

## [dr inż. Wiesław Glinka](#)

### **Zapłon paliwa stałego przez promieniowanie**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Piotr Wolański

**Recenzenci:** pProf.dr hab.inż. Stanisław Słupek- AGH

dr hab.inż. Rudolf Klemens - prof. PW

**Data obrony:** 26 stycznia 2004

#### **Streszczenie:**

W pracy przedstawiono badania zapłonu materiałów organicznych poddanych działaniu zewnętrznego źródła promieniowania cieplnego. Badano zwarte warstwy pyłów zbożowych, pył węgla kamiennego oraz drewno sosnowe. Jako źródło promieniowania cieplnego wykorzystano lampę ksenonową o gęstości mocy w zakresie 300 - 1000 kW/m<sup>2</sup>. Uzyskano ilościowe zależności czasu opóźnienia zapłonu od intensywności promieniowania dla różnych ziarnistości pyłu, gęstości warstwy i wilgotności. Wpływ konwekcji swobodnej określono przy różnych położeniach próbki względem padającej wiązki promieniowania. W badaniach wykorzystano głównie interferometryczną metodę wizualizacji. Wykazano istnienie dwóch różnych mechanizmów zapłonu zależnych od intensywności promieniowania  $\wedge$  i własności fizyko-chemicznych paliwa. Dla wysokich intensywności zapłon występuje po krótkim okresie opóźnienia i jest kontrolowany przez proces mieszania gorących produktów pirolizy z otaczającym powietrzem a przy niskiej intensywności promieniowania obserwuje się zapłon dyfuzyjny części lotnych bezpośrednio przy gorącej, zwęglonej powierzchni, po długim okresie opóźnienia. Zmiana mechanizmu zapłonu powoduje skokową zmianę czasu opóźnienia zapłonu o co najmniej rząd wielkości, przy zmianie intensywności promieniowania zaledwie o kilka procent. Opracowano dwuwymiarowy model matematyczny obserwowanych zjawisk. Opisano procesy grzania oraz termicznego rozkładu fazy stałej. Do rozwiązania tego modelu zastosowano metodę elementów skończonych. Przy modelowaniu zapłonu produktów pirolizy w fazie gazowej wykorzystano zmodyfikowane procedury programu komputerowego Conchas-Spray. Opracowany model matematyczny zapłonu dobrze przybliża proces obserwowany doświadczalnie odwzorowując zarówno jego charakter jak i czas opóźnienia. Przedstawiono również możliwe kierunki prowadzenia dalszych badań.

---

## [dr inż. Mohamed Bajash Ghaleb Al-Sharabi](#)

### **Modelowanie i symulacja numeryczna dynamiki oblodzonego samolotu w fazie wznoszenia**

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

**Recenzenci:** dr hab.inż. Grzegorz Kowaleczko - WAT

dr hab.inż. Janusz Narkiewicz - MEiL PW

**Data obrony:** 26 kwietnia 2004

#### **Streszczenie:**

W pracy doktorskiej przedstawiony został model fizyczny i matematyczny sterowanego samolotu z uwzględnieniem intensywnego obładzania w fazie wznoszenia. Obładzanie powierzchni nośnych samolotu wpływa gwałtownie na degradację siły nośnej szczególnie na dużych kątach natarcia powodując przeciągnięcie samolotu, pochylanie i zwalenie się ku ziemi. Przedstawiono fizykę obładzania i warunki atmosferyczne sprzyjające powstawaniu różnych form lodzenia: szronu, lodu matowego, szklistego oraz narośli lodowych. Wykonano wagowe badania aerodynamiczne na modelu samolotu TS-11 Iskra, symulowano różne formy obładzania. Wyznaczono bezwymiarowe współczynniki aerodynamiczne w funkcji kąta natarcia: siły nośnej, oporu aerodynamicznego oraz momentu pochylającego. Otrzymane wyniki doświadczalne porównano z obliczeniami uzyskanymi na modelach matematycznych NASA. - Ditenberga i Bilanina. Przeprowadzono symulację numeryczną lotu samolotu, wyznaczono trajektorię lotu oraz zmiany parametrów kinematycznych i dynamicznych lotu. Lewoobrotowy turbinowy silnik odrzutowy przy prędkości kątowej pochylania spowodowanej przeciągnięciem wywołuje powstanie momentu giroskopowego odchylającego samolot w prawo z równoczesnym pochylaniem na prawe skrzydło. Samolot po torze spiralnym wali się w ziemię.

