

**O4**

**Zagadnienia mechaniki maszyn**



## Wstęp

### O4/Z1/T1 Metody analizy i detekcji uszkodzeń w elementach maszyn

#### CEL I PRZEDMIOT PRACY

Celem pracy było sformułowanie nowych i doskonalenie dotychczasowych metod analizy detekcji uszkodzeń w elementach maszyn wykonanych z materiałów o cechach izotropowych i anizotropowych (kompozyty). Tematyka badawcza zespołu ściśle przystaje do potrzeb przemysłu lotniczego, budowy okrętów i budowy maszyn.

Zasadniczym celem modelowania elementów konstrukcyjnych z uszkodzeniami było uwzględnienie wpływu strefy plastycznej w wierzchołku pęknięcia. Ponadto w przypadku elementów z delaminacją postanowiono uwzględnić zjawiska kontaktowe. Innym celem badań było rozbudowanie modelu tłumienia układów o zjawiska tłumienia aerodynamicznego. Postanowiono także kontynuować badania w zakresie modelowania struktur izotropowych i kompozytowych zawierających elementy aktywne w postaci włókien SMA (Shape Memory Alloy). Do programu badań włączono zadanie modelowania struktur sterowanych elementami PZT (elementy piezoelektryczne).

Realizowano następujące cele cząstkowe:

1. Modelowanie struktur z uszkodzeniami.
2. Analiza wibracyjna struktur z uszkodzeniami.
3. Modelowanie i analiza struktur izotropowych i anizotropowych (kompozyty) z elementami SMA i PZT.
4. Detekcja uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych metodami wibracyjnymi.
5. Metody analizy elementów maszyn.

Celem prac dotyczących metod analizy elementów maszyn było opracowanie nowoczesnych metod i narzędzi badawczych opartych na adaptacyjnych metodach elementów skończonych. Planowanym przeznaczeniem tych narzędzi jest m.in.: analiza elementów maszyn wykonanych z materiałów tradycyjnych oraz z nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych, w tym materiałów o sterowalnych własnościach mechanicznych i materiałów kompozytowych, a także analiza układów mechanicznych niejednorodnych materiałowo i konstrukcyjnie.

#### CHARAKTERYSTYKA UZYSKANYCH WYNIKÓW

##### Modelowanie struktur z uszkodzeniami

Opracowano nowe modele belkowych i płytowych elementów skończonych do analizy wpływu pęknięć na dynamikę belek i płyt izotropowych. Istotną nowością jest uwzględnienie w opracowanych modelach wpływu istnienia strefy plastycznej w wierzchołku pęknięcia na zmiany sztywności elementu. Zaproponowano nowy opis zmian sztywności belki o przekroju otwartym w miejscu pęknięcia.

### **Analiza wibracyjna struktur z uszkodzeniami**

Analizowano drgania własne płyt kompozytowych z delaminacją przy uwzględnieniu zjawisk kontaktowych, oraz w opływie gazu. Stwierdzono, że zjawiska kontaktowe występujące w obszarze delaminacji są odpowiedzialne za powstawanie drgań parametrycznych i rezonansów kombinowanych. Wyjaśniono zjawisko dodatkowych częstości drgań własnych, które pojawiają się w przypadku stosowania modelu bez uwzględnienia kontaktu w obszarze delaminacji.

### **Modelowanie i analiza struktur izotropowych i kompozytowych z elementami SMA i PZT**

Opracowano szereg nowych elementów skończonych do modelowania struktur izotropowych i kompozytowych zawierających elementy aktywne w postaci włókien SMA oraz elementów PZT. Przeprowadzono analizę wpływu elementów aktywnych na zmiany charakterystyk statycznych i wibracyjnych dla belek oraz płyt izotropowych i kompozytowych.

### **Detekcja uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych metodami wibracyjnymi**

Przebadano przydatność różnego typu dynamicznych wskaźników uszkodzeń do detekcji pęknięć i delaminacji w elementach konstrukcyjnych. Badano wskaźniki formułowane na podstawie zmiany częstości drgań własnych, zmiany postaci drgań własnych oraz zmiany amplitud drgań wymuszonych. Opracowano procedury oparte na metodzie algorytmów genetycznych, które służą do szybkiego i efektywnego wyszukiwania parametrów opisujących uszkodzenie w oparciu o zmierzone zmiany charakterystyk dynamicznych konstrukcji. Przeprowadzono wstępne badania eksperymentalne.

W tematyce związanej z nowymi metodami analizy wykonano następujące zadania:

1. Zdefiniowano błędy aproksymacji i modelowania oraz błąd całkowity w przypadku struktur cienko- i grubościennych, struktur bryłowych oraz stref przejściowych.
2. Opracowano algorytmy rozwiązywania problemów lokalnych, które stanowią podstawę do określania estymatorów błędów aproksymacji, modelowania i całkowitego oraz algorytmy obliczania wyrównoważonych, lin-

owych funkcji rozkładu naprężeń międzyelementowych.

3. Opisano oparte na dostępnych teoriach zbieżności podstawy teoretyczne izotropowych i anizotropowych schematów adaptacji w przypadku cienkościennej, grubościennych i bryłowych elementów maszyn.
4. Opracowano podstawy teoretyczne dotyczące modyfikacji procedur adaptacyjnych w przypadku wystąpienia zjawisk: niewłaściwej granicy rozwiązania, locking i warstwy brzegowej.
5. Prowadzono prace nad wstępną wersją programów komputerowych do adaptacyjnego modelowania i analizy struktur prostych i złożonych.

## **O4/Z2/T1 Podstawy mechaniki konstrukcji i materiałów**

### CEL I PRZEDMIOT PRACY

Opracowano nowe i rozwinięto znane metody modelowania różnych zjawisk mechaniki jedno- i dwuwymiarowych elementów konstrukcji maszyn a także wybranych zagadnień mechaniki ciał stałych z mikrostrukturą oraz zjawisk tarcia i zużycia na powierzchni ciał.

Cel ten realizowano w ramach czterech zadań:

- A. Nieliniowa teoria i analiza numeryczna MES nieregularnych konstrukcji powłokowych
- B. Wieloskalowe modelowanie mechaniki ciał stałych z mikrostrukturą
- C. Zasady wariacyjne mechaniki tarcia i zużycia ciał stałych
- D. Dynamika jednowymiarowych wstępnie skręconych i zgiętych prętów przestrzennych

### CHARAKTERYSTYKA UZYSKANYCH WYNIKÓW

**Ad. A.** Opracowano nowy wariant nieliniowej teorii cienkich konstrukcji powłokowych z nieregularnościami geometrii, własności materiałowych i deformacji. Wszystkie zależności sformułowano względem nieholonomicznej pośredniej bazy obróconej powierzchni odniesienia. W szczególności, sformułowano nowe warunki skoku na krzywych i w punktach osobliwych powierzchni.

Opracowano maszynopis oryginalnej monografii pt. *Statyka i dynamika powłok wielogałęziowych: Nieliniowa teoria i metoda elementów skończonych*. W części teoretycznej sformułowano ściśle 2D powierzchniowe zasady dynamiki powłok jako wynik całkowania po grubości odpowiednich 3D zasad dynamiki ośrodka ciągłego. Odpowiadająca im 2D kinematyka powłoki jest konstruowana również ściśle na poziomie dwuwymiarowym. Przybliżenia są wprowadzane

jedynie do równań konstytutywnych, które są z definicji zależnościami przybliżonymi, opartymi o badania eksperymentalne. Konsekwencją takiego podejścia jest nieklasyczna kinematyka powłoki, wyrażona przez wektor translacji i tensor obrotu jako podstawowe zmienne niezależne. W części numerycznej monografii przedstawiono różne aspekty analizy zagadnień początkowo-brzegowych na przestrzeni konfiguracyjnej zawierającej grupę obrotu  $SO(3)$ . W szczególności, opracowano nietrywialne zasady parametryzacji, dyskretyzacji, interpolacji, akumulacji, linearyzacji, iteracji, całkowania, zbieżności rozwiązań itp. na grupie  $SO(3)$ . Skonstruowano odpowiednie rodziny powłokowych elementów skończonych oraz przedstawiono wyniki obszernej analizy numerycznej MES kilkudziesięciu skomplikowanych, odpowiednio dobranych przykładów nieliniowych zadań równowagi, stateczności i dynamiki powłok regularnych i nieregularnych powłokowych konstrukcji wielogalęziowych.

Opracowano oryginalne algorytmy przestrzennej interpolacji klasy  $C0$  oraz całkowania równań statyki i dynamiki powłok na rozmaitości zawierającej grupę obrotów. Wykonano szereg testów numerycznych.

**Ad. B.** Badania poświęcono modelowaniu nanoskalowemu:

Wprowadzono nanoskalowy model propagacji pęknięcia. Cechą charakterystyczną tego modelu jest szczegółowy opis zachowania się materiału w rejonie wierzchołka pęknięcia. Omówiono systemy pęknięcia, co umożliwiło sformułowanie krytycznych warunków dla propagacji pęknięcia i określenie kierunku tej propagacji.

Wprowadzono nanoskalowy model poślizgowej plastyczności dla rozważania zjawisk w rejonie wierzchołka. W modelu poślizgi są realizowane na wyróżnionych powierzchniach poślizgu. Jednoczesne sformułowanie warunków dla inicjacji poślizgu jak i pęknięcia pozwala rozważać kryterium dla kruchego lub ciągliwego pęknięcia. Proces ewolucji wierzchołka pęknięcia jest bezpośrednio opisywany poprzez ewolucję zmiennej wewnętrznej.

Rozwinięto nanoskalowy model transformacyjnie indukowanej plastyczności. Nanoskalowość manifestuje się tu przez uwzględnienie odrębnych wariantów martenzytu, powierzchni międzyfazowych oraz powierzchni poślizgu.

Potrzeba nanoskalowego modelowania narasta wraz ze wzrostem złożoności procesów w małej skali. Ekstremalnym przykładem tej złożoności są procesy biologii komórki. Zaproponowano pewien system formalny nakierowany na uporządkowanie struktury pojęciowej i metod modelowania w tym skomplikowanym obszarze. Wykazano szczególną rolę modelowania nanoskalowego dla modelowania procesów komórkowych.

Opracowano system formalny integrujący dynamikę molekularną z mechaniką kontinuum. Obie metody odgrywają ważną rolę w naukach materiałowych. Celem takich rozważań jest stworzenie warunków dla numerycznej symulacji w

sytuacji gdy obie metody są stosowane jednocześnie w modelowaniu materiałów.

