., *Optimizacja spektra sobstwiennych czastot rabocich łopatek turbomaszyn s promieżutocznymi swjazkami*. *Prace IMP*, z. 77, 1980.
- [101] Zmitrowicz A., *Ruch płaski dwóch brył sztywnych z prostą styku*. Zesz. Nauk. IMP PAN, 1/877/77.
- [102] Zmitrowicz A., *Równania ruchu dwóch brył sztywnych stykających się wzdłuż chropowatej płaszczyzny*. Zesz. Nauk. IMP PAN, 33/923/78.
- [103] Zmitrowicz A., *Tensor tarcia Coulomba*. *Mechanika Teoretyczna i Stosowana*, 4 (15), 1977.
- [104] Zmitrowicz A., *Siły tarcia Coulomba podczas wirowania*. *Mechanika Teoretyczna i Stosowana*, 4 (16), 1978.
- [105] Zmitrowicz A., *Model chropowatego styku ciał w postaci skupionego elementu tarcowego*. Materiały VIII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [106] Zmitrowicz A., *Opis sił tarcia Coulomba w złożonym ruchu względnym ciał stałych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, 33/923/78.
- [107] Zmitrowicz A., *Mechanizmy tarciove w układach łopatkowych maszyn wirnikowych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, 45/919/78.
- [108] Zmitrowicz A., *Analiza numeryczna drgań układu ramowego z tarcem suchym na powierzchni nieciągłości*. Materiały IV Konferencji „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.

- [109] Zmitrowicz A., *Analiza drgań pakietu łopatek z uwzględnieniem tarcia suchego na powierzchni nieciągłości bandaża*. Materiały Konferencji „Problemy dynamiki konstrukcji”, Rzeszów 1979.
- [110] Zmitrowicz A., *Drgania układu prętowego z tarcie Coulomba na powierzchni nieciągłości*. Mechanika Teoretyczna i Stosowana, 3 (18), 1980.

II. Opracowania wewnętrzne

- [1] Badur J., *Algorytm nieliniowej analizy statycznej obrotowych sprężystych powłok według teorii 2-go przybliżenia*, nr arch. 250/78.
- [2] Błocka B., Guryn G., *Program SORD w języku FORTRAN IV*, nr arch. 230/79.
- [3] Błocka B., *Wpływ warunków brzegowych na częstości własne cienkich powłok sprężystych obrotowych*, nr arch. 275/79.
- [4] Błocka B., *Drgania własne cienkich powłok obrotowych*, nr arch. 233/79.
- [5] Błocki J., *Program STAPOS*, nr arch. 207/77.
- [6] Błocki J., *Zastosowanie metody podukładów do obliczeń rozgałęzionych powłok obrotowych*, nr arch. 254/78.
- [7] Janecki S., *Problemy wytrzymałości i drgań układów łopatkowych osiowych maszyn przepływowych*, nr arch. 89/79.
- [8] Kaczmarek J., *Opracowanie algorytmu i programu dla zadania optymalizacyjnego na minimum objętości i optymalnej rekonstrukcji*, nr arch. 90/79.
- [9] Kaczmarek J., *Opis programu realizującego zadanie optymalnej rekonstrukcji łopatki wirnikowej*, nr arch. 96/80.
- [10] Lidke M., *Metoda określania wytrzymałości pakietów łopatek wirnikowych*, nr arch. 269/78.
- [11] Lidke M., *Metoda obliczania wytrzymałości kinetostatycznej i drgań własnych pakietów łopatek wirnikowych*, nr arch. 210/79.
- [12] Mazurkiewicz M., *Wyznaczanie częstości i postaci drgań własnych układów liniowo sprężystych*, nr arch. 139/76.
- [13] Mazurkiewicz M., *Program obliczeń wytrzymałości i częstości drgań własnych wirującej płyty wspornikowej*, nr arch. 168/78.
- [14] Mazurkiewicz M., *Algorytm wyznaczania parametrów drgań złożonych układów wirujących metodą elementów skończonych*, nr arch. 125/80.