---

[dr inż. Marcin Szender](#)

## **Badania modelu samolotu w locie na dużych kątach natarcia**

**Promotor:** Prof.dr hab.inż. Zdobysław Goraj - MEiL PW

**Recenzenci:** Prof.dr hab.inż. Jerzy Maryniak - MEiL PW

Prof.dr hab.inż. Włodzimierz Brusow - PRz

**Data obrony:** 26 kwietnia 2004

### **Streszczenie:**

Przeprowadzono badania charakterystyk dynamicznych samolotu manewrowego przy użyciu bezpilotowego statku latającego (BSLa), napędzanego turbinowym silnikiem odrzutowym i będącego pomniejszoną, dynamicznie podobną kopią samolotu pełnowymiarowego. Stwierdzono, że próby w locie na BSLu w zakresie dużych kątów natarcia mogą dostarczyć wiele cennych informacji o dynamice pełnowymiarowego samolotu. W celu zrealizowania programu badań zaprojektowano i zbudowano BSL podobny geometrycznie i dynamicznie do pełnowymiarowego samolotu. Testy w locie zrealizowano bez dostępu do kosztownej infrastruktury, będącej zwykle w dyspozycji największych wytwórni lotniczych. Rejestrowano parametry lotu przed, w trakcie i po przeciągnięciu, w tym prędkości kątowne i liniowe, kąt natarcia, kąt ślizgu, przyspieszenia itp. Wyniki prób w locie potwierdziły rezultaty analiz teoretycznych i numerycznych, w tym analizę stateczności oraz czasy obrotów samolotu wokół osi podłużnej, będące jedną z miar manewrowości samolotu. W rozprawie omówiono szczegółowo zastosowane kryteria podobieństwa, dobór skal geometrycznych i masowych, technologię wykonania BSLa, zastosowany tor pomiarowy oraz techniki prowadzenia prób w locie na pomniejszonych modelach samolotu. W ramach programu badawczego opracowano i zweryfikowano doświadczalnie metodę pomiaru kąta natarcia w dynamicznych, szybkozmiennych stanach lotu opartą o wskazania różnicy ciśnień mierzonych na nosowej części kadłuba. Przeprowadzona analiza błędów pomiarowych wykazała, że maksymalny błąd względny zmierzonych parametrów nie przekracza 5 %. Zastosowane kryteria podobieństwa oraz wystarczająco wysoka dokładność toru pomiarowo - rejestracyjnego umożliwiły transformację uzyskanych wyników prób w locie przeprowadzonych na BSLu na parametry pełnowymiarowego samolotu.

---

[dr inż. Krzysztof Gajda](#)

## **Wykorzystanie układów nawigacji i orientacji przestrzennej w badaniach własności lotnych śmigłowców**

**Promotor:** dr hab.inż. Janusz Narkiewicz, prof. PW

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Kazimierz Szumański - Instytut Lotnictwa

dr hab.inż. Ryszard Vogt, prof. PW

**Data obrony:** 11 maja 2004

### **Streszczenie:**

Rozprawa dotyczy oceny możliwości wykorzystania układów nawigacji i orientacji przestrzennej w badaniach w locie, w tym opracowania narzędzi pomiarowych i symulacyjnych, pomocnych w ocenie własności lotnych śmigłowców. Zakres przedstawionych w rozprawie badań obejmuje zagadnienia związane z kryteriami i metodyką oceny własności lotnych, urządzeniami pomiarowymi stosowanymi na statkach powietrznych, w tym układami pilotażowo-nawigacyjnymi oraz modelowaniem statków powietrznych. W pierwszej części pracy przeanalizowano metody i kryteria oceny własności lotnych śmigłowców. Jednocześnie rozważano możliwość wykorzystania w badaniach w locie informacji z układów pilotażowo-nawigacyjnych.