**Ad. C.** Opracowano uogólnienia klasycznych zasad wariacyjnych na przypadek trących i zużywających się ciał stałych. Podano różniczkowe postacie równań stanu i właściwe dla zagadnień kontaktowych warunki brzegowe. Zaprezentowano wariacyjne opisy deformacji ciał stałych. Dokonano aproksymacji funkcji rozwiązań oraz przedstawiono dyskretne postacie funkcjonałów opisujących deformację ciał. Przedstawiono wariacyjny opis przewodnictwa ciepła w przypadku ciepła generowanego podczas procesu tarcia. Sformułowano funkcjonały wariacyjne odpowiednie dla zagadnienia przewodnictwa ciepła. Równania przewodnictwa ciepła podano w postaci dyskretnej korzystając z metody elementów skończonych. Definicję szczeliny (luzu) między wchodzącymi w styk ciałami sformułowano tak aby uwzględniała wzrost luzu wskutek zużycia.

Uwzględniono anizotropię tarcia, zużycia i ciepła tarcia przedstawiając szeroką klasę równań konstytutywnych dla tych zjawisk. Proponowane modele tarcia, zużycia i ciepła tarcia prowadzą do poprawnie sformułowanych zagadnień początkowo -brzegowych.

Zagadnienia kontaktowe rozszerzono na przypadek trzech ciał uwzględniając warstwę cząstek zużycia między stykającymi się dwoma ciałami. Rozpatrzono ruch translacyjny i obrotowy cząstek zużycia oraz ciągłość masy w warstwie złożonej z cząstek zużycia. W każdym z tych zagadnień podano odpowiedni funkcjonal wariacyjny. Podano procedurę poszukiwania rozwiązania wykorzystując metodę mnożników Lagrange'a. Dzięki mnożnikom Lagrange'a można jednocześnie obliczać przemieszczenia układu i siły kontaktowe oraz spełnić kinematyczne warunki styku.

Porównano wyniki obliczeń numerycznych z badaniami doświadczalnymi w zakresie częstości i form drgań własnych modeli pakietów łopatek turbinowych z bandażem integralnym. Pokazano, że model teoretyczny pakietu z dodatkowymi stopniami swobody związanymi z powierzchniami nieciągłości bandaża (poślizgami) daje wyniki, które lepiej przybliżają mierzone wielkości niż model pakietu z ciągłym bandażem (idealne styki). Zostało to potwierdzone tym, że zmierzone i obliczone częstości drgań własnych mają zbliżone wartości, a postacie drgań zawierają dużo większe amplitudy drgań łopatek znajdujących się na końcach pakietu, niż amplitudy pozostałych łopatek w pakiecie (tzw. efekt odrywania się łopatek). Podkreślono istotną rolę jaką odgrywa tłumienie siłami tarcia w takim pakiecie.

**Ad. D.** Przedstawiono równanie dynamiki ogólnie modelowanego jednowymiarowego ciała sprężystego. Wyprowadzono je z trójwymiarowej teorii ośrodków ciągłych, przy założeniu skończonych deformacji. W modelu uwzględniono skrópowaną deplanację przekrojów poprzecznych spowodowaną skręcaniem i ściananiem oraz wzajemne sprężenie zgięcia, skręcania i rozciągania. Wzięto pod

uwagę skomplikowaną geometrię ciała przestrzennie zakrzywionego, zbieżnego i wstępnie skręconego oraz mającego niesymetryczne przekroje poprzeczne.

Analizowano problemy dynamiki elementów konstrukcyjnych części przepływowej turbin parowych. W szczególności omówiono: warunki pracy układów łopatkowych, czynniki wpływające na wytrzymałość łopatek, modele konstrukcji sił działających oraz modele materiału. Podano równania ruchu oraz zasady oceny wytrzymałości statycznej i wibracyjnej.

Przedstawiono problemy modelowania układów łopatkowych maszyn przepływowych. Omówiono modelowanie z zastosowaniem teorii wstępnie skręconych prętów oraz metody elementów skończonych. Podano sposoby rozwiązywania zagadnień drgań złożonych układów łopatkowych (pakietów, zamkniętych wieńców). Podano przykłady wyników obliczeń i ich porównanie z wynikami doświadczalnymi. Praca została zrealizowana w ramach współpracy między PAN i NANU.

Przeprowadzono analizę numeryczną wytrzymałości statycznej i wibracyjnej nowej wersji rozwiązania konstrukcyjnego układu łopatkowego stopnia 16 turbiny ciepłowniczej 13UC-100 pracującej w elektrowni we Wrocławiu.

### **O4/Z2/T2 Analiza numeryczna wybranych zagadnień mechaniki elementów maszyn i materiałów**

#### **CEL I PRZEDMIOT PRACY**

Cel tego tematu realizowano w ramach czterech zadań:

- A. Drgania samowzbudne ułopatkowanych tarcz wirnikowych z uwzględnieniem rozstrojenia
- B. Badania procesów dyfuzyjnych w ośrodkach wieloskładnikowych
- C. Numeryczna analiza wpływu imperfekcji na nieliniowe zachowanie powłoki sprężystej

Badania zmierzały do opracowania kompleksowego systemu programów numerycznego wyznaczania rozkładów przemieszczeń i naprężeń oraz parametrów ruchu, występujących podczas drgań samowzbudnych, układu łopatek wirnikowych znajdujących się w przepływie ściśliwym, przy różnych warunkach pracy maszyny przepływowej. Aby otrzymać wynikające z sensu fizycznego zachodzących zjawisk, konieczne jest rozważenie dwustronnego sprzężenia ruchu układu mechanicznego i czynnika roboczego.

Przedmiotem prac bieżących było:

- Wykorzystanie opracowanego modelu flutteru dwuwymiarowego do analizy wpływu rozstrojenia (różnicy w wymiarach geometrycznych łopatek) na



parametry krytyczne palisady profili dla przepływu poddźwiękowego, transsonicznego i naddźwiękowego.

- Analiza parametryczna flutteru rozstrojonej palisady IV Konfiguracji.

Do realizacji oceny drgań samowzbudnych wykorzystano opracowany wcześniej model drgającej, palisady dla 2D Eulerowskiego modelu przepływu idealnej cieczy, metodę Godunova-Kolgana oraz wykorzystano metodę bezpośredniego całkowania równań ruchu do analizy drgań samowzbudnych.

#### CHARAKTERYSTYKA UZYSKANYCH WYNIKÓW

**Ad. A.** Przeprowadzono analizę wpływu rozstrojenia (różnic w wymiarach geometrycznych łopatek) IV Konfiguracji na parametry krytyczne flutteru palisady. Przedstawiono wyniki numeryczne drgań samowzbudnych palisad z uwzględnieniem rozstrojenia dla dwuwymiarowego przepływu poddźwiękowego, transsonicznego i naddźwiękowego wykorzystując metodę bezpośredniego całkowania.

Do realizacji tych zadań wykorzystano komputerowy program opisu parametrów ruchu palisady będącej w niestacjonarnym i niezachowawczym przepływie. Obliczenia przeprowadzono dla IV standardowej konfiguracji. Stwierdzono, że rozstrojenia wpływa korzystnie na drgania łopatek tylko od strony ciśnienia rozstrojonej łopatki.

Przedstawiono wyniki numeryczne drgań samowzbudnych palisad dla trójwymiarowego przepływu poddźwiękowego, transsonicznego i naddźwiękowego wykorzystując metodę superpozycji modalnej. Do realizacji tych zadań wykorzystano komputerowy program opisu parametrów ruchu palisady będącej w niestacjonarnym i niezachowawczym przepływie. Obliczenia przeprowadzono dla IV standardowej konfiguracji oraz dla nieruchomej palisady łopatek turbiny PWK 200. Przedstawiono analizę żywotności nastrojonej i rozstrojonej ułopatkowanej tarczy z uwzględnieniem liniowych i nieliniowych metod kumulacji uszkodzeń.

**Ad. B.** Napisano programy do badania procesów dyfuzyjnych w ośrodkach wieloskładnikowych. Rozważono procesy dyfuzyjne w ośrodku trójskładnikowym w przestrzeni jednowymiarowej. Doracym celem było zbadanie możliwości generowania zafalowania stężeń składników poprzez odpowiednią postać równań konstytutywnych. Zastosowano metodę Runge-Kutty czwartego rzędu, w której gęstości składników indeksowane przez położenia przestrzenne są zmiennymi niezależnymi systemu dynamicznego. Udało się zrealizować wariant, w którym występuje zafalowanie składnikowe. Jest ono spowodowane dynamicznym współzawodnictwem pomiędzy wewnątrz-składnikowymi siłami przyciągającymi, a dążnością do niwelowania sumarycznej nadwyżki gęstości składników ponad pewien założony poziom.

**Ad. C.** Przeprowadzono numeryczną analizę wpływu imperfekcji geometrii

wstępnej na przebieg ścieżki równowagi dla powłoki sferycznej, obciążonej siłą skupioną w wierzchołku wykorzystując program ABAQUS. Dla geometrii idealnej powłoka ta ulega utracie stateczności typu przeskok. Zachowując wszelkie inne parametry, poddano perturbacjom o charakterze sinusoidalnym geometrie powierzchni środkowej (imperfekcje). Stwierdzono, że już dla imperfekcji o amplitudzie ok. 40% grubości powłoki ścieżka równowagi ulega zmianom jakościowym – utrata stateczności typu przeskok zanika. Dla wyższych wartości amplitudy ścieżka ta ma przebieg krzywej monotonicznie rosnącej.

### **O4/Z3/T1 Teoretyczne i eksperymentalne badania oddziaływań dynamicznych w układach wirnik-łożyska**

#### **A. Metodologia analizy sprzężonych form drgań wywołanych imperfekcjami materiałowymi w złożonych układach wirnik-łożyska-podpory**

Opracowany został model do analizy drgań giętno- wzdłużno- skrętnych maszyny wirnikowej uwzględniający wpływ linii kinetostatycznej ugięć wirnika oraz wpływ kąta położenia pęknięć i rozosiowań w stosunku do płaszczyzny działania sił wymuszających. Model pęknięcia został przystosowany do obliczeń imperfekcji konstrukcyjnych wirnika w złożonych, wielopodporowych układach typu wirnik-łożyska-podpory. Fakt silnej nieliniowości poszczególnych podukładów spowodował konieczność uruchomienia dodatkowego postępowania iteracyjnego. W rezultacie powstała nowa wersja programu komputerowego o nazwie NLDW-70 bis umożliwiającą analizę nieliniowych sprzężonych drgań układu, w której proces zamykania i otwierania się pęknięcia uzależniony jest od kinetostatycznego i dynamicznego ugięcia linii wirników.

Przeprowadzone zostały obszerne obliczenia testujące wirnika trójpodporowego i turbozespołu 13K215. Najbardziej zaskakującym wynikiem był tu wpływ nie tylko głębokości pęknięcia wirnika (co jest dość oczywiste) ale także jego usytuowania w stosunku do płaszczyzny działania sił wymuszających. Przedstawiono przestrzenne trajektorie linii wirników turbozespołu 13K215 obliczone dla przypadków różnych położenia pęknięcia wirnika generatora w stosunku do płaszczyzny działania sił elektrycznych i sił pochodzących od niewyważenia. Opracowano także tzw. karty diagnostyczne turbozespołu. Tego rodzaju pęknięcia wywołują sprzężone formy drgań giętno- wzdłużno- skrętnych. Okazało się, iż z punktu widzenia ich diagnostyki widma fazowe drgań są lepszym wyróżnikiem stanu maszyny niż tradycyjne widma amplitudowe.

#### **B. Nowa koncepcja identyfikacji modeli konstrukcji podpierających maszynę wirnikową**

Zaproponowane zostały różne algorytmy transformacji zespolonych charakterystyk podatnościowych do rzeczywistych charakterystyk masowo- tłumiąco- sz-

tywnościowych konstrukcji podpierającej. Na ich podstawie opracowana została nowa koncepcja obliczeń nieliniowych układu wirnik łożyska wykorzystująca tzw. funkcje wagowe. Istota pomysłu polega tu na przyjęciu do obliczeń zidentyfikowanych charakterystyk masowo- tłumiąco- sztywnościowych konstrukcji podpierającej według kryterium funkcji wagowych proporcjonalnych do gęstości widma odpowiedzi układu.

### **O4/Z3/T2 Pomiary tarcia i zużycia par ciernych o specyficznej strukturze warstw ślizgowych**

#### CEL I PRZEDMIOT PRACY

Celem pracy była rekonstrukcja laboratorium tribologicznego IMP PAN i przygotowanie stoisk do badań tarcia i zużycia wybranych skojarzeń ciernych, w tym materiałów o anizotropowych własnościach ciernych. Podjęto także prace teoretyczne nad skonstruowaniem nieizotermicznego modelu obliczeniowego węzła ciernego stoiska doświadczalnego typu trzpień walcowy-tarcza.

#### CHARAKTERYSTYKA UZYSKANYCH WYNIKÓW

Opisano obecny stan wyposażenia laboratorium tribologicznego O4/Z3, które było nieczynne około 5 lat z powodu braku obsady osobowej. Omówiono działania podjęte w celu przywrócenia możliwości prowadzenia badań na dwóch stoiskach badawczych, które skonfigurowano w oparciu o istniejące maszyny tarcio-odbudowany układ pomiaru i akwizycji danych pomiarowych. Jedną z wymienionych maszyn do badania tarcia, maszynę typu pin on disc, poddano gruntownemu remontowi i częściowej rekonstrukcji zwiększającej jej możliwości pomiarowe.

Przedstawiono wyjściowe założenia upraszczające do modelu obliczeniowego temperatury styku i temperatury trzpienia węzła ciernego. Przedstawiono krótki przegląd ośrodków krajowych pracujących w tematyce tribologicznej oraz przegląd aktualnie realizowanych prac przez wybrane ośrodki krajowe.

Podano opis teoretyczny zagadnienia przewodnictwa ciepła w trzpieniu stanowiska badawczego typu *pin on disc* w oparciu o jednowymiarowy model ośrodka ciągłego. Określono analityczne rozwiązania równania przewodnictwa ciepła gdy jest ono generowane w skutek tarcia w miejscu styku trzpienia z ruchomą tarczą. Rozwiązania dotyczą temperatury styku oraz rozkładu pola temperatur w trzpieniu. Uzyskane rozwiązania analityczne są złożonymi funkcjami czasu i miejsca.

W celu określenia wartości liczbowych temperatur w styku i w trzpieniu opracowano algorytm obliczeń numerycznych. Analizowany przedział czasu i długości trzpienia podzielono na równe odcinki. Określono zbiór wielkości danych i tok obliczeń. W obliczeniach wykorzystano metodę całkowania numerycznego.

Wyznaczono wartości stałych obliczeniowych tj. współczynniki dyfuzji Kelvina, współczynniki wymiany ciepła z otoczeniem i współczynniki tarcia. W oparciu o program komputerowy pin wykonano obliczenia temperatury styku i rozkład temperatury wzdłuż długości trzpienia. Obliczenia przeprowadzono dla trzech różnych materiałów: stali, aluminium, cyny. W przypadku trzpienia aluminiowego analizowano również rozkłady temperatur dla różnych czasów styku.

### **O4/K1 Adaptacyjna analiza złożonych elementów turbin parowych**

#### **CEL I PRZEDMIOT PRACY**

Celem użytecznym było opracowanie odpowiadających dzisiejszemu stanowi badań adaptacyjnych narzędzi badawczych w postaci algorytmów i programów komputerowych do analizy złożonych elementów maszyn wirnikowych. Współistniejącym z nim celem poznawczym był rozwój usystematyzowanej teorii i technik numerycznych do automatycznej selekcji modeli obliczeniowych dla wybranej klasy problemów mechaniki ciała stałego obejmujących występujące w budowie maszyn wirnikowych złożone układy mechaniczne składające się zarówno z części bryłowej (rozbudowanej przestrzennie) jak i części grubościennej i/lub cienkościennej (powłokowej lub płytowej).

#### **CHARAKTERYSTYKA UZYSKANYCH WYNIKÓW**

W ramach realizacji tematu wykonano następujące zadania:

- Opracowano podstawy teoretyczne analizy błędów. Zdefiniowano m.in. błędy lokalne i globalne. Te pierwsze równie opisują różnicę pomiędzy wartością dokładną i przybliżoną rozwiązania w każdym punkcie ciała, podczas gdy drugie mierzą tę różnicę w normie energii odkształcenia lub energii potencjalnej w wybranym obszarze ciała. Wprowadzone błędy odpowiadają specyfice złożonych elementów maszyn wirnikowych uwzględniając teorie płyt i powłok pierwszego (model Reissnera-Mindlina) i wyższych rzędów (modele hierarchiczne) oraz trójwymiarową teorię sprężystości.
- Opracowano podstawy teoretyczne, algorytmy i programy komputerowe estymatorów błędów. Estymatory te pozwalają na górne oszacowanie błędu. W przypadku tychże estymatorów dokładna wartość rozwiązania wchodząca do definicji lokalnej lub globalnej błędu jest zastępowana oszacowaniem rozwiązania dokładnego. Oszacowania takie uzyskuje się w oparciu o rozwiązanie zdyskretyzowanych problemów lokalnych wprowadzonych dla każdego elementu skończonego.
- Opisano oparte na dostępnych teoriach zbieżności podstawy teoretyczne izotropowych i anizotropowych schematów adaptacji w przypadku cienkościennych, grubościennych i bryłowych elementów maszyn. Uwzględniono

przy tym modele Reissnera-Mindlina, hierarchiczne i model trójwymiarowej teorii sprężystości w ramach dwu- i trójwymiarowych aproksymacji typu: hp, hpq oraz hpp i 3hp.

- Procedury zostały zakodowane w pakiecie programów adaptacyjnych. Programy te zostały następnie uruchomione i zweryfikowane.
- Opracowano algorytmy i programy komputerowe do modelowania geometrii rzeczywistych obiektów o złożonych kształtach (łopatek i korpusów turbinowych), które włączono do pakietu programów komputerowych do adaptacyjnej analizy elementów maszyn.

Wiesław Ostachowicz

## Bibliografia

### A Monografie i podręczniki

- A – 1. Chróścielewski J., Makowski J., Pietraszkiewicz W.:** Statyka i dynamika powłok wielogłęziowych. Nieliniowa teoria i metoda elementów skończonych  
*Statistics and dynamics of multibranching shells. Nonlinear theory and finite element method*  
Biblioteka Mechaniki Stosowanej, (zgłoszono do druku w wyd. IPPT PAN), 2000, 1-451

### B Rozprawy magisterskie, doktorskie i habilitacyjne

- B – 1. Kovalyov A.:** Cislennyj analiz dwumiernogo reszetocznego flattera v dozvukovom, tranzvukovom i svierchzvukovom potoke szimajemoj židkosti  
*Analiza numeryczna dwuwymiarowego flutteru w poddźwiękowym, transonicznym i naddźwiękowym ściślimym przepływie*  
Rozprawa doktorska (*Ph. D. Thesis*), Oprac. IMP PAN, 340/2000, Gdańsk
- B – 2. Saczuk J.:** Mechanics of solids with microstructure modelled by Finslerian geometry  
*Mechanika ciał stałych z mikrostrukturą modelowanych z zastosowaniem geometrii Finslera*  
Rozprawa habilitacyjna (*Ph. Thesis*), Zeszyty Naukowe IMP PAN, 493/1440/98  
zob.: Przegląd Prac, 1998, 140
- B – 3. Szwabowicz M.:** Deformable surfaces and almost inextensional deflections of thin shells  
*Powierzchnie odkształcalne a niemal bezwydłużeniowe ugięcia powłok cienkich*  
Rozprawa habilitacyjna (*Ph. Thesis*), Zeszyty Naukowe IMP PAN, 501/1460/99  
zob.: Przegląd Prac, 1999, 174

## D Prace zgłoszone do opublikowania

### D1 Artykuły

- D1 – 1. Chróścielewski J., Makowski J., Pietraszkiewicz W.:** Large overall motion of flexible branched shell structures  
*Duży ruch przestrzenny giętkich rozwidlonych konstrukcji powłokowych*  
Multibody System Dynamics
- D1 – 2. Kaczmarek J.:** A small scale model of the crack propagation  
*Modele małej skali uśredniania dla propagacji pęknięcia*  
ZAMP
- D1 – 3. Kaczmarek J.:** A nanoscale model of the transformation-induced plasticity  
*Nanoskalowy model transformacyjnie indukowanej plastyczności*  
Transactions of IFFM
- D1 – 4. Kiciński J., Markiewicz-Kicińska A.:** Coupled non-linear vibrations in multi-supported rotors founded on slide bearings  
*Sprzężone drgania nieliniowe wielopodporowych wirników łożyskowanych ślizgowo*  
Transactions of IFFM
- D1 – 5. Krawczuk M., Żak A., Ostachowicz W.:** Finite element model of a plate with elasto-plastic through crack  
*Skończenie elementowy model płyty z wewnętrznym pęknięciem elasto-plastycznym*  
Computers and Structures
- D1 – 6. Pietraszkiewicz W.:** On using rotations as primary variables in the non-linear theory of thin irregular shells  
*O użyciu obrotów jako zmiennych niezależnych w nieliniowej teorii cienkich powłok nieregularnych*  
Advances in the Mechanics of Plates and Shells, Kluwer Acad. Publ.
- D1 – 7. Rybczyński J.:** Analysis of additional vibrations encountered during investigations of rotor dynamics  
*Analiza drgań wirnika zaobserwowanych na stanowisku badawczym dynamiki wirników*  
Transactions of the IFFM
- D1 – 8. Rybczyński J., Łuczak M.:** Determination of the acceptable area of the mutual displacements of the turboset bearings regarding vibrations and

loadings

*Wyznaczanie obszarów akceptacji przesunięć wzajemnych łożysk ze względu na drgania turbozespołu i obciążenia łożysk*

Polish Maritime Research

**D1 – 9. Zmitrowicz A.:** Variational descriptions in contact mechanics of wearing solids and wear particles

*Wariacyjne opisy w mechanice kontaktu zużywających się ciał i cząstek zużycia*

Journal of Theoretical and Applied Mechanics

## E Prace opublikowane

### E1 Artykuły

**E1 – 1. Banaszek S., Rybczyński J.:** Zależności położenia czopa w łożyskach

*The relations of the bearing journal positions*

Napędy i Sterowanie, 8, 2000, 22-25

**E1 – 2. Bufler H.:** Planar elastic laminates and their homogenization

*Płaskie sprężyste laminaty i ich homogenizacja*

Acta Mechanica, 141(2000), 21-36

**E1 – 3. Gnesin V., Rządkowski R.:** The theoretical model of 3D flutter in subsonic, transonic and supersonic inviscid flow

*Teoretyczny model trójwymiarowego flatteru nielepkiego przepływu poddźwiękowego, transonicznego i ponaddźwiękowego*

Transaction of IFFM, 106(2000), 45-68

**E1 – 4. Janecki S.:** Geometrically nonlinear equations of a spatially curved and pre-twisted beam with account of warping of the transverse cross-section

*Geometrycznie nieliniowe równania przestrzennie zakrzywionej i wstępnie skręconej belki z uwzględnieniem spaczenia przekrojów poprzecznych*

Transactions of IFFM, 106(2000), 97-124

**E1 – 5. Kaczmarek J.:** Speculative mechanics: A concept for modelling the vacuum medium

*Mechanika spekulatywna: koncepcja dla modelowania ośrodka próżniowego*

Physics Essays, 12(2000), 4



- E1 – 6. Kaczmarek J.:** Chemical recognition dynamics as a theoretical approach to chemical synthesis  
*Dynamika chemicznego rozpoznania jako teoretyczna podstawa do modelowania syntezy chemicznej*  
Bull. Polish Academy of Sciences, Technical Sci., 48(2000), 1, 11-27
- E1 – 7. Kaczmarek J.:** Concept of recrystallization modelling based on the potential energy hypersurface  
*Koncepcja modelowania rekrytalizacji w oparciu o hiperpowierzchnię energii potencjalnej*  
Rudy i Metale Nieżelazne, R45(2000), 4, 244-250
- E1 – 8. Kaczmarek J.:** Multiscale modelling in mechanics of materials  
*Wieloskalowe modelowanie w mechanice materiałów*  
Zeszyty Naukowe IMP PAN, 514/1473/2000, Gdańsk 2000, 1-236
- E1 – 9. Kaczmarczyk S., Ostachowicz W.:** Non-stationary responses of cables with slowly varying length  
*Niestacjonarne drgania lin o wolno zmieniającej się długości*  
International Journal of Acoustic and Vibration, Vol. 5, No. 3, 2000, 117-12
- E1 – 10. Kiciński J.:** Coupled non-linear vibrations in multi-supported rotors founded on slide bearings  
*Sprężone drgania nieliniowe wielopodporowych wirników ułożyskowanych ślizgowo*  
Polish Maritime Research, No. 3(25), September 2000, Vol. 7, 9-12
- E1 – 11. Krawczuk M., Ostachowicz W., Żak A.:** Algorytmy genetyczne i parametry modalne w detekcji delaminacji w materiałach kompozytowych  
*Genetic algorithm and modal parameters for delamination detection in composite materials*  
PAN – Działalność Naukowa, Wybrane Zagadnienia, 9(2000), 130-132
- E1 – 12. Krawczuk M., Żak A., Ostachowicz W.:** Elastic beam finite element with a transverse elasto-plastic crack  
*Sprężysty element belkowy z poprzecznym pęknięciem elasto-plastycznym*  
Finite Elements in Analysis and Design, Vol. 34, 2000, 61-73
- E1 – 13. Ostachowicz W., Krawczuk M., Żak A.:** Dynamics and buckling of a multi-layer composite plate with embedded SMA wires  
*Dynamika i stabilność wielowarstwowej płyty kompozytowej z włóknami SMA*  
Composite Structures, Elsevier, Vol. 48, 2000, 163-167

- E1 – 14. Pietraszkiewicz W.:** On the Alumäe type non-linear theory of thin irregular shells  
*O nieliniowej teorii typu Alumäe cienkich powłok nieregularnych*  
 Izv. VUZov, Sievero-Kavkazskij Region, Jestestviennyje Nauki, Specvy-pusk 2000, 101-110
- E1 – 15. Rytter A., Krawczuk M., Kirkegaard P. H.:** Experimental and numerical study of damaged cantilever  
*Eksperymentalne i numeryczne badania uszkodzonego wspornika*  
 Journal of Engineering Mechanics – ASCE, Vol. 126(1), 2000, 60-65
- E1 – 16. Rządkowski R., Gnesin V.:** The numerical and experimental verification of the 3D inviscid code  
*Weryfikacja numeryczna i eksperymentalna trójwymiarowego kodu obliczeniowego do obliczeń nielepkich drgań samowzbudnych*  
 Transaction of IFFM, 106(2000), 69-95
- E1 – 17. Rządkowski R., Gnesin V.:** Analysis of 3D flutter of long steam turbine blades – harmonic oscillations  
*Trójwymiarowa analiza flutteru długich łopatek turbin parowych – drgania harmoniczne*  
 Zeszyty Naukowe Politechniki Łódzkiej, Ciepłne Maszyny Przepływowe, nr 117, 2000, t. 1, 239-248
- E1 – 18. Rządkowski R., Kovalyov A.:** Selfexcited vibration of a palisade in 2D subsonic, transonic, and supersonic flow  
*Drgania samowzbudne palisady w 2D poddźwiękowym, transonicznym i naddźwiękowym przepływie*  
 TASK Quarterly, 4(2000), 1, 49-80
- E1 – 19. Zboiński G. Ostachowicz W.:** An algorithm of a family of 3d-based, solid-to-shell, hpq/hp-adaptive finite elements  
*Algorytm rodzin opartych na podejściu trójwymiarowym, adaptacyjnych elementów przejściowych typu hpq/hp*  
 Journal for Theoretical and Applied Mechanics, 38(2000), 791-806
- E1 – 20. Zmitrowicz A.:** Strong and weak formulations of contact problems with various laws of friction, frictional heat and wear  
*Silne i słabe sformułowania zagadnień kontaktowych z różnymi prawami tarcia, ciepła tarcia i zużycia*  
 Machine Dynamics Problems, 24(2000), 1, 209-222
- E1 – 21. Zmitrowicz A.:** Strong and weak formulations of contact problems with various laws of friction, frictional heat and wear

*Silne i słabe sformułowania zagadnień kontaktowych z różnymi prawami tarcia, ciepła tarcia i zużycia*

Machine Dynamics Problems, Vol. 24, No. 1, 2000, 209-222

- E1 – 22. Żak A., Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Numerical and experimental investigation of free vibration of multilayer delaminated composite beams and plates  
*Numeryczne i eksperymentalne badania drgań własnych wielowarstwowych płyt i belek kompozytowych z delaminacją*  
 Computational Mechanics, Vol. 26(3), 2000, 309-315

## E2 Referaty

- E2 – 1. Banaszek S.:** Analiza stabilności turbozespołu na podstawie symulacji komputerowej  
*The turbo-set stability analysis based on the computer simulation*  
 II Forum Młodych, Bydgoszcz-Borówno, 19-20 czerwca, 2000, (Mat. 101-109)
- E2 – 2. Banaszek S.:** Model modalny wielopodporowej konstrukcji podpierającej wirnika laboratoryjnego  
*The modal model of the laboratory rotor support frame*  
 V Szkoła Analizy Modalnej, Kraków, 12-14 grudnia, 2000, (Mat. 35-39)
- E2 – 3. Banaszek S., Łuczak M.:** Porównanie wpływu pęknięcia wirnika na drgania wału i łożysk ślizgowych dla prędkości przedrezonansowej i ponadrezonansowej przy wykorzystaniu symulacji komputerowej  
*The computer simulation of the rotor crack influence on the vibrations of the rotor – bearings system comparison of the dynamic states for underresonant and overresonant velocities*  
 II Międz. Kongres Diagnostyki Technicznej, Warszawa, 19-22 września, 2000 (Mat. na CD-ROM, poz. p2\_01)
- E2 – 4. Bykuć S., Szmyt M., Kosowski K.:** The choice of the arc of admission for the control stage of steam turbine  
*Dobór łuku zasilania stopnia regulacyjnego turbiny parowej*  
 2nd Int. Symp. on *Technical, Economical and Environmental Aspects of Combined Cycle Power Plants*, COMPOWER 2000, November 23-24, 2000, Gdańsk, ZP Pol. Gdańskiej 2000, (Proc., 83-90)
- E2 – 5. Chróścielewski J., Makowski J., Pietraszkiewicz W.:** Large overall motion of flexible branched shell structures

*Duży ruch przestrzenny giętkich rozwidlonych konstrukcji powłokowych*  
in *Computational Aspects of Nonlinear Structural Systems with Large Rigid Body Motion*, ed. By J.A.C. Ambrosio and M. Kleiber, Proc. NATO Advanced Research Workshop, Pułtusk, Poland, July 2-7, 2000, 201-218; IDMEC Press, Lisboa 2000, 201-218

- E2 – 6. Chróścielewski J., Pietraszkiewicz W.:** On spatial  $C^0$  interpolation in  $SO(3)$  in problems of structural mechanics  
*O przestrzennej interpolacji klasy  $C^0$  na  $SO(3)$  w zagadnieniach mechaniki konstrukcji*  
33rd Solid Mechanics Conference, Zakopane September 5-9, 2000, Atos Warszawa 2000, (Vol. of Abstracts, 141-142)
- E2 – 7. Gnesin V., Rządkowski R., Kolodyazhnaya L.:** A coupled fluid-structure analysis for 3D flutter in turbomachines  
*Sprężona przepływowo-mechaniczna analiza 3D flutteru w turbomaszynach*  
Proc. of the ASME Turbo Expo 2000, May 8-11, 2000, Munich, Germany; (CD-ROM, Structures & Dynamics, SD-06, 2000-GT-380)
- E2 – 8. Gnesin V., Rządkowski R., Kolodyazhnaya L.:** The 3D coupled fluid-structure aeroelastic oscillations in the long steam turbine blade  
*Trójwymiarowe sprzężone drgania aerosprężyste długiej łopatki turbinowej*  
ISUAAAT'2000, 9th Int. Symp. on *Unsteady Aerodynamics, Aeroacustics and Aeroelastocity of Turbomachines*, Lyon, France, September 4-8, 2000, Ecole Centrale de Lyon 2000, (Books of Abstract, Paper 14-2)
- E2 – 9. Gnesin V., Rządkowski R., Kolodyazhnaya L.:**  
Samovozbuzhdajuszcziesja kolebanija łopatocznych ven'cov turbomaszin v niestacionarnom transsvukovom potoke gaza  
*Drgania samowzbudne wieńców łopatek turbinowych w niestacionarnym transonicznym przepływie*  
Trudy Mieźdunar. N-T Konf. Sovierszenstvovanije Turboustanovok Mietodami Matiematiczeskogo i Fiziczeskogo Modelirovanija, Charkov, Ukraina, 18-22 Sent., 2000
- E2 – 10. Kaczmarczyk S., Ostachowicz W.:** On the slow passage through instability regions in mine hoist catenaries  
*O powolnym przechodzeniu przez obszary niestabilności w kopalnianych urządzeniach wyciągowych*  
Int. Conf. on *Applied Mechanics – SACAM 2000*, Durban (RPA), January 11-13, 2000, (Proc., 329-334)

- E2 – 11. Kaczmarek J.:** A finite-dimensional modelling of slip propagation  
*Skończenie wymiarowe modelowanie propagacji poślizgu*  
4th EUROMECH Solid Mechanics Conference, Metz, France, June 26-30, 2000, Université de Metz 2000, (Book of Abstracts II, 486)
- E2 – 12. Kaczmarek J.:** Continuum with finite-dimensional fields obtained by a dimensional reduction procedure  
*Kontinuum ze skończenie wymiarowymi polami otrzymane w wyniku procedury wymiarowej redukcji*  
4th EUROMECH Solid Mechanics Conference, Metz, France, June 26-30, 2000, Univ. de Metz 2000, (Book of Abstracts II, 495)
- E2 – 13. Kaczmarek J.:** Evolution of a discontinuity surface in continuum modelled by varying dimensional reduction procedure  
*Ewolucja powierzchni nieciągłości w kontinuum modelowanym za pomocą zmiennej procedury wymiarowej redukcji*  
33rd Solid Mechanics Conference, Zakopane, September 5-9, 2000, Atos Warszawa 2000, (Vol. of Abstracts, 207-208)
- E2 – 14. Kaczmarek J.:** Extension of continuum mechanics motivated by modelling biological systems  
*Rozszerzenie mechaniki kontinuum dla potrzeb modelowania systemów biologicznych*  
VI National Conf. on *Applications of Mathematics in Biology and Medicine*, Zawoja, September 12-15, 2000, (Proc., 61-66)
- E2 – 15. Kaczmarek J.:** Kolekcja systemów dynamicznych z wymiarową redukcją jako pewien system formalny integrujący dynamikę molekularną i mechanikę ośrodka ciągłego  
*Collection of dynamical systems with dimension reduction as a formal system which integrates molecular dynamics and continuum mechanics*  
Krajowe Sympozjum nt.: *Symulacje MD w Polsce*, Gdańsk, 28-30 września, 2000, (Mat., W2)
- E2 – 16. Kiciński J.:** Systemy komputerowe CAD/CAM/CAE w budowie i eksploatacji maszyn  
*Computer systems CAD/CAM/CAE in engineering technology*  
Seminarium Napędy i Sterowanie 2000, Międzynarodowe Targi Gdańskie, Gdańsk, 23-25 lutego, 2000, (Mat., 83-90)
- E2 – 17. Kiciński J.:** Systemy komputerowe w budowie i eksploatacji maszyn – stan i perspektywy rozwoju

*Computer systems in engineering technology – present state and development perspectives*

XXVII Symp. *Diagnostyka Maszyn*, Węgierska Górka, 28 luty – 04 marca, 2000, (Mat., 147-158)

**E2 – 18. Kiciński J.:** Symulacja komputerowa w diagnostyce obiektów technicznych

*Computer simulation in diagnostics of technical objects*

IV Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Jurata, 15-19 maja, 2000, (Mat., 243-255)

**E2 – 19. Kiciński J.:** Diagnostyka według modelu węzłów łożyskowych

*Model – based diagnostics of bearing nodes*

II Międzynarodowy Kongres Diagnostyki Technicznej, Warszawa, 19-22 września, 2000, (Mat., t. 1, 37-50)

**E2 – 20. Kiciński J.:** Współczesne problemy dynamiki turbozespołów energetycznych

*Up-to-date problems of power engineering*

Konferencja Naukowo-Techniczna ENERGETYKA 2000, Wrocław, 8-10 listopada, 2000, t. 1, (Mat. konf., 437-446)

**E2 – 21. Kiciński J., Markiewicz-Kicińska A.:** Coupled non-linear vibrations in multi-supported rotors founded on slide bearings

*Sprężone drgania nieliniowe wielopodporowych wirników ułożyskowanych ślizgowo*

Proc. of First Int. Conf. on *Vibrations Engineering and Technology* (VETOMAC-1), October 25-27, 2000, Bangalore, India, (na CD-ROMie, poz. cp047)

**E2 – 22. Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Detection of delaminations in composite beams using modal parameters and genetic algorithm

*Detekcja delaminacji w belkach kompozytowych za pomocą parametrów modalnych i algorytmu genetycznego*

7th Int. Conf. on *Composites Engineering*, Denver (Colorado), 2000, Vol. 1, (Proc., 483-484)

**E2 – 23. Krawczuk M., Ostachowicz W., Kawiecki G.:** Detection of delaminations in cantilevered beams using soft computing methods

*Wykrywanie delaminacji w belkach wspornikowych metodami numerycznymi*

Europ. COST F3 Conf. on *System Identification & Structural Health*

*Monitoring*, Universidad Politécnica de Madrid, Spain, 6-9 June, 2000,  
Vol. 1, (Proc., 243-253)

- E2 – 24. Łuczak M.:** Komputerowa symulacja wpływu pęknięcia wirnika na drgania wału i łożysk ślizgowych  
*Computer simulation of the influence of the rotor crack on shaft and slide bearings vibrations*  
*II Forum Młodych*, Bydgoszcz-Borówno, 19-20 czerwca, 2000, (Mat. konf., 191-197)
- E2 – 25. Mieszczak Z., Krawczuk M.:** Dynamic analysis of composite beams with piezoelectric elements  
*Analiza dynamiki belek kompozytowych z elementami piezoelektrycznymi*  
XIX Symp. on *Vibrations in Physical Systems*, Poznań-Błażejewko 2000, (Proc., 213-214)
- E2 – 26. Ostachowicz W.:** Wpływ uszkodzeń na dynamikę warstwowych konstrukcji kompozytowych  
*Dynamics of multilayer composite structures with failures*  
IV Konf. nt.: *Polimery i Kompozyty Konstrukcyjne*, Ustroń 31 maja – 2 czerwca, 2000, (Mat. konf., 55-66)
- E2 – 27. Ostachowicz W., Kaczmarczyk S.:** Vibrations of composite plates with SMA fibres in a gas stream with defects on the type of delamination  
*Drgania płyt kompozytowych wzmacnianych włóknami SMA w opływie gazu z uszkodzeniami w postaci delaminacji*  
Third Int. Conf. on *Composite Science and Technology*, Durban (RPA), January 11-13, 2000, (Proc., 307-312)
- E2 – 28. Ostachowicz W., Krawczuk M., Żak A.:** Dynamika wielowarstwowej płyty kompozytowej z delaminacją w przepływie gazu  
*Dynamics of multilayered composite delaminated plate in gas flow*  
IV Seminarium pt.: *Kompozyty 2000*, Wisła-Jaszowiec, (Mat., 31-39)
- E2 – 29. Palacz M., Krawczuk M.:** Modal parameters in structural health monitoring  
*Parametry modalne w detekcji uszkodzeń elementów konstrukcyjnych*  
XIX Symp. on *Vibrations in Physical Systems*, Poznań-Błażejewko, 2000, (Mat., 229-230)
- E2 – 30. Pałzewicz A., Jabłoński A.:** Zmiany własności sprężysto-plastycznych wybranych materiałów stosowanych na okładziny maszyn

papierniczych

*The variation of the elastic and plastic properties of a selected materials applied as coating of the paper-making machinery shafts*

Konf. Nauk.-Techn. INPAP 2000-ROGOWIEC, Bełchatów, 20-22.09, 2000, (Mat. konf., 120-132)

**E2 – 31. Pietraszkiewicz W.:** The non-linear theory of thin irregular shell structures in terms of rotations

*Nieliniowa teoria cienkich nieregularnych konstrukcji powłokowych wyrażona poprzez obroty*

20th Int. Congress of Theor. and Appl. Mech. ICTAM 2000, Chicago, Ill., 27 August – 2 September, 2000; TR No. 950, Dept TAM, Univ. of Illinois, Urbana-Champaign 2000, (Abstract Book, 103-IF2)

**E2 – 32. Pietraszkiewicz W.:** Irregular thin shell structures: The non-linear theory in terms of rotations

*Cienkie nieregularne konstrukcje powłokowe: nieliniowa teoria wyrażona w obrotach*

33rd Solid Mech. Conf., Zakopane, September 5-9, 2000, (Atos Warszawa 2000, Vol. of Abstracts, 317-318)

**E2 – 33. Rao J., Rządkowski R.:** Life estimation of a mistuned turbine blades using the linear and non-linear cumulative damage theories

*Żywotność rozstrojonych łopatek obliczona liniowymi i nieliniowymi metodami kumulacji uszkodzeń*

Proc. of 1st Int. Conf. on *Vibration Engineering and Technology of Machinery* (VETOMAC I), October 25-27, 2000, Bangalore, India, ed. By K. Venkatraman

& C. S. Manohar, (CD-ROM, Paper CP 053)

**E2 – 34. Rybczyński J.:** Próby wyjaśnienia przyczyny drgań wirnika trójpodporowego zarejestrowanych na stanowisku badawczym dynamiki wirników

*The attempt to explain the reason of vibration of three-support rotor recorded on the test rig used for rotordynamics investigation*

Mat. II Międz. Kong. Diagnostyki Techn., Warszawa, 19-22.09, 2000, (CD-ROM, poz. p4\_17)

**E2 – 35. Rybczyński J., Banaszek S.:** Mapy położenia czopów w łożyskach jako wynik komputerowej symulacji stanów dynamicznych turbogeneratorsa

*The bearing journal points maps as a result of the computer simulation of turbo-set dynamic state*



IV Szkoła Komputerowego Wspomagania Projektowania, Wytwarzania i Eksploatacji, Jurata, 15-19 maja, 2000, (Mat., 311-317)

- E2 – 36. Rządkowski R., Gnesin V.:** 3D flutter of a non-rotating last stage steam turbine blades

*Trójwymiarowy flutter nieobracających się długich łopatek parowych turbin*  
Proc. of 1st Int. Conf. on *Vibration Engineering and Technology of Machinery* (VETOMAC I), October 25-27, 2000, Bangalore, India, ed. by K. Venkatraman & C.S. Manohar, (CD-ROM, Paper CP 008)

- E2 – 37. Rządkowski R., Kovalyov A.:** Mistuning of the palisade in 2D bending flutter

*Rozstrojenie palisady w 2-D giętym flutterze*  
Proc. of 1st Int. Conf. on *Vibration Engineering and Technology of Machinery* (VETOMAC I), October 25-27, 2000, Bangalore, India, ed. by K. Venkatraman & C. S. Manohar, (CD-ROM, Paper CP 009)

- E2 – 38. Rządkowski R., Kovalyov A.:** Czislennie modelirovanije izgibno-krutilnogo flattera pri kinematiczeski zadannom zakone kolebanij

*Numeryczne modelowanie giętno-skretnego flatteru dla drgań harmoniczných*  
Trudy Miezdunar. Nau.-Tech. Konf. *Sovierszenstvovanije Turboustanovok Mietodami Matematyčeskogo i Fizyčeskogo Modelirovanija*, Charkov, Ukraina, 18-22 Sent., 2000

- E2 – 39. Rządkowski R., Kovalyov A.:** Czislennie modelirovanije kolebanij łopatok s rasstrojkaj sobstwiennyh czastot

*Numeryczne modelowanie drgań łopatek z rozstrojonými częstościami drgań*  
Trudy Miezdunar. Nau.-Tech. Konf. *Sovierszenstvovanije Turboustanovok Mietodami Matematyčeskogo i Fizyčeskogo Modelirovanija*, Kharkov, Ukraina, 18-22 Sent., 2000

- E2 – 40. Sokołowski J., Kwiatkowski J., Kosowski K.:** Technical analysis of possibilities of electric energy and heat production using municipal and industrial waste in Poland

*Analiza techniczna możliwości wytwarzania energii elektrycznej i ciepła z wykorzystaniem odpadów komunalnych i przemysłowych dla warunków polskich*  
2nd Int. Symp. on *Technical, Economical and Environmental Aspects of Combined Cycle Power Plants*, COMPOWER 2000, November 23-24, 2000, Gdańsk, ZP Pol. Gdańskiej, (Proc., 273-280)

- E2 – 41. Szwabowicz M.:** Geometrical rigidity or bendability of surfaces and deformations of thin shell structures  
*Geometryczna sztywność lub zginalność powierzchni a deformacje cienkich struktur powłokowych*  
 4th EUROMECH Solid Mechanics Conf., Metz, France, June 26-30, 2000, Univ. de Metz, (Book of Abstracts, II, 655)
- E2 – 42. Vorobjov J. S, Janecki S.:** Problemy matematycznego modelowania i analizy drgań łopatkowego aparatu turbomaszyn  
*Problemy matematycznego modelowania drgań układów łopatkowych maszyn wirnikowych*  
 Trudy Międzunar. Nauk.-Tech. Konf. *Sovierszenstvovanije Turbous-tanovok Mietodami Matematycznego i Fizycznego Modelirovanija*, Kharkov, Ukraina, 18-22 Sent., 2000
- E2 – 43. Zboiński G., Ostachowicz W.:** Adaptive hierarchical modelling and FE method for analysis of complex structures  
*Adaptacyjne modelowanie hierarchiczne i metoda elementów skończonych do analizy struktur złożonych*  
 4th EUROMECH Solid Mechanics Conf., Metz (France), June 2000, (Book of Abstracts, 304)
- E2 – 44. Zboiński G., Ostachowicz W.:** A unified approach to adaptive modelling and analysis of complex structures  
*Uogólnione podejście do adaptacyjnego modelowania i analizy struktur złożonych*  
 20th Int. Congress of Theor. and Appl. Mech., Chicago (USA), August-September 2000, (Abstract Book, 59)
- E2 – 45. Zboiński G., Ostachowicz W.:** A family of 3D-based, compatible, shell, transition and solid elements for adaptive hierarchical modelling and FE analysis of complex structures  
*Rodzina kompatybilnych elementów powłokowych, przejściowych i bryłowych do adaptacyjnego modelowania hierarchicznego i analizy struktur złożonych*  
 Abstracts of the Europ. Cong. on *Computational Methods in Applied Sciences and Engineering*, Barcelona (Spain), September 11-14, 2000, 1011 & CD-Rom Proc. of the Europ. Cong. on *Computational Methods in Applied Sciences and Engineering*, Barcelona (Spain), September 2000, 1-20
- E2 – 46. Zboiński G., Ostachowicz W.:** Algorytm rodziny adaptacyjnych elementów przejściowych typu hpq/hp. Podejście trójwymiarowe  
*An Algorithm of a family of adaptive transition hpq/hp finite elements. 3D*

*approach*, (in Polish)

XXXIX Symp. nt.: *Modelowanie w Mechanice*, Wisła, 14-18 luty, 2000,  
(Mat., 343-345)

**E2 – 47. Zmitrowicz A.:** Vibrations of turbine blade assemblies with stick and slip conditions

*Drgania pakietów łopatek turbinowych z warunkami zespolenia i poślizgu*  
IUTAM Symp. on *Unilateral Contacts*, in F. Pfeiffer and Ch. Glocker  
(eds.), 319-328, Kluwer Acad. Publ., Dordrecht 1999

## F Inne opracowania

**F – 1. Banaszek S.:** Badania eksperymentalne i teoretyczne własności ramy fundamentowej wirnika laboratoryjnego

*Experimental and theoretical researches of the laboratory rotor foundation frame properties*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB-1227/T07/2000/18

nr arch. 317/00

**F – 2. Banaszek S.:** Wpływ uwzględnienia masy sprzęgła na drgania własne wału stanowiska badawczego dynamiki wirników

*The coupling mass influence on the laboratory rotor eigenfrequencies*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB-1227/T07/2000/18

nr arch. 393/00

**F – 3. Banaszek S.:** Drgania własne stanowiska badawczego dynamiki wirników i łożysk – analiza komputerowa

*The computer analysis of the rotor dynamics test rig eigenvalues*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB 0893/T07/99/17

nr arch. 486/00

**F – 4. Banaszek S., Łuczak M.:** Badania wpływu pęknięcia wirnika na drgania wału i łożysk ślizgowych

*Investigations of the influence of rotor crack on shaft and slide bearings vibrations*

Oprac. dla Katedry Mechaniki i Wibroakustyki AGH w Krakowie

poz. planu O4/Z3/T1

nr arch. 68/00

**F – 5. Bessemann I., Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Projekt śruby napędowej o dużym kącie pochylenia wierzchołka skrzydła. Obliczenia wytrzymałościowe wg ABS, DNV, GL

*Design of a ships propeller with big skewback angle. Strength calculations under ABS, DNV and GL rules*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7 T08B 037 17

nr arch. 496/00

- F – 6. Chróścielewski J., Górski J., Kazakevičiūtė-Makowska R., Makowski J., Pietraszkiewicz W., Smoleński W. M.:** Concepts methods and problems in finite strain elastoplasticity according to representative works in the field

*Koncepcje, metody i problemy sprężysto-plastyczności przy dużych odkształceniach według prac reprezentatywnych dla tej dziedziny*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 941/T07/99/16

nr arch. 45/00

- F – 7. Gerlach T.:** Opinia o przyczynach powtarzających się awarii łożyskowych w małej elektrowni wodnej Kiszewski Zamek

*An opinion about repeating bearing failures at small water power station “Kiszewa Castle”*

Oprac. IMP PAN

poz. planu C2-45/2000

nr arch. 619/00

- F – 8. Gnesin V., Rządkowski R.:** The theoretical model of the stator-rotor 3D flutter in transonic inviscid flow

*Model teoretyczny 3D flutteru stopnia w przepływie nielepkiem transonicznym*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 04816

nr arch. 409/00

- F – 9. Gnesin V., Rządkowski R.:** The numerical calculation of 3D transonic flow through a turbine stage with oscillating blades

*Obliczenia numeryczne trójwymiarowego transonicznego przepływu przez stopień turbiny z drgającymi łopatkami wirnika*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 010 16

nr arch. 804/00

- F – 10. Janecki S.:** Problemy statyki i drgań układów łopatek wirnikowych turbin parowych

*Static and vibration problems of the steam turbine rotor blading*

Oprac. IMP PAN dla Alstom Power

poz. planu O4/Z3/T1

nr arch. 300/00

- F – 11. Janecki S.:** Drgania własne umiarkowanie grubych tarcz wirnikowych turbin parowych z zastosowaniem pierścieniowych elementów skończonych

*Free vibration of the moderate thick rotor disks of the steam turbines using annular finite elements*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB 7T07 B04816

nr arch. 236/00

- F – 12. Janecki S., Lidke M.:** Analiza drgań własnych i ogólnej wytrzymałości kinetostatycznej łopatkowej pojedynczej oraz wieńca łopatek roboczych stopnia 16 turbiny 13UC-100 w warunkach pracy ciepłowniczej i kondensacyjnej z zastosowaniem modelu jednowymiarowego (1D)

*Vibration and strength analysis of single blade and closed packet of rotor blades of the 16 stage of steam turbine 13UC-100 using one-dimensional models (1D)*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PC 22/03/2000

nr arch. 684/00

- F – 13. Janecki S., Rządkowski R.:** Opinia o przyczynach awarii układu łopatkowego stopnia 16 turbiny 13UC-105

*On the reasons of 16 stage rotor blading damage of the steam turbine 13UC-105*

Oprac. IMP PAN

poz. planu C2-26/99

nr arch. 110/00

- F – 14. Kaczmarek J.:** Role of the molecular recognition in mathematical modelling of synthesis in solution

*Rola pojęcia molekularne rozpoznanie w matematycznym modelowaniu syntezy chemicznej w roztworze*

Oprac. IMP PAN

poz. planu Grant 0332

nr arch. 8/00

- F – 15. Kaczmarek J.:** On a fatigue strength criterion

*O pewnym kryterium zmęczenia materiałowego*

Oprac. IMP PAN

poz. planu Grant 0332

nr arch. 52/00

- F – 16. Kaczmarek J.:** A small scale model of the crack propagation

*Model małej skali dla propagacji pęknięcia*

Oprac. IMP PAN

poz. planu Grant 0332

nr arch. 57/00

- F – 17. Kaczmarek J.:** Extension of continuum mechanics motivated by modelling biological systems

*Rozszerzenie mechaniki ośrodka ciągłego motywowane potrzebami modelowania systemów biologicznych*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu Grant 0332 nr arch. 123/00

**F – 18. Kaczmarek J.:** Towards a formal system aimed at modelling biological structures

*Kierunek dla stworzenia systemu formalnego nakierowanego na modelowanie systemów biologicznych*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu Grant 0332 nr arch. 124/00

**F – 19. Kaczmarek J.:** A nanoscale model of the transformation – induced plasticity

*Nanoskalowy model transformacyjnie indukowanej plastyczności*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu Grant 0332 nr arch. 184/00

**F – 20. Kaczmarek J.:** Concept of a formal system aimed at modelling biological structures

*Koncepcja systemu formalnego nakierowanego na modelowanie struktur biologicznych*

Opr. IMP PAN  
poz. planu Grant 0332 nr arch. 249/00

**F – 21. Kaczmarek J.:** Programy do symulacji numerycznej procesów dyfuzyjnych w ośrodkach wieloskładnikowych

*Numerical simulations of diffusional processes in multicomponent media*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z2/T2 nr arch. 643/00

**F – 22. Kiciński J.:** Identyfikacja modeli konstrukcji podpierających maszyn wirnikowych

*Identification of structural models supporting rotating machinery* Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z3/T1 nr arch. 655/00

**F – 23. Kiciński J., Markiewicz-Kicińska A:** Identyfikacja modeli defektów w pracy obiektu i adaptacja oprogramowania do ich opisu

*Identification of the models of defects during object operation and adaptation of software for their description*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu PC 2648/C T10-8/2000 nr arch. 766/00

- F – 24. Kiciński J., Markiewicz-Kicińska A., Bagińska M.:**  
 Modyfikacja równań ruchu układu wirnik-podpory z uwagi na imperfekcje konstrukcyjne i materiałowe wirnika oraz sprzężenia podpór  
*Modification of equations of motion of the system rotor-supports from the point of view of construction and material imperfections and support couplings*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu O4/Z3/T1 nr arch. 741/00
- F – 25. Kiciński J., Rybczyński J., Banaszek S.:** Eksperymentalne i symulacyjne określenie wartości współczynników podatności konstrukcji podpierającej  
*Experimental and numerical determination of the values of susceptibility coefficients of the support structure*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB-1487/T07/98/15 nr arch. 767/00
- F – 26. Kiciński J., Prońska A., Łuczak M., Markiewicz-Kicińska A.:**  
 Identyfikacja sztywności podpór konstrukcji podpierającej według struktury widma  
*Identification of stiffness of support structures using the spectral structure*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB-1487/T07/98/15 nr arch. 768/00
- F – 27. Kiciński J., Markiewicz-Kicińska A.:** Programy NLDW-70 i NLDW-71 do obliczeń sprzężonych form drgań giętno-wzdłużno-skrętnych z imperfekcjami typu pęknięcia wału i rozosiowania elementów  
*NLDW-70 and NLDW-71 codes for calculations of coupled bending-axial-torsional vibrations with imperfections of the shaft crack and element misalignment type*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PC 2648/C T10-8/2000 nr arch. 357/00
- F – 28. Kiciński J., Rybczyński J., Banaszek S., Łuczak M., Pałżewicz A., Cegielski A., Graczyk T., Bagińska M.:** Bank danych eksploatacyjnych i geometrycznych turbosespołu 13K215  
*Operational and geometry data bank of the turboset 13 K215*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PC 2648/C T10-8/2000 nr arch. 658/00
- F – 29. Kiciński J., Rybczyński J., Banaszek S., Łuczak M., Pałżewicz A., Graczyk T., Cegielski A., Markiewicz-Kicińska A.,**

- Bagińska M.:** Sposoby oceny stanu dynamicznego turbozespołów energetycznych  
*A way of assessment of the dynamical state of power engineering systems*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PC 2648/C T10-8/2000 nr arch. 660/00
- F – 30. Krawczuk M.:** Uzupełnienia do modelu belkowego elementu skończonego z pęknięciem i rozosiowaniem  
*Supplement for beam finite element model with crack and disalignment*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 89/00
- F – 31. Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Analiza drgań własnych wału stopniowanego, modelowanego 3-D elementami skończonymi  
*Analysis of natural frequencies of sectional shaft modelled by 3-D finite elements*  
Oprac. IMP PAN dla IPPT PAN Warszawa  
poz. planu C2-9/2000 nr arch. 63/00
- F – 32. Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Metoda obliczania parametrów masowo-tłumiąco-sztywnościowych w oparciu o dane eksperymentalne  
*Method of calculation mass-damping-stiffness parameters of suspension system based on experimental data*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PC 2648/CT10-8/2000 nr arch. 210/00
- F – 33. Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Obliczenia MES z wykorzystaniem pakietów NASTRAN i ADINA parametrów statyki i drgań własnych nowo projektowanej śruby okrętowej  
*FEM calculations with NASTRAN and ADINA codes of static parameters and natural vibrations of new designed ship propulsion*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 7 T08B 03717 nr arch. 470/00
- F – 34. Krawczuk M., Murawski L., Ostachowicz W., Żak A.:**  
Metodyka obliczeń statycznej i dynamicznej pracy okrętowych linii wałów  
*Methodology of calculations of static and dynamic behaviour of ship shafts*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 7 T08B 023 17 nr arch. 109/00
- F – 35. Lidke M.:** Program komputerowy obliczania częstości drgań własnych łopatek wirnikowych turbin parowych z zastosowaniem jednowymiarowego



elementu skończonego o zmiennej geometrii

*A computer program for natural vibration calculations of steam turbine blades. An application of 1D finite element with changeable geometry*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7 T07B 048 16

nr arch. 239/00

- F – 36. Lidke M.:** Program komputerowy obliczania przemieszczeń i naprężeń kinetostatycznych w łopatkach wirnikowych turbin parowych z zastosowaniem jednowymiarowego elementu skończonego o zmiennej geometrii
- A computer program for stress and strain calculations of steam turbine blades. An application of 1D finite element with changeable geometry*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7 T07B 048 16

nr arch. 820/00

- F – 37. Łuczak M.:** Badania eksperymentalne i weryfikacja modelu numerycznego programów serii MESWIR dla trójpodporowej maszyny wirnikowej

*Experimental investigations and verification of a numerical codes from the MESWIR series in the case of a three-support rotating machinery*

Oprac. wewn. IMP PAN

poz. planu O4/Z3/T1

nr arch. 288/00

- F – 38. Łuczak M.:** Badania eksperymentalne i weryfikacja modelu numerycznego programów serii MESWIR dla trójpodporowej maszyny wirnikowej. Część II

*Experimental investigations and verification of a numerical codes from the MESWIR series in the case of a three-support rotating machinery. Part II*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z3/T1

nr arch. 574/00

- F – 39. Mieszczak Z., Krawczuk M.:** Sterowanie dynamiką belki kompozytowej przez zastosowanie materiału piezoelektrycznego

*Active control of dynamic of composite beam by PZT material*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z1/T1

nr arch. 81/00

- F – 40. Mieszczak Z., Krawczuk M.:** Analiza statyczna i dynamiczna belki kompozytowej wyposażonej w elementy piezoelektryczne

*Static and dynamic analysis of composite beam with PZT elements*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 0967/T07/99/16

nr arch. 203/00

- F – 41. Mieszczak M., Krawczuk M.:** Warstwowy płytowy model skończone elementowy z elementami PZT  
*Multilayerd plate finite element with PZT elements*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PB 0967 nr arch. 462/00
- F – 42. Mieszczak Z., Krawczuk M.:** Analiza płyt kompozytowych z elementami PZT w zakresie nieliniowym  
*Nonlinear analysis of composite plate with PZT elements*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 649/00
- F – 43. Moraczewski M., Zboiński G.:** Algorytm i program MES do analizy trójwymiarowych problemów teorii sprężystości  
*An algorithm and FE program for analysis of 3D problems of elasticity*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PB 0845/07/98/14 nr arch. 125/00
- F – 44. Murawski L., Murawski W.:** Pre- i postprocesor do algorytmów okrętowych układów przeniesienia mocy. Część I  
*Pre- and postprocessor to marine power transmission system calculation algorithm*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 7T07B 023 17 nr arch. 143/00
- F – 45. Murawski L., Tarnacki M.:** Metodyka obliczeń charakterystyk sztywnościowych łożysk okrętowych układów napędowych  
*Calculation method of stiffness characteristics of the marine power transmission system bearings*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 7T07B 02317 nr arch. 642/00
- F – 46. Murawski L., Ostachowicz W., Krawczuk M., Żak A.:**  
Algorytm MES do obliczeń deformacji kadłuba statku w różnych stanach zabalastowania oraz pod wpływem fali regularnej  
*Ships hull deformation analysis under the influence of regular wave and the different ballast condition. FEM algorithm*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 7T07B 02317 nr arch. 358/00
- F – 47. Palacz M., Krawczuk M.:** Modal parameters for for structural health monitoring  
*Parametry modalne w ocenie stanu konstrukcji*

Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 82/00

- F – 48. Palacz M., Krawczuk M., Ostachowicz W., Murawski L.:**  
Sensitivity analysis of damage indicators – a survey  
*Analiza czułości wskaźników uszkodzeń – przegląd*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 86/00
- F – 49. Palacz M., Krawczuk M., Ostachowicz W., Zboiński G.:**  
Detekcja uszkodzeń w elementach konstrukcyjnych  
*Damage detection in constructional elements*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 275/00
- F – 50. Palacz M., Krawczuk M., Ostachowicz W., Zboiński G.:**  
Algorytmy geometryczne w detekcji uszkodzeń  
*Genetic algorithms for damage detection*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 463/00
- F – 51. Palacz M., Krawczuk M., Mieszczak Z., Ostachowicz W., Zboiński G.:** Badania eksperymentalne drgań własnych belek i płyt z pęknięciami zmęczeniowymi  
*Experimental investigation of natural vibrations of cracked beams and plates*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z1/T1 nr arch. 627/00
- F – 52. Pałzewicz A.:** Wyniki pomiarów własności sprężysto-plastycznych materiału pokryciowego OBW, produkcji ZPR-Belchatów w przedziale temperatur 298K-348K  
*Results of measurements of elasto-plastic properties of coating material OBW manufactured by ZPR-Belchatów in the temperature range 298-348 K*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z3/T2 nr arch. 572/00
- F – 53. Pałzewicz A.:** Pomiar tarcia i zużycia par ciernych o specyficznej strukturze warstw ślizgowych. Przygotowanie laboratorium tribologicznego IMP PAN do wznowienia pomiarów  
*Measurements of friction and wear of couplings with a specific structure of sliding layers. Reconstruction of the tribological laboratory at IFFM PAS*

- for recommencement of measurements*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z3/T2 nr arch. 613/00
- F – 54. Pietraszkiewicz W.:** Warianty uproszczone dla powłok sprężystych  
*Simplified versions for elastic shells*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z2/T1 nr arch. 144/00
- F – 55. Pietraszkiewicz W.:** Modelowanie cienkich powłok strukturalnych  
*Modelling of thin irregular shell structures*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z2/T1 nr arch. 145/00
- F – 56. Pietraszkiewicz W., Makowski J., Górski J., Chróścielewski J., Kazakevičiūtė-Makowska R., Smoleński W. M.:** Enhanced and microstructural models of damage  
*Rozszerzone i mikrostrukturalne modele teorii zniszczenia*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu 0941/T07/99/16 nr arch. 48/00
- F – 57. Prońska A.:** Wyniki testów programów NLDW i KINWIR wersja UNIX'owa  
*Results of tests of the codes: NLDW and KINWIR – UNIX version*  
Oprac. wewn. IMP PAN  
poz. planu PB-1487/T07/98/15 nr arch. 211/00
- F – 58. Prońska A.:** Badanie wrażliwości układu wirnik-łożyska na zmiany sztywności podpór na przykładzie dużej maszyny energetycznej typu 13K215  
*Investigations of the sensitivity of rotor-bearings system on the changes of support stiffness based on a large power engineering machine of the type 13 K215*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PB-1487/T07/98/15 nr arch. 754/00
- F – 59. Prońska A., Kabaciński P.:** Badania wpływu tąpnięcia podpór fundamentowych turbosespołu 13K215  
*Investigations of the influence of foundation supports of the turboset 13 K215*  
Oprac. IMP PAN  
poz planu PC 2648/C T10-8/2000 nr arch. 499/99

- F – 60. Rozbicki M., Krawczuk M., Ostachowicz W.:** Projekt śruby napędowej o geometrii klasycznej. Obliczenia wytrzymałościowe wg ABS, DNV, GL  
*Design of a ships propeller with classical geometry. Strength calculations under GL, DNV and ABS rules*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu 7 T08B 037 17 nr arch. 385/00
- F – 61. Rybczyński J.:** Projekt modernizacji stanowiska badawczego dynamiki wirników w laboratorium dynamiki wirników i łożysk IMP PAN  
*The project of modernization of the test bench for rotordynamics investigations in IFFM rotor and bearing dynamics laboratory*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB 0893/T07/99/17 nr arch. 21/00
- F – 62. Rybczyński J.:** Program komputerowy RMAT 55 do tworzenia kart diagnostycznych maszyn wirnikowych  
*The RMAT 55 computer program for creating of the diagnostic forms of rotating machines*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB 0893/T07/99/17 nr arch. 171/00
- F – 63. Rybczyński J.:** Optymalizacja metod dołączania grafiki z MATLABa do dokumentów edytora Microsoft Word  
*Optimization of the methods of putting MATLAB's graphics into the documents of Microsoft Word editor*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB 1487/T07/98/15 nr arch. 279/00
- F – 64. Rybczyński J.:** Oprogramowanie do przetwarzania i analizy wyników pomiarów współczynników dynamicznych stanowiska badawczego dynamiki wirników  
*Set of computer programs for procesing and analyzing of the results of measurements of dynamic coefficients of the rotordynamic testing*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PB-0893/T07/99/17 nr arch. 590/00
- F – 65. Rybczyński J., Banaszek S., Łuczak M., Markiewicz-Kicińska A.:** Porównanie wyników pomiarów dynamiki wirnika doświadczalnego na stanowisku badawczym dynamiki wirników z wynikami obliczeń komputerowych programem NLDW  
*The comparision of results of experiments done on the test bench for rotordynamics investigation and results of calculations done with NLDW*

program

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB-1487/T07/98/15

nr arch. 20/00

- F – 66. Rybczyński J., Kiciński J., Banaszek S., Łuczak M.:** Analiza częstości i form drgań własnych wirnika stanowiska badawczego dynamiki wirników

*Analysis of frequencies and free vibrations modes of the rotor of the test rig for rotordynamics investigation*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB 0893/T07/99/17

nr arch. 214/00

- F – 67. Rybczyński J., Łuczak M., Paźewicz A., Graczyk T., Cegielski A.:** Klasyfikacja i omówienie wybranych norm związanych z maszynami wirnikowymi

*Classification and discussion of the selected standards connected with rotor machines*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PC 2648/C T10 - 8/2000

nr arch. 659/00

- F – 68. Rządkowski R.:** The stress based theories in the life estimation of a turbine blades

*Naprężeniowe modele w analizie żywotności łopatek turbinowych*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 04816

nr arch. 119/00

- F – 69. Rządkowski R.:** Ocena żywotności pojedynczej łopatki wirnikowej i ułopatkowanie tarczy wirnikowej podczas rozruchu i odstawiania turbiny, z zastosowaniem liniowych i nieliniowych metod kumulacji uszkodzeń (na przykładzie łopatek  $L = 0,228$  m)

*Life estimation of single blade and bladed disc during run-up and run-down by using linear and non-linear cumulative damage theories*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 04816

nr arch. 803/00

- F – 70. Rządkowski R., Gnesin V.:** 3D flutter of the turbine blade row with blade  $L = 765$  mm. Part II

*Trójwymiarowy flutter palisady łopatek turbinowych  $L = 765$  mm. Część II*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 04816

nr arch. 271/00

- F – 71. Rządkowski R., Kwapisz L.:** Analiza drgań własnych i ogólnej wytrzymałości kinetostatycznej łopatki pojedynczej oraz wieńca łopatek roboczych stopnia 16 turbiny 13UC 100 z zastosowaniem modelu trójwymiarowego (3D) metody MES i programu ABAQUS  
*Analysis of natural frequencies and kinetostatic stress of single blade and blade cascade 16th stage of 13UC-100 turbine by using 3D FE ABAQUS code*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu CP 22/03/2000 nr arch. 441/00
- F – 72. Rządkowski R., Kwapisz L.:** Analiza drgań własnych i ogólnej wytrzymałości kinetostatycznej wieńca łopatek stopnia 16 turbiny 13UC 100 z zastosowaniem modelu trójwymiarowego (3D) metody MES i programu ABAQUS  
*Analysis of natural frequencies and kinetostatic stress of blade row of 16th stage 13UC-100 turbine by using 3D FE ABAQUS code*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PC 22/03/2000 nr arch. 534/00
- F – 73. Rządkowski R., Kwapisz L.:** Analiza drgań własnych i ogólnej wytrzymałości kinetostatycznej łopatki pojedynczej stopnia 16 turbiny 13UC 100 z zastosowaniem modelu trójwymiarowego (3D) metody MES i programu ABAQUS  
*Analysis of natural frequencies and kinetostatic stress of single blade of 16th stage 13UC-100 turbine by using 3D FE ABAQUS code*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu PC 22/03/2000 nr arch. 535/00
- F – 74. Szwabowicz M.:** Theory of shells: a pre-computer era relic or a tool of contemporary structural analysis  
*Teoria powłok – relikty ery przedkomputerowej czy narzędzie współczesnej analizy strukturalnej*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu 0934/T07/99/16 nr arch. 206/00
- F – 75. Szwabowicz M.:** Analiza statyczna trójnika rurociągu parowego w zakresie sprężysto- plastycznym  
*Static analysis of a steam T-pipe in the elasto-plastic range*  
 Oprac. IMP PAN  
 poz. planu O4/K2 nr arch. 388/00
- F – 76. Szwabowicz M.:** Numeryczna analiza wpływu imperfekcji na nieliniowe zachowanie powłoki sferycznej

*Numerical analysis of the impact of imperfections on the nonlinear behaviour of a spherical shell*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z2/T2

nr arch. 657/00

**F – 77. Wróblewski W., Rządkowski R.:** Modelowanie niestacjonarnego przepływu gazu nielepkiego przez stopień maszyny wirnikowej

*Modelling of the nonsteady inviscid flow through turbine stage*

Oprac. IMP PAN

poz. planu 7T07B 01016

nr arch. 95/00

**F – 78. Zboiński G., Ostachowicz W.:** Procedury adaptacyjne kompatybilnych aproksymacji typu hpq, hp i hpq/hp do analizy struktur złożonych

*Adaptative procedures for compatible hpq, hp and hpq/hp approximations of complex structures*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z1/T1

nr arch. 40/00

**F – 79. Zboiński G., Ostachowicz W., Krawczuk M.:** Modyfikacje procedur adaptacyjnych do analizy struktur złożonych w przypadku osiągnięcia niewłaściwej granicy rozwiązania, locking i warstwy brzegowej

*Modification of adaptive procedures for complex structures in case of improper solution limit, locking and boundary layer*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/Z1/T1

nr arch. 204/00

**F – 80. Zboiński G., Ostachowicz W., Krawczuk M., Żak A.:** Program komputerowy do hierarchicznego modelowania i adaptacyjnej analizy struktur złożonych

*Computer code for hierarchical modeling and adaptive analysis of complex structures*

Oprac. IMP PAN

poz. planu PB 0845/07/98/14

nr arch. 234/00

**F – 81. Zboiński G., Moraczewski M., Palacz M., Mieszczak Z.:**

Adaptacyjna

analiza elementów maszyn wirnikowych. Szacowanie błędów, procedury adaptacyjne i program komputerowy

*Adaptive analysis of turbomachinery elements. Error estimation, adaptive procedures and computer code*

Oprac. IMP PAN

poz. planu O4/K1

nr arch. 648/00



- F – 82. Zmitrowicz A.:** Obliczanie temperatury styku i temperatury w trzpieniu węzła ciernego stoiska doświadczalnego IMP PAN typu pin-on-disc  
*Calculations of a contact temperature and a temperature in a pin of the IMP PAN rubbing experimental setup of the type pin-en-disc*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu O4/Z3/T2 nr arch. 653/00
- F – 83. Żak A.:** Aktywne sterowanie zmianami charakterystyk dynamicznych belek i płyt kompozytowych z delaminacją za pomocą materiałów z pamięcią kształtu  
*Active control of dynamic characteristics of composite beams and plates with delamination by the use of shape memory materials*  
Oprac. IMP PAN  
poz. planu PB 0901/T07/99/17 nr arch. 231/00