- [15] Pietraszkiewicz W., *On Prof. W. T. Koiter's remarks on the non-linear theory of shells*, nr arch. A 127/77.
- [16] Stumpf H., *Complementary variational principles in geometrical non-linear shell theory with moderate rotations*, Ruhr-Universität, Institut für Mechanik, Bochum 1979.
- [17] Szczygieł J., *Przybliżone określenie charakterystyk dynamicznych nieliniowego układu mechanicznego o jednym stopniu swobody z tarcie wewnętrzne*, nr arch. 159/76.
- [18] Szczygieł J., *Siły tarcia w materiałach konstrukcyjnych przy drganiach skrętnych*, (praca doktorska) nr arch. 152/76.
- [19] Szczygieł J., *Analiza tłumienia drgań skrętnych pręta z niejednorodnym rozkładem naprężeń stycznych*, nr arch. 243/78.
- [20] Walczyk Z., *Drgania wymuszone i stateczność ruchu wielopodporowego wirnika turbogeneratorskiego*, (praca doktorska), nr arch. 81/76.
- [21] Walczyk Z., *Wpływ nieliniowości filmu olejowego łożysk wirnika na ruch wymuszony i jego stabilność na przykładzie giętkiego wirnika dwupodporowego*, nr arch. 274/78.
- [22] Zmitrowicz A., *Teoretyczny model anizotropowego tarcia suchego — własności i zastosowanie w dynamice układów łopatkowych turbin* (praca doktorska), Gdańsk 1979.
- [23] Zmitrowicz A., *Ocena sił tłumiących na powierzchni rozcięcia bandaża w pakietach łopatek*, nr arch. 51/76.
- [24] Zmitrowicz A., *Wpływ nieciągłości półki bandaża na drgania własne łopatek turbinowych pakietowych parami*, nr arch. 105/78.

- [25] Zmitrowicz A., *NOMA, EIGEN* — analiza drgań własnych łopatek z bandażem pakietowanych parami. Opis programów i instrukcja użytkowania, nr arch. 219/78.
- [26] Zmitrowicz A., *PACKET* — analiza drgań pakietów łopatek z uwzględnieniem tłumienia siłami tarcia suchego na powierzchni rozcięcia bandaża. Opis programu i instrukcja użytkowania, nr arch. 269/79.

III. Opracowania zewnętrzne

- [1] Badur J., *Powłoki grube*, nr arch. 35/80, na zlec. IPPT PAN.
- [2] Badur J., *Przemieszczeniowe równania geometrycznie nieliniowej teorii powłok obrotowych. Dyskusja przypadków szczególnych*, opracowanie ZAMPAN na zlec. IMP PAN, 1977.
- [3] Błocka B., *Przegląd stosowanych metod obliczeń dynamicznych powłok obrotowych*, nr arch. 104/76, oprac. ZAMPAN na zlec. IMP PAN.
- [4] Błocka B., *Algorytm obliczania drgań swobodnych powłok obrotowych wzmocnionych pierścieniami równoleżnikowymi*, nr arch. 182/77 na zlec. IPPT PAN.
- [5] Błocka B., *Kinetyczne warunki brzegowe dla powłok obrotowych w energetycznej metodzie różnic skończonych*, nr arch. 228/78, na zlec. IPPT PAN.
- [6] Błocki J., *Program STAPOR*, nr arch. 120/76, na zlec. IPPT PAN.
- [7] Błocki J., *Wyniki obliczeń numerycznych powłok obrotowych programem STAPOR*, nr arch. 143/76, na zlec. IPPT PAN.
- [8] Błocki J., *Obliczenia statyczne grubych uźebrowanych powłok obrotowych obciążonych powierzchniami i termicznie*, nr arch. 183/77, na zlec. IPPT PAN.
- [9] Błocki J., *Obliczenia statyczne segmentowych powłok obrotowych z żebrami programem STAPOR*, nr arch. 36/79, na zlec. GBPBP.
- [10] Błocki J., *Koncentracja naprężeń wywołana zniekształceniem geometrii rurociągu walcowego*, nr arch. 277/79, na zlec. Elektrowni Żarnowiec.
- [11] Błocki J., *Obliczenia wytrzymałościowe zbiornika żelbetowego elektrowni wodnej i oczyszczalni ścieków Grębocin*, nr arch. 86/79, na zlec. GBPBP.
- [12] Cimoszko A., *Wzory geometrycznie nieliniowej teorii powłok cienkich*, nr arch. 97/76, na zlec. IPPT PAN.
- [13] Cimoszko A., *Opis geometrycznie nieliniowej teorii powłok przy pomocy wektora skończonego obrotu i wektora funkcji naprężeń*, nr arch. 98/76, na zlec. IPPT PAN.
- [14] Cimoszko A., *Równania wewnętrzne geometrycznie nieliniowej teorii powłok obrotowych*, nr arch. 106/76, na zlec. IPPT PAN.
- [15] Gawroński W., Tarnowski J., Sawiak S., Sielski M., *Wyznaczanie masy wody towarzyszącej drganiom gętnym kadłuba na bazie pomiarów częstości i form drgań własnych*. Na zlec. CTO nr 780151, 1980.
- [16] Gawroński W., Tarnowski J., Sawiak S., Sielski M., *Opracowanie programu komputerowego do algorytmu identyfikacji macierzy bezwładności, tłumienia i sztywności z testów rezonansowych*, nr 780151, 1980, na zlecenie CTO.
- [17] Gawroński W., *Metoda rozkładu mas modalnych w identyfikacji parametrów drgań kadłuba statku*, nr arch. 52/80, na zlec. CTO.
- [18] Janecki S., Lidke A., *Algorytm i program wyznaczania częstości drgań własnych pakietów łopatek z bandażem*, nr arch. 52/76, na zlec. ZAMECH.
- [19] Janecki S., *Algorytm wyznaczania współczynników ścinania profili łopatkowych*, nr arch. 53/77, na zlec. WSK PZL w Rzeszowie.
- [20] Janecki S., Lidke M., *Algorytm i metoda obliczeń wytrzymałości kinetostatycznej i dynamicznej przy drganiach własnych pojedynczych łopatek wirnikowych sprężarek i turbin gazowych*, nr arch. 129/77, na zlec. WSK PZL w Rzeszowie.
- [21] Janecki S., Lidke M., *Ocena wibracyjna łopatki wirnikowej st. ZP cz. NP turbiny 13K215*, nr arch. 127/77, na zlec. ZAMECH.

- [22] Janecki S., *Przykłady do testowania programu obliczeń wytrzymałości statycznej i dynamicznej pojedynczych łopatek wirnikowych sprężarek i turbin gazowych*, nr arch. 173/78, na zlec. WSK PZL w Rzeszowie.
- [23] Lidke M., *Projekt programu obliczeń wytrzymałości statycznej i dynamicznej przy drganiach własnych pojedynczych łopatek wirnikowych sprężarek i turbin gazowych*, nr arch. 158/78, na zlec. WSK PZL w Rzeszowie.
- [24] Mazurkiewicz M., Zmitrowicz A., *Wyznaczanie współczynników podatności podpór linii wałów*, nr arch. 21/75, na zlec. CTO Gdańsk.
- [25] Mazurkiewicz M., *Algorytm budowy macierzy sztywności i macierzy mas metodą superelementów*, nr arch. 155/76, na zlec. CTO Gdańsk.
- [26] Mazurkiewicz M., Gawroński W., Libusa M., *Opracowanie metod identyfikacji parametrów mechanicznych w obliczeniach drgań konstrukcji okrętowych*. Na zlec. CTO nr 780151 Gdańsk, opracowanie Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn PG Gdańsk, 1979.
- [27] Mazurkiewicz M., *Optymalna korekta macierzy sztywności i mas przy wykorzystaniu testu rezonansowego*. Na zlec. CTO nr 780151 Gdańsk, opracowanie Instytutu Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1979.
- [28] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in the non-linear theory of shells*, nr arch. 119/77, na zlec. International Centre for Mechanical Sciences, Udine.
- [29] Pietraszkiewicz W., *Polskie badania z mechaniki materiałów kompozycyjnych (uzupełnienie za lata 1973 - 77)*, nr arch. 197/77, na zlec. Komitetu Naukoznawstwa PAN.
- [30] Pietraszkiewicz W., Zmitrowicz A., Lidke M., Liwo A., *Wstępne obliczenia wytrzymałościowe oraz metodyka pomiaru odkształceń wysięgnika ŻP 816h2*, nr arch. 287/79, na zlec. CTO Gdańsk.
- [31] Pietraszkiewicz W., Zmitrowicz A., Lidke M., *Obliczenia wytrzymałościowe wysięgnika ŻP 816h2*, nr arch. 91/80, na zlec. CTO Gdańsk.
- [32] Świszalski J., Drożyński Z., kons. Pietraszkiewicz W., *Obliczenia wytrzymałościowe tarcz kierowniczych. Cz. Ia. Skorygowany algorytm obliczeń*, nr umowy 21/77, Oprac. ZAMPAN, na zlec. ZAMECH.
- [33] Walczyk Z., *Wymuszone drgania i obroty krytyczne wałów okrętowych (metoda i algorytm obliczeń)*, nr arch. 100/76 na zlec. CTO.
- [34] Walczyk Z., Liwo A., *Wyważanie sztywnych wirników dwupodporowych sprężyscie podpartych*, nr arch. 142/76, na zlec. CTO.
- [35] Walczyk Z., Piotrowska M., *Program na emc do algorytmu obliczania drgań wymuszonych wałów okrętowych. Część 2*; nr arch. 162/76 na zlec. CTO.
- [36] Walczyk Z., Cegielski A., *Orzeczenie dotyczące przyczyn uszkodzeń wentylatorów VKBU-21-3 firmy AB Svenska Flaktfabriken stosowanych w centralach klimatyzacyjnych produkcji KLIMOR*, nr arch. 251/77, na zlec. Zakładu Okrętowych Urządzeń Chłodniczych i Klimatyzacyjnych w Gdyni.
- [37] Walczyk Z., Cegielski A., *Badania i propozycje zmian w konstrukcji zespołu wentylatorowego dla zapobieżenia awariom wentylatorów typu VKBU-21-3 firmy AB Svenska Flaktfabriken*, nr arch. 70/78, na zlec. Zakładu Okrętowych Urządzeń Chłodniczych i Klimatyzacyjnych w Gdyni.
- [38] Walczyk Z., Cegielski A., *Uzupełniające badania wentylatorów typu VKBU-21-3 firmy AB Svenska Flaktfabriken*, nr arch. 172/78, na zlec. Zakładu Okrętowych Urządzeń Chłodniczych i Klimatyzacyjnych w Gdyni.
- [39] Walczyk Z., *Analiza dynamicznego stanu oraz wstępna ocena przyczyn awarii wentylatorów spalini pracujących w Hucie Katowice*, nr arch. 262/78, na zlec. Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej.
- [40] Walczyk Z., Cegielski A., *Orzeczenie dotyczące przyczyn okresowego pogarszania się stanu dynamicznego wirników wentylatorów typu WPWDS 125/1,8 zainstalowanych przy kotłach OPG-230-w Hucie Katowice*, nr arch. 139/79, na zlec. Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej.
- [41] Walczyk Z., Piotrowska M., *Giętne, wymuszone drgania i obroty krytyczne wałów okrętowych. Instrukcja użytkowania programu*, nr arch. 254/79, na zlec. CTO w Gdańsku.

- [42] Walczyk Z., *Analiza teoretyczna dynamicznych własności wirników wentylatorów spalin WPWDS-125/1,8 po częściowej modyfikacji konstrukcji wirników*, nr arch. 19/80, na zlec. Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej.