W części rozprawy poświęconej badaniom eksperymentalnym opracowano filtr Kalmana dla zastosowanych czujników przyspieszeń i prędkości kątowych oraz algorytm wyznaczania pozycji i kątów orientacji przestrzennej przy wykorzystaniu inercjalnego układu pomiarowego zbudowanego w ramach tej pracy. Przeprowadzone badania, zarówno laboratoryjne jak i

wykonane w locie na śmigłowcu, potwierdziły poprawność działania opracowanych algorytmów obliczeniowych.

Na podstawie przeglądu wiedzy dotyczącej zagadnień dynamiki i aerodynamiki śmigłowców oraz w oparciu o uzyskane wyniki badań eksperymentalnych opracowano model symulacyjny śmigłowca Mi-2. Wyniki otrzymane z symulacji porównano z wynikami przeprowadzonych badań w locie uzyskując dobrą zgodność. Wyniki badań opisanych w rozprawie pozwoliły na ustalenie, w jakim zakresie badań w locie mogą być wykorzystane urządzenia standardowe oraz które z tych urządzeń należy zastosować w systemie pomiarowym. Zaproponowano koncepcję zintegrowanego układu pomiarowego złożonego z inercjalnego układu pomiarowego, odbiornika GPS oraz radiowysokościomierza, jako układu najbardziej przydatnego do badań w locie śmigłowców.

---

### [dr inż. Grzegorz Jarmoszewicz](#)

#### **Optymalizacja pracy elektrociepłowni przemysłowej z uwzględnieniem dynamiki zmian obciążenia**

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

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż Andrzej Ziębik - Politechnika Śląska

dr hab.inż. Krzysztof Badyda, prof. PW

**Data obrony:** 19 maja 2004

#### **Streszczenie:**

W rozprawie doktorskiej przedstawiono metodę optymalizacji elektrociepłowni przemysłowej z uwzględnieniem dynamiki zmian obciążenia, wykorzystującą predykcję obciążenia obiektu. Głównym elementem przedstawionej metody jest moduł prognozowania zmian poszczególnych strumieni masy pary technologicznej dostarczanej do odbiorców zewnętrznych. Sformułowano funkcję celu opartą o kryterium ekonomiczne tj. zysk operacyjny przedsiębiorstwa, a także określono zestaw ograniczeń dla tak postawionego zadania. Opracowano program komputerowy (symulator), umożliwiający badanie zaproponowanej metody z wykorzystaniem modelu rozpatrywanej instalacji. Zbadano ponadto zagadnienia związane z możliwościami, jakie niesie wykorzystanie nowoczesnych metod modelowania w oparciu o dane archiwalne, gromadzone w elektrowniach i elektrociepłowniach wyposażonych w cyfrowe rozproszone systemy sterowania (ang. DCS-Distributed Control System), Zaprezentowano wskaźniki statystyczne, a także konkretne metody postępowania, mające na celu weryfikację wygenerowanych w ten sposób modeli. W końcowej części pracy przedstawiono wyniki wdrożenia aplikacji wykorzystującej zaproponowaną metodę w jednej z krajowych elektrociepłowni przemysłowych. Szczególną uwagę zwrócono na możliwość wykorzystania wyników jej działania zarówno w trybie pracy automatycznej, kiedy to wyniki działania programu wprowadzane są jako wielkości zadane dla istniejących systemów automatyki, jak i w trybie doradczym, w którym obsługa obiektu ma za zadanie prowadzić jego pracę w sposób jak najbardziej zbliżony do zaleceń programu.

---

### [dr inż. Osama Ghazal](#)

#### **Modelowanie matematyczne roboczego cyklu oraz emisji NO<sub>x</sub> i sadzy w silniku o zapłonie samoczynnym z komorą wstępną**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Andrzej Teodorczyk

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Tadeusz Rychter - MEiL PW

prof.dr hab.inż. Bronisław Sendyka - PK

**Data obrony:** 24 czerwca 2004

#### **Streszczenie:**

Celem pracy było stworzenie modelu matematycznego oraz programu komputerowego do obliczania procesu roboczego silnika tłokowego o zapłonie samoczynnym z wstępną komorą spalania, który obejmuje procesy napełniania, sprężania, spalania, rozprężania i wylotu spalin. Model ten umożliwi obliczenia przebiegu ciśnienia w cylindrze, rozkładu współczynnika nadmiaru

powietrza, przebiegu wywiązywania ciepła, tworzenia tlenków azotu, tworzenia i utleniania sadzy oraz globalnych osiągnięć silnika. Model ten zakłada, że przepływ do cylindra podczas procesu napełnienia opisany jest przy zastosowaniu równań quasi-ustalonego przepływu jednowymiarowego. Przepływy masy przez zawory i pomiędzy komorami opisano równaniami dla przepływu izentropowego przez dyszę. Cechą szczególną modelu jest przyjęcie koncepcji stochastycznego mieszania podczas procesów spalania i rozprężania, umożliwiającej uwzględnienie niejednorodnego rozkładu współczynnika nadmiaru powietrza w cylindrze oraz zmianę tego rozkładu w czasie. Opracowany model, po kalibracji i zbadaniu czułości na zmianę wartości parametrów, został zweryfikowany przy wykorzystaniu danych doświadczalnych z silnika 4C90 o pojemności skokowej 2,416 dm<sup>3</sup> i silnika 4CT90 z turbodoładowaniem. Procedura weryfikacji obejmowała porównanie następujących parametrów: sprawność cieplna, jednostkowe zużycie paliwa oraz emisja NO<sub>x</sub> i sadzy. Zweryfikowany model został następnie wykorzystany do obliczeń parametrycznych emisji NO<sub>x</sub> i sadzy w silniku ZS. Model tworzenia NO<sub>x</sub> jest oparty na rozszerzonym mechanizmie kinetyki Zeldowicza. W pracy przetestowano trzy literaturowe modele kinetyczne tworzenia i utleniania sadzy oraz zaproponowano i przetestowano własny model. Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że po odpowiedniej kalibracji model daje dobrą zgodność między wartościami obliczeniowymi i eksperymentalnymi dla sprawności cieplnej, średniego ciśnienia efektywnego, jednostkowego zużycia paliwa, emisji NO<sub>x</sub> i sadzy dla różnych wartości obciążenia i prędkości obrotowej silnika.

---

**[dr inż. Arkadiusz Kobiera](#)**

**Badanie inicjacji warstw materiałów wysokoenergetycznych przez detonację gazową**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Piotr Wolański

**Recenzenci:** Prof.dr hab.inż. Waldemar Trzciński - WAT

Prof.dr hab.inż. Andrzej Teodorczyk

**Data obrony:** 22 czerwca 2004

**Streszczenie:**

Tematem pracy było badanie procesu zapłonu t spalania warstwy materiału wysokoenergetycznego pod wpływem przejścia nad nią gazowej fali detonacyjnej. Przeprowadzone badania doświadczalne umożliwiły określenie wpływu parametrów fali detonacyjnej na czasu opóźnienia zapłonu i wzrost ciśnienia za frontem fali, spowodowany spalaniem wysokoenergetycznego materiału warstwy. Do badań wykorzystano rurę detonacyjną wyposażoną w smugowy układ wizualizacji, szybką kamerę oraz czujniki ciśnienia. Wyznaczono czasy opóźnienia zapłonu dla kilku rodzajów materiałów i różnych parametrów warstwy oraz pomierzono przyrosty ciśnienia spowodowane spalaniem materiału wysokoenergetycznego. Otrzymane wyniki zostały wykorzystane w opracowanym modelu matematycznego tego procesu. Symulacje numeryczne dały wyniki zgodne jakościowo z eksperymentami i pozwoliły na dokładniejszą analizę wielu niemierzalnych parametrów procesu, w szczególności nagrzewania i rozkładu materiału wysokoenergetycznego. Zweryfikowany model został wykorzystany do symulacji pracy ram-akceleratora z warstwą materiału wybuchowego. Wyniki obliczeń potwierdziły możliwość poprawy ciągu tego urządzenia. Opracowano również uproszczone modele zero i jednowymiarowy ram-akceleratora umożliwiające wyznaczenie charakterystyk tego urządzenia dla różnych składów mieszaniny gazowej, różnych rodzajów i grubości warstwy materiału wysokoenergetycznego i różnych prędkości lotu pocisku. Z obliczeń tych wynika, że nawet warstwy o niewielkich grubościach mogą w istotny sposób przyczynić się do poprawy osiągnięć tego rodzaju napędu.

---

**[dr inż. Artur Korgul](#)**

**Modelowanie matematyczne i symulacja procesu naprowadzania samolotów myśliwskich na manewrujące cele powietrzne**

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

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Jan W. Osiecki - PŚW

dr hab.inż. Janusz Narkiewicz - MEiL PW

**Data obrony:** 28 czerwca 2004

**Streszczenie:**

CW pracy doktorskiej przedstawiono efektywną i uniwersalną metodę rozwiązywania zadań naprowadzania samolotów myśliwskich na manewrujące cele powietrzne. Do opracowania i sprawdzenia tej metody wykorzystano modelowanie matematyczne i symulację cyfrową procesu naprowadzania sformułowanego w postaci odwrotnego zadania kinematyki. W pracy przedstawiono opis metody, model matematyczny procesu oraz zestaw przetestowanych procedur numerycznych do rozwiązywania następujących zadań szczegółowych: bieżącej identyfikacji składowych prędkości postępowej i kątowej celu oraz samolotu myśliwskiego przy próbkowaniu położenia co 10 s, bieżącej predykcji położenia tych obiektów oraz bieżącej generacji torów lotu obu obiektów (celu i samolotu myśliwskiego), wyznaczanie korelacji między kursem celu i azymutem osłanianego obiektu naziemnego, ekstrapolowanie dalszych torów celu, obliczanie na bieżąco kątów kursowych lotu obu obiektów, wyznaczenie pierwszego manewru samolotu na wskazany cel powietrzny, obliczanie bieżących poprawek kursu samolotu myśliwskiego i prognozowanie jego spotkania z celem oraz obliczanie zużycia paliwa przez samolot myśliwski. Metoda ta może być stosowana w symulatorach walki powietrznej oraz w przyrządowym naprowadzaniu samolotów myśliwskich na manewrujące cele powietrzne w ramach naziemnego systemu obrony powietrznej.

---

**dr inż. Jarosław Milewski**

**Badanie układów energetycznych z ogniwnem paliwowym SOFC**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Andrzej Miller

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Tadeusz Chmielniak - PŚ

prof.dr hab.inż. Jerzy Sado - MEiL PW

**Data obrony:** 27 maja 2004

**Streszczenie:**

Rozprawa poświęcona jest zagadnieniom modelowania matematycznego układów energetycznych z wysokotemperaturowym ogniwnem paliwowym SOFC (Solid Oxide Fuel Cell - ogniwa paliwowe o elektrolicie w postaci stałych tlenków). Celem modelowania jest określenie racjonalnych struktur i parametrów pracy układów energetycznych zawierających ten typ ogniwa paliwowego. W wyniku przeglądu dotychczasowych propozycji i własnych wyprowadzeń zbudowano model matematyczny ogniwa paliwowego SOFC. Model ten udało się zawrzeć w jednym elemencie dzięki czemu nadaje się on do badania bardziej złożonych układów energetycznych. Wykorzystując możliwości środowiska projektowego HYSYS.Plant zostały zbudowane modele matematyczne sześciu wybranych układów energetycznych zawierające zaproponowany model ogniwa. Pozwoliło to na symulacje osiągnięć i własności oraz porównania tych układów. Potwierdzono możliwość osiągnięcia bardzo wysokich sprawności generowania energii elektrycznej w układach z ogniwnem paliwowym SOFC - na poziomie 70% HHV (80% LHV), przy umiarkowanych wartościach parametrów czynników roboczych. Układy takie mogą znaleźć zastosowanie już w niedalekiej przyszłości, głównie w tzw. energetyce rozproszonej (ang. distributed generation).

---

**dr inż. Krzysztof Słota**

**Modelowanie i symulacja numeryczna dynamiki torpedy lotniczej**

**Promotor:** prof.dr hab.inż. Jerzy Maryniak - MEiL PW

**Recenzenci:** prof.dr hab.inż. Zygmunt Kitowski -AMW Gdynia

dr hab.inż. Janusz Narkiewicz, prof. PW

**Data obrony:** 28 czerwca 2004

**Streszczenie:**



W pracy doktorskiej przedstawiono zagadnienia modelowania fizycznego i matematycznego dynamiki ruchu sterowanej torpedy lotniczej w trakcie jej ruchu w wodzie oraz jej lotu w powietrzu po zrzucie z nosiciela. Na przykładzie amerykańskiej torpedy Mk-15 dokonano identyfikacji parametrycznej wyznaczając współczynniki hydrodynamiczne (aerodynamiczne). Przy formułowaniu modelu fizycznego rozpatrzono układ: otoczenie - torpeda - sterowanie. Stosując równania ruchu dla układów mechanicznych, opracowano model matematyczny poruszającej się torpedy. Wyprowadzone równania ruchu wraz z prawami sterowania umożliwiają zastosowanie do symulacji ruchu torped samonaprowadzających się na manewrujący okręt - cel lub naprowadzanych różnymi systemami - zarówno torped lotniczych zrzucanych z samolotów i śmigłowców, jak i morskich wyrzeliwanych z okrętów nawodnych jak i podwodnych. Zbudowano model symulacyjny opierając się na interaktywnym programie czasu rzeczywistego z uwzględnieniem możliwości sterowania przez operatora oraz zmiany parametrów ruchu celu tj. zmiany kursy, zmiany prędkości, zmiany zanurzenia.

---

[dr inż. Jerzy Kołtys](#)

### **Metoda wyznaczania przewodności cieplnej oparta na numerycznym rozwiązywaniu odwrotnego zagadnienia przewodzenia ciepła**

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

**Recenzenci:** Prof. dr hab. inż. Janusz Terpiłowski - WAT

Prof. dr hab. inż. Piotr Furmański

**Data obrony:** 22 września 2004

#### **Streszczenie:**

Celem pracy doktorskiej było opracowania metody pomiaru przewodności cieplnej opartej na numerycznym rozwiązywaniu odwrotnego zagadnienia przewodzenia ciepła w układzie wieloskładnikowym. Metoda oparta jest na numerycznym wyznaczaniu pola temperatury w stanie ustalonym w osiowo symetrycznym wieloskładnikowym układzie o geometrii walcowej z warunkami brzegowymi I-go i III-go rodzaju. Wykazano, że dla takiego układu zawierającego w odpowiednim zestawieniu próbkę, wzorzec, izolację oraz inne elementy, można rozwiązać zagadnienie odwrotne typu współczynnikowego. -Opracowano metodę wyboru punktów pomiarowych opartą na analizie pól wrażliwości, zapewniającą minimalizację błędów wyznaczania poszukiwanych współczynników. Opracowano program w DELPHI 3 pozwalający na modelowanie matematyczne badanych układów pomiarowych oraz rozwiązywania zagadnienia odwrotnego dla tych układów w oparciu o metodę najmniejszych kwadratów. Metoda ta umożliwia szacowanie średnich odchyłeń standardowych wyznaczanych wielkości na podstawie średnich odchyłeń standardowych mierzonych temperatur. Obliczenia symulacyjne umożliwiają optymalizację układów pomiarowych w trakcie ich projektowania. Wykazano, że proponowana metoda ma szerszy zakres zastosowań w stosunku do typowej metody porównawczej pomiaru przewodności cieplnej. Wykonując próbkę lub wzorzec w kształcie szpulki można poszerzyć zakres dopuszczalnego stosowania materiału wzorcowego od stosunku przewodności 0,1-10 dla typowego układu prętowego do stosunku 0,01-100 dla zmodyfikowanego układu ze szpulką. Umieszczając próbkę w dobrze przewodzącej tulei, możliwe jest równoczesne wyznaczenie dwóch składowych tensora przewodności cieplnej dla materiałów ortotropowych. W części eksperymentalnej wykazano, że uzyskane wyniki pomiarowe są prawidłowe dla typowych materiałów takich jak stale 1H18N9T, 45, ST3S, oraz miedź, i plexi. Przedstawiono też wyniki pomiarów dla materiałów ortotropowych: kewlaru i kompozytów wykonanych z włókna węglowego.

---

[dr inż. Olaf Kopczyński](#)

### **Metoda diagnozowania stanu cieplno-przepływowego turbozespołu parowego**

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

**Recenzenci:** Dr hab.inż. Krzysztof Jesionek - PWR

Prof dr hab.inż. Andrzej Miller- PW

**Data obrony:** 16 września 2004

**Streszczenie:**

Przedmiotem rozprawy jest nowa metoda diagnostyki cieplno-przepływowej turