

## dr inż. Said Hamid Ahmad (Irak)

### **Metoda optymalnego doboru i zmniejszenia kosztów eksploatacji pomp w przepompowniach**

**Promotor:** Prof. dr hab. inż. Waldemar Jędral

**Recenzenci:** Prof. dr hab. inż. Maciej Zarzycki (Politechnika Śląska)

Prof dr inż. Kazimierz Jackowski (MEiL PW)

**Data obrony:** 1 lutego 2001

#### **Streszczenie:**

Pompy pracujące w dużych pompowniach i innych obiektach i instalacjach pompowych zużywają na ogół nadmierne ilości energii elektrycznej. Straty z tego tytułu w Polsce są szacowane na co najmniej 1 mld kWh rocznie. Przyczyny strat, to: dobór pomp o nieodpowiednich parametrach znamionowych ( $Q$ ,  $H$ ) oraz nieekonomiczna eksploatacja - m.in. nieracjonalna regulacja wydajności. Z powyższych względów większość istniejących w kraju obiektów pompowych wymaga pilnej modernizacji. Z drugiej strony brak jest praktycznych metod obliczeniowych umożliwiających uniknięcie tych niedostatków w pompowniach nowo projektowanych. W pracy zaproponowano kompleksowe rozwiązanie zagadnień optymalnego doboru pomp oraz minimalizacji kosztów ich użytkowania w różnorodnych instalacjach pompowych, m. in. w przepompowniach wodociągowych i ciepłowniczych. Do najważniejszych osiągniętych celów pracy można zaliczyć:

1. Opracowanie metody optymalnego doboru pomp wirtualnych, a następnie rzeczywistych, do dużych - nowych lub modernizowanych przepompowni i innych instalacji pompowych, z równoczesnym doбором najbardziej korzystnych układów regulacji parametrów; funkcją celu w optymalizacji jest osiągnięcie minimum łącznych kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych.
2. Opracowanie metody optymalnego sterowania pracą grupy pomp w pompowni I-go rodzaju (usytuowanej pomiędzy zbiornikami wyrównawczymi), z funkcją celu analogiczną jak wyżej.
3. Opracowanie metody optymalnej energetycznie regulacji bieżącej, w czasie rzeczywistym, parametrów pracy grupy pomp w pompowni II-go rodzaju lub dowolnej innej instalacji, w której zapotrzebowanie cieczy  $Q_s(t)$  jest stochastycznie zmienne w czasie.
4. Opracowanie nowego zbioru bezwymiarowych charakterystyk przepływu  $h(q)$  i sprawności ( $\eta$ ), dla pomp o wyróżnikach szybkobieżności  $n_q = 20 \dots 80$ , niezbędnych do optymalnego doboru pomp do instalacji; zbiór ten jest zdaniem autora znacznie bardziej wiarygodny od innych, przez kilkadziesiąt już lat podawanych w literaturze.
5. Rozwiązanie szeregu praktycznych zagadnień cząstkowych, niezbędne do praktycznej realizacji zadań podstawowych.
6. Opracowanie algorytmów obliczeń i programów komputerowych do rozwiązania zadań 1+3.

Wykonane obliczenia przykładowe potwierdziły praktyczną przydatność opracowanych metod postępowania oraz programów komputerowych. Wyniki uzyskane w pracy mogą już obecnie znaleźć zastosowanie przy projektowaniu.

---

## dr inż. Edyta Ładyżyńska-Kozdraś

### **Modelowanie i symulacja numeryczna lotu rakiety sterowanej klasy ziemia-powietrze naprowadzanej wiązką z zastosowaniem praw sterowania jako więzów nieholonomicznych**

**Promotor:** prof dr hab. inż. Jerzy Maryniak

**Recenzenci:** prof dr hab. inż. Józef Gacek (WAT)

dr hab. inż. Ryszard Vogt (prof. nzw. PW)

**Data obrony:** 13 czerwca 2001

#### **Streszczenie:**

W pracy opracowano model fizyczny, matematyczny i symulacyjny sterowanej automatycznie rakiety klasy ziemia-powietrze, naprowadzanej metodą wiązki prowadzącej, pozwalający na ścisłe

powiązanie, traktowanych jako więzy nieholonomiczne, praw sterowania z równaniami dynamiki lotu rakiety. Do realizacji tego celu użyto formalizmu Maggiego, który pozwolił na rozpatrywanie ruchu silnie nieliniowych układów o więzach nieholonomicznych we współrzędnych uogólnionych. Współrzędne te związaliśmy z inercjalnym, ziemskim układem odniesienia, co jest bardzo korzystne przy sterowaniu lotem rakiet naprowadzanych z Ziemi. Opracowany model jest uniwersalny. Można go zastosować do symulacji, naprowadzania i obliczeń dowolnych rakiet "sterowanych automatycznie, naprowadzanych wiązką. Symulację numeryczną przestrzennego naprowadzania pocisku raketowego przeprowadzono dla testowej rakiety przeciwlotniczej klasy "Roland", po odpowiedniej identyfikacji parametrycznej opracowanego modelu matematycznego. Odpowiednio dobrane zostały współczynniki wzmocnień sygnałów sterujących w prawach sterowania, wiążące parametry zadane wynikające z ruchów wiązki naprowadzającej, z parametrami realizowanymi lotu pocisku raketowego i manewrującego przestrzennie celu. Wyniki symulacji przedstawiono w sposób graficzny, wykazując skuteczność rażenia celu w manewrach obronnych.

---

**dr inż. Rafał Jarnicki**

### **Analiza teoretyczna intensyfikacji procesu spalania w silniku ZI za pomocą strugi gazu**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Tadeusz Rychter

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Andrzej Kowalewicz (Politechnika Radomska)

dr hab.inż. Andrzej Teodorczyk (prof. nzw. PW)

**Data obrony:** 22 czerwca 2001

#### **Streszczenie:**

W pracy przeprowadzono analizę teoretyczną dwóch nowych systemów intensyfikacji spalania w silniku o zapłonie iskrowym, wykorzystujących strugę gazu do mechanicznego przeniesienia gorących produktów spalania w strefę świeżej mieszanki paliwowo-powietrznej. Struga generowana była poprzez zewnętrzny wtrysk gazu (system JDC - Jet Dispersed Combustion), lub odpowiednią organizację geometrii komory spalania (system o półotwartej komorze wstępnej). Właściwie ukierunkowana struga powodowała przyspieszenie spalania ładunku, zwiększając pracę modelowanego obiegu silnikowego. Przeprowadzono symulacje numeryczne obu systemów, wykorzystując w tym celu specjalnie zmodyfikowany program KIVA3V. Wyniki przedstawiono graficznie w formie wykresów przebiegów ciśnień, oraz serii obrazów wnętrza komory spalania (pola temperatur z wektorami prędkości). Dla systemu o półotwartej komorze wstępnej przeprowadzono analizę parametryczną badając wpływ lokalizacji i chwili zapłonu, stosunku wielkości komory wstępnej do głównej, oraz średnicy dyszy w przegrodzie między komorami na uzyskiwane w układzie ciśnienie maksymalne, oraz pracę obiegu. Uzyskane wyniki obliczeń porównano jakościowo z eksperymentalnymi. Dla systemu JDC przeprowadzono dwuwymiarowe symulacje różnych konfiguracji zewnętrznego wtrysku gazu w geometrii silnika FSM126A1, konfrontując uzyskane przebiegi ciśnień z danymi doświadczalnymi.

---

**dr inż. Kamila Kustron**

### **Badanie procesu degradacji wysokoobciążonego połączenia metal-kompozyt polimerowy w procesie eksploatacji**

**Promotor:** Prof. dr hab. inż. Jerzy Lewitowicz

**Recenzenci:** Prof. dr hab. inż. Lech Bukowski

Prof. dr hab. inż. Jacek Stupnicki

**Data obrony:** 25 czerwca 2001

#### **Streszczenie:**

Technicznie uzasadnione wykorzystanie zasobu trwałości wymaga doskonalenia metod badań i oceny aktualnego stanu technicznego statków powietrznych. W niniejszej rozprawie przedstawiono metodykę śledzenia temperatury wewnętrznej kompozytu współpracującego z elementami metalowymi na zasadzie kontaktu. Zmiany temperatury wewnętrznej kompozytu w

czasie procesu eksploatacji mogą służyć jako symptomy w diagnostyce stanu technicznego badanego elementu. Rozkłady temperatury zostały określone dwoma technikami pomiarowymi: przy pomocy termoelementów i termowizją. Wraz z zastępowaniem elementów metalowych kompozytowymi pojawił się problem połączenia powłoki kompozytowej z elementami metalowymi. Powstało szereg rozwiązań konstrukcyjnych. Jednym z nich jest oryginalny rodzaj złącza wprowadzenia siły skupionej, pochodzącej od obciążeń zewnętrznych, w powłokę kompozytową zbrojoną tkaniną w postaci powłoki laminatowej. Niniejsze złącze, którego atutem jest brak połączeń klejonych metalu z kompozytem, przeznaczono do pracy w wysoko-obciążonych konstrukcjach nośnych. Takie rozwiązanie konstrukcyjne występuje m. in. w połączeniach skrzydła-kadłub w szybowcach PW-5 i PW-6. Przewidywany wzrost zastosowań tego rozwiązania konstrukcyjnego stworzyło potrzebę eksperymentalnych badań trwałości i algorytmów diagnostycznych opartych o takie badania eksperymentalne, których przedmiotem jest wspomniany powyżej zamek dynamiczny. Główne osiągnięcia pracy to przedstawienie i zbadanie problematyki termodynamicznego podłoża procesu degradacji. Wskazano na wpływ temperatury na właściwości wytrzymałościowe konstrukcyjnych kompozytów polimerowych. Wygenerowano nowe pojęcie podatności degradacyjnej jako właściwości charakteryzującej stan eksploatacyjny OT. Zaproponowano model matematyczny opisujący podatność degradacyjną. Taka właściwość może być przydatna w diagnostyce technicznej. Zbadano proces tennodynamiczny występujący w zamku dynamicznym w procesie eksploatacji.

---

### **dr inż. Jarosław Pyrz**

#### **Modelowanie i analiza dynamiki sterowanego samolotu w zakresie krytycznych kątów natarcia**

**Promotor:** prof. dr hab. inż. Jerzy Maryniak

**Recenzenci:** dr hab. inż. Wojciech Blajer (prof. nzw. Politechniki Radomskiej)

dr hab. inż. Zdobysław Goraj (prof. nzw. PW)

**Data obrony:** 26 czerwca 2001

#### **Streszczenie:**

W pracy przedstawiono modele fizyczny, matematyczny i symulacyjny dynamiki samolotu umożliwiające przeprowadzenie symulacji lotu samolotu na dużych kątach natarcia (na około- i pozakrytycznych kątach natarcia). Zbudowano kilka modeli matematycznych, w oparciu o rozszerzoną metodę pasową, różniących się między sobą sposobem zamodelowania obciążeń aerodynamicznych wywołanych wystąpieniem prędkości kątowej samolotu (łącznie z uwzględnieniem histerezy współczynników aerodynamicznych). Poświęcono także uwagę sposobom opisu położenia samolotu w przestrzeni - związkom kinematycznym, między innymi opisując ich wady i zalety. Symulację numeryczną przestrzennego lotu samolotu przeprowadzono dla testowego samolotu PZL I-22 M-93 "Iryda". Wcześniej przeprowadzona została identyfikacja parametryczna opracowanego modelu matematycznego. Wyniki symulacji, otrzymane przy pomocy tych modeli, zostały porównane z rzeczywistymi parametrami lotu samolotu.

---

### **dr inż. Robert Głębocki**

#### **Dynamika impulsowego naprowadzania małych obiektów przy pomocy rakietowych silników korekcyjnych**

**Promotor:** dr hab.inż. Ryszard Vogt, prof. PW

**Recenzenci:** prof. dr hab. inż. Jan Osiecki (WAT)

prof. dr hab. inż. Jerzy Maryniak (MEiL PW)

**Data obrony:** 26 czerwca 2001

#### **Streszczenie:**

W pracy opracowano algorytmy sterowania i przeprowadzono analizę problemu naprowadzania moździerzowych pocisków przeciwpancernych do celu, z górnej półsfery, przy użyciu rakietowych silników korekcyjnych. Opisany pocisk wystrzeliany jest z moździerza i 80% trajektorii

przebywa lotem balistycznym. Sterowany jest dopiero w fazie opadania od wysokości 1000 m. Sterowanie obiektem realizowane jest za pomocą jednorazowych rakietowych silników korekcyjnych rozmieszczonych promieniście wokół środka ciężkości pocisku. Użycie poszczególnych silników powoduje powstanie impulsu siły skierowanego prostopadle do osi głównej symetrii pocisku i przechodzącego przez jego środek ciężkości. Badania właściwości dynamicznych takiego sposobu sterowania obiektem przeprowadzono w oparciu o jego model numeryczny. Wyniki przedstawiono w formie graficznej i opisowej. Układ śledzenia celu i wypracowujący sygnał sterujący uruchamianiem poszczególnych silników korekcyjnych oparty jest na segmentowym detektorze termicznym, mocowanym sztywno w korpusie pocisku w kierunku prostopadłym do jego osi głównej symetrii. Odpowiednio przekoszone stabilizatory aerodynamiczne nadają pociskowi ruch obrotowy wokół wspomnianej wyżej osi. Dzięki temu ruchowi głowica śledząca skanuje powierzchnię ziemi i może przechwycić sygnał celu oraz wyznaczyć płaszczyznę jego obserwacji. Sygnał z głowicy jest przetworzony przy użyciu metody prostego samonaprowadzania z uwzględnieniem korekty od pochodnej sygnału uchybu kąтового. Nad całością systemu przeprowadzono badania systemowe w oparciu o model cyfrowy przygotowany w środowisku obliczeniowym MATLAB.

---

**dr inż. Marek Rebow**

**Badanie procesów konwekcji swobodnej w obszarze stopionym dla wybranych geometrii**

**Promotor:** prof. dr hab. inż. Roman Domański

**Recenzenci:** doc. dr hab. Tomasz Kowalewski (IPPT PAN)

prof. dr hab. inż. Jerzy Banaszek (MEiL PW)

**Data obrony:** 5 listopada 2001

**Streszczenie:**

W pracy przedstawiono rezultaty badań eksperymentalnych i symulacji numerycznych dotyczących laminarnej konwekcji naturalnej wywołanej gradientem temperatury i sprzężonej jednocześnie z przemianą fazową ciecz - ciało stałe w wybranych substancjach jednoskładnikowych (czysta woda w zakresie temperatur obejmujących anomalie jej gęstości, n-oktadekan, azotan manganawy, PCM30). Nadrzednym celem tej pracy było dokładniejsze poznanie, zarówno w sposób jakościowy jak i przede wszystkim ilościowy, roli jaką odgrywają złożone mechanizmy transportu ciepła przy ruchomym froncie topnienia lub zestalania. Rozważano geometrię prostopadłościenną o dwóch pionowych ściankach izotermicznych, ze szczególnym uwzględnieniem podwójnego frontu fazowego w zamarzającej wodzie, przypadku typowego dla magazynów energii cieplnej.

Do realizacji ww. celu pracy zaprojektowano i zbudowano w ITC PW stanowisko pomiarowe oparte na najnowszych, cyfrowych technikach wizualizacji pola przepływu, z wykorzystaniem różnych cząstek wskaźnikowych (DPiV - anemometria obrazu), i obrazu pola temperatury, poprzez rejestrację zmiany barwy zawieszin ciekłych kryształów (DPIT - termometria obrazu) oraz na technikach akwizycji danych i ich cyfrowej obróbki.

Zakres przeprowadzonych badań doświadczalnych obejmował różnorodne przypadki zestalania i topnienia wody, n-oktadekanu i dwóch nowych materiałów do magazynowania energii, tj. azotanu manganowego i PCM30, dla różnych warunków początkowych i brzegowych, w geometrii prostopadłościennej i sześcienniej, przy dwóch różnych grubościach ścianek kuwety pomiarowej. Uzyskane wyniki zostały zaprezentowane w postaci obrazów torów cząstek wskaźnikowych, barwnych obrazów RGB, pól wektorów prędkości i linii stałej temperatury oraz rozkładów pionowej składowej prędkości płynu w trzech wybranych poziomych przekrojach centralnej płaszczyzny kuwety dla różnych czasów procesu. Pokazano też chwilowe położenia frontu przemiany fazowej oraz zmiany w czasie objętości powstającej fazy stałej, dla których zaproponowano zależność kryterialną.

Uzyskane wyniki eksperymentalne zostały wykorzystane jako swoisty rodzaj wzorca (ang. benchmark) do weryfikacji fizycznej wiarygodności, zaadoptowanego na potrzeby tej pracy, komercyjnego kodu komputerowego FIDAP firmy FLUENT, opartego na metodzie elementów skończonych i stałej siatce podziałów. Analiza wiarygodności tego kodu została poprzedzona weryfikacją dokładności zastosowanych modeli numerycznych poprzez porównanie otrzymanych

wyników symulacji z innymi rezultatami pochodzącymi z literatury oraz przez pokazane wpływu zarówno gęstości siatek podziału, jak i rodzaju przyjętych elementów skończonych na wyniki obliczeń. Następnie tak sprawdzone narzędzie obliczeniowe zostało zastępowane do dalszej pogłębionej analizy ilościowej procesu przemiany fazowej z konwekcją w fazie ciekłej, np. do analizy wpływu warunku początkowego na tworzące się struktury przepływu i objętość fazy stałej. Uzyskane rezultaty badań doświadczalnych jak i numerycznych mogą mieć istotne znaczenie praktyczne np. przy projektowaniu pojemników lub akumulatorów energii cieplnej na potrzeby klimatyzacji.

---

**dr inż. Nikołał Uzunow**

**Wpłył dyskretyzacji układu przepłyłowego turbiny parowej na wyniki symulacji procesów nieustalonych**

**Promotor:** prof. dr hab. Janusz Lewandowski

**Recenzenci:** dr hab. Krzysztof Jesionek, prof. PW

prof. dr hab. Andrzej Miller (MEiL PW)

**Data obrony:** 5 listopada 2001

**Streszczenie:**

Celem rozprawy było zbadanie wpłył dyskretyzacji układu przepłyłowego turbiny parowej na wyniki symulacji jej pracy w warunkach nieustalonych. Sklasyfikowano procesy ciepłno-przepłyłowe, zachodzące w turbinach ciepłnych, oraz współcześnie stosowane modele tych procesów. Określono główne ograniczenia stosowalności poszczególnych klas modeli. Opracowano model rozbudowanej turbiny parowej o stałych skupionych -przedstawiono założenia, pełny opis matematyczny i metody rozwiązania. Za pomocą autorskiego programu symulacyjnego, opartego na tym modelu, zbadano własności akumulacyjne turbiny 13K215 i ich wpływ na przebieg procesów dynamicznych, stosując w tym celu odpowiednie wymuszenia. Zbadano możliwości zmniejszenia liczby współrzędnych stanu (liczby równań, stanowiących część dynamiczną modelu) w celu przyspieszenia obliczeń numerycznych. Wyznaczono proste, uniwersalne kryterium, pozwalające na określenie optymalnego stopnia swobody układu podczas budowania modelu. Przedstawiono również podstawowe założenia i opis matematyczny jednowymiarowego modelu przepłyłwu przez palisadę turbinową. Przeprowadzono wstępną analizę stosowalności modelu; omówiono trudności, związane ze złożonością ruchu w wieńcach wirujących.

---