- [43] Walczyk Z., *Teoretyczne wyznaczanie dynamicznych własności ssawy konwertorowej typu KK N-102,5-AKLH. Część I. Teoretyczne określenie czułości wirnika ssawy na niewyważenie typu statycznego. Część II. Obliczenia krytycznych obrotów wirnika ssawy w funkcji podatności podpór*, nr arch. 18/80, na zlec. Kombinatu Metalurgicznego „Huta Katowice” w Dąbrowie Górniczej.
- [44] Walczyk Z., *Obliczenia krytycznych liczb obrotów wirnika doświadczalnej sprężarki transsonicznej i obliczenia wytrzymałościowe jego tarczy*, nr arch. 123/80, na zlec. WSK PZL w Rzeszowie.
- [45] Zmitrowicz A., Mazurkiewicz M., *Przystosowanie ogólnych metod wyznaczania podatności układów mechanicznych do określenia liczb wpływowych podpór wału okrętowego*, nr arch. 123/76, na zlecenie CTO w Gdańsku.

IV. Wygłoszone referaty

- [1] Badur J., *Nieliniowa analiza sprężystych powłok obrotowych według teorii drugiego przybliżenia* II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowanie”, Gołuń 1978.
- [2] Badur J., *Efektywne wyznaczanie punktów granicznych w nieliniowej mechanice konstrukcji*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [3] Badur J., Pietraszkiewicz W., *Differentiation of the rotation tensor and compatibility conditions in non-linear continuum mechanics*. XXIIInd Polish, Solid Mechanics Conference, Gołuń 1980.
- [4] Błocka B., *Drgania swobodne cienkich powłok obrotowych wzmocnionych pierścieniami równoleżnikowymi*. II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 1978.
- [5] Błocka B., *Free vibrations of thin shells of revolution*. XXIIInd Polish Solid Mechanics Conference, Gołuń 1980.
- [6] Błocki J., *Obliczenia statyczne segmentowych powłok obrotowych z żebrami*. III Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.
- [7] Błocki J., *Grube powłoki obrotowe obciążone powierzchniowo i termicznie*. II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 1978.
- [8] Błocki J., *Obliczenia statyczne segmentowych powłok obrotowych z żebrami programem STAPOR*. Cykl referatów, Gdańskie Biuro Projektów Budownictwa Przemysłowego, 1979.
- [9] Błocki J., *The influence of transverse shear deformations on the stress distribution in shells with ribs*. XXIIInd Polish Solid Mechanics Conference, Gołuń 1980.
- [10] Gawroński W., *Modelowanie układów mechanicznych w komputerowych obliczeniach drgań*. IV Sympozjum „Problemy dynamiki Konstrukcji”, Rzeszów 1979.
- [11] Gawroński W., *Identification of mass, stiffness and damping matrices from resonance test data*. Euromech 131, Besançon 1980.
- [12] Gawroński W., *Identyfikacja macierzy bezwładności, tłumienia i sztywności dla swobodnych układów mechanicznych*. IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1980.
- [13] Gawroński W., *Numerical methods in the analysis of large mechanical systems*. Odczyt w TU Rostock, Rostock 1980.
- [14] Janecki S., *O pewnym uogólnieniu modelu belki Timoszenki*. VII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1976.
- [15] Janecki S., Kucharski S., *Berechnung der Schwingungsfrequenzen von freitragenden Laufschaufeln von Dampfturbinen Endstufen*. VII Kraftwerkstechnischen Kolloquium, TU Dresden 1976.
- [16] Janecki S., *Problematyka badawcza w zakresie mechaniki układów łopatkowych turbin parowych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk, 1977.
- [17] Janecki S., *Ogólne równania ruchu jednowymiarowych ciał smukłych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [18] Janecki S., *Podstawowe równania ruchu wolnoosobnych łopatek wirnikowych i ich doświadczalna*

- weryfikacja. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [19] Janecki S., *Rozkręcanie łopatek wirnikowych pod wpływem obciążeń zewnętrznych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [20] Janecki S., *Drgania swobodne belek z uwzględnieniem ścinania*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [21] Janecki S., *Kolebanija sterżnej s učetom sdviga*. Seminar „Naučnye osnovy pročnosti”, Charkov 1977.
- [22] Janecki S., Lidke M., *Drgania własne pakietów łopatek wirnikowych*. III Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.
- [23] Janecki S., *Metoda i system programów obliczania wytrzymałości i drgań pojedynczych łopatek wirnikowych turbin gazowych i sprężarek osiowych*. Seminarium OBR PZL. Rzeszów 1978.
- [24] Janecki S., *O pewnym wariancie ogólnych równań ruchu ciał smukłych opisywanych modelami jednowymiarowymi*. VIII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [25] Janecki S., *Metody numeryczne stosowane w obliczeniach wytrzymałości i drgań łopatek wirnikowych osiowych maszyn przepływowych*. IV Konferencja „Technologia przepływowych maszyn wirnikowych”, Rzeszów 1978.
- [26] Janecki S., *Uogólniona zasada Hamiltona dla jednowymiarowych niezachowawczych układów ciągłych*. Konferencja szkoleniowa PAN „Badania jakościowe w nieliniowych układach dyskretnych i ciągłych”, Jabłonna 1978.
- [27] Janecki S., *Funkcja Lagrange’a i zasada Hamiltona dla liniowych, jednowymiarowych układów niezachowawczych*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [28] Janecki S., *Problemy wytrzymałości i drgań układów łopatkowych osiowych maszyn przepływowych*. Ogólnopolskie Seminarium Sekcji Dynamiki Maszyn KBM, Warszawa 1979.
- [29] Janecki S., *Obliczanie parametrów krytycznych wirujących prętów znajdujących się w przepływie*. III Sympozjum „Stateczność konstrukcji”, Łódź 1979.
- [30] Janecki S., *Wytrzymałość i drganja łopatek wirnikowych turbin i sprężarek osiowych*. IV Sympozjum „Dynamika Konstrukcji”, Rzeszów 1979.
- [31] Janecki S., Kaczmarek J., *Konstruktive Optimierung von Dampfturbinenlaufschaufeln unter Berücksichtigung eigen frequenzbedingter Begrenzungen*. XI Kraftwerkstechnische Kolloquium, Drezno 1979.
- [32] Janecki S., *Modele ciał smukłych i ich zastosowania techniczne*. XIX Sympozjum „Modelowanie w mechanice”, Szczyrk 1980.
- [33] Janecki S., *Elementy mechaniki analitycznej jednowymiarowych układów ciągłych*. IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1980.
- [34] Janecki S., *Równania ruchu jednowymiarowych modeli ośrodka ciągłego i ich zastosowania*. Wykład na Seminarium Instytutu Budowy Maszyn WSI w Koszalinie, Koszalin 1980.
- [35] Janecki S., *Problemy wytrzymałości i drgań układów łopatkowych turbin parowych*. Konferencja „Podstawy projektowania maszyn i urządzeń energetycznych w okresie 1976 - 1980”, Gdańsk 1980.
- [36] Kaczmarek J., *Optymalizacja modeli jednowymiarowych z ograniczeniami na częstotliwości drgań własnych przy zastosowaniu zasady maksimum Pontriagina*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [37] Kaczmarek J., *O możliwości zastosowania zasady maksimum Pontriagina i metody sztywnych elementów skończonych do optymalizacji ciał smukłych*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [38] Lidke M., *Drgania własne pakietów łopatek wirnikowych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [39] Mazurkiewicz M., *Analiza drgań wirującej płyty wspornikowej*. III Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.
- [40] Mazurkiewicz M., Tymiński W., *Analiza nieliniowych drgań płyt i powłok cylindrycznych przy użyciu maszyn analogowych*. III Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Opole 1977.

- [41] Mazurkiewicz M., *Algorytm oceny wytrzymałości i drgań własnych łopatek wirnikowych z zastosowaniem metody elementów skończonych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [42] Mazurkiewicz M., *Wpływ ruchu obrotowego na drgania własne płyty wspornikowej*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [43] Mazurkiewicz M., *Analiza dynamiczna łopatek turbinowych metodą elementów skończonych*. VIII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1978.
- [44] Mazurkiewicz M., Kozłowski J., Gawroński W., *Dynamic Analysis of Rotating Structures Using Finite Element Method*. International Centre for Mechanical Sciences, Udine, Włochy 1978.
- [45] Mazurkiewicz M., *Analiza drgań wstępnie obciążonych powłok metodą elementów skończonych*. II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowanie”, Gołuch 1978.
- [46] Mazurkiewicz M., *Orthogonality Test for Ships Hull Modes*. Norwegian-Polish Seminar „The Modern Ship Vibration Problems”, Gdańsk 1978.
- [47] Mazurkiewicz M., *Obliczenia numeryczne wirujących łopatek sprężarkowych metodą elementów skończonych*. IV Konferencja „Technologia przepływowych maszyn wirnikowych”, Rzeszów 1978.
- [48] Mazurkiewicz M., *Zastosowanie modyfikacji ilorazu Rayleigha do wyznaczania częstości drgań układów wirujących*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [49] Mazurkiewicz M., Kozłowski J., Gawroński W., *Metoda oceny dokładności pomiaru form drgań kadłuba statku*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [50] Mazurkiewicz M., *Obliczenia przemieszczeń i drgań własnych łopatek maszyn przepływowych metodą elementów skończonych*. Seminarium Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, Gdańsk 1979.
- [51] Mazurkiewicz M., *Obliczenia wytrzymałości i drgań własnych łopatek maszyn przepływowych metodą elementów skończonych*. Ogólnopolskie Seminarium Dynamiki Maszyn zorganizowane przez Sekcję Dynamiki Maszyn PAN, Warszawa 1979.
- [52] Mazurkiewicz M., *Optymalna korelacja macierzy sztywności i mas przy wykorzystaniu testu rezonansowego*. IX Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Białejewko 1980.
- [53] Pietraszkiewicz W., *Obroty skończone w nieliniowej teorii powłok*, Posiedzenie Prezydium Polskiej Sekcji IUTAM, Warszawa 1976.
- [54] Pietraszkiewicz W., *Osnovy nelineinoy teorii tolstych oboloczek*. 3-e Sowieszczanie uczenych Leningrada i Gdańska, Mech.-Matem. Ft LGU, Leningrad 1976.
- [55] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in the non-linear theory of shells*. 2-nd Italian-Polish Meeting on Elasticity, Pisa 1976.
- [56] Pietraszkiewicz W., *Geometrical boundary conditions in the non-linear theory of shells*. XVIII Polska Konferencja Mechaniki Ciała Stałego, Wisła-Jawornik 1976.
- [57] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in shells*. Seminar in Mechanik, Rheinisch-Westfalisch Technische Hochschule, Aachen 1977.
- [58] Pietraszkiewicz W., *Obroty skończone i opis Lagrange’a w nieliniowej teorii powłok*, (kolokwium habilitacyjne). Wyd. BL Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1977.
- [59] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in shells*. XIX Polska Konferencja Mechaniki Ciała Stałego, Ruciane-Piaski 1977.
- [60] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in the non-linear theory of shells*. 5 lectures, Course on Thin Shells, International Centre for Mechanical Sciences, Udine 1977.
- [61] Pietraszkiewicz W., *Consistent second approximation to the elastic strain energy of a shell*. GAMM Annual Meeting, Brussels 1978.
- [62] Pietraszkiewicz W., *Foundations and consistent approximations in the geometrically non-linear theory of thin shells*. Sonderseminar in Mechanik, Technische Universität Hannover, 1978.
- [63] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in shells*. Kolloquium für Mechanik, Technische Universität Braunschweig, 1978.
- [64] Pietraszkiewicz W., *Consistent approximation in the geometrically non-linear bending theory*

- of thin shells*. Kolloquium des Fachbereichs Maschinenbau, Hochschule der Bundeswehr, Hamburg 1978.
- [65] Pietraszkiewicz W., *Three forms of geometrically non-linear bending shell equations*. VIIIth International Congress on Application of Mathematics in Engineering, Weimar 1978.
- [66] Pietraszkiewicz W., *Finite rotations in shells*. IIInd IUTAM Symposium on Shell Theory, Tbilisi 1978.
- [67] Pietraszkiewicz W., *Niektóre problemy nieliniowej teorii powłok*. Referat problemowy. II Konferencja „Konstrukcje powłokowe, teoria i zastosowania”, Gołuń 1978.
- [68] Schmidt R., Pietraszkiewicz W., *Variational principles in the geometrically non-linear theory of shells undergoing moderate rotations*. XXIIInd Polish Solid Mechanics Conference, Gołuń 1980.
- [69] Szczygieł J., *Sily tarcia wewnętrznego w materiałach konstrukcyjnych przy drganiach skrętnych*. VII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1976.
- [70] Szczygieł J., *Analiza teoretyczna tłumionych drgań skrętnych pręta przy zadanych obciążeniach okresowych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [71] Szwabowicz M., *On the equations of the non-linear theory of shells in the Lagrangean description*. XXIIInd Polish Solid Mechanics Conference, Gołuń 1980.
- [72] Walczyk Z., *Wpływ niektórych parametrów na drgania wymuszone oraz stateczność ruchu wirników*. II Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1976.
- [73] Walczyk Z., *Uwagi o problemach analizy dynamicznych własności wirników maszyn energetycznych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [74] Walczyk Z., *Drgania długich linii wałów okrętowych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [75] Walczyk Z., *Stateczność ruchu liniowych układów ciągłych oraz stateczność ruchu wirników*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1977.
- [76] Walczyk Z., *Wpływ nieliniowości filmu olejowego łożysk wału na jego drgania*. III Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1978.
- [77] Walczyk Z., *System programów i algorytmów rozwiązywania problemów wymuszonych drgań oraz krytycznych prędkości obrotowych długich linii okrętowych wałów napędowych*. III Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1978.
- [78] Walczyk Z., *Drgania okrętowych wałów napędowych*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [79] Walczyk Z., *Forced Vibrations and Critical Speeds of Rotors of Power-Station Turbines*. VII Conference on Steam Turbines of Large Output „Steam Turbines for Nuclear Power Plants”, Pilzno 1979.
- [80] Walczyk Z., *Drgania wymuszone i krytyczne prędkości obrotowe linii napędowych wałów okrętowych*. Konferencja szkoleniowa PAN „Dynamika maszyn”, Jabłonna 1979.
- [81] Walczyk Z., *Wyrównoważenie i identyfikacja niewyrównoważenia wirników maszyn energetycznych*. Konferencja szkoleniowa PAN „Dynamika maszyn”, Jabłonna 1979.
- [82] Zmitrowicz A., *Model chropowatego styku ciał w postaci skupionego elementu tarcowego*. VIII Sympozjum „Drgania w układach fizycznych”, Błażejewko 1978.
- [83] Zmitrowicz A., *Równania ruchu dwóch brył sztywnych stykających się wzdłuż chropowatej płaszczyzny*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1978.
- [84] Zmitrowicz A., *Opis sił tarcia Coulomba w złożonym ruchu względnym ciał stałych*. Seminarium Zakładu Dynamiki Maszyn IMP „Drgania wirników i układów łopatkowych”, Gdańsk 1978.
- [85] Zmitrowicz A., *Analiza numeryczna drgań układu ramowego z tarciem suchym na powierzchni nieciągłości*. IV Konferencja „Metody komputerowe w mechanice konstrukcji”, Koszalin 1979.
- [86] Zmitrowicz A., *Analiza drgań pakietu łopatek z uwzględnieniem tarcia suchego na powierzchni nieciągłości bandaży*. IV Sympozjum „Dynamika konstrukcji”, Rzeszów 1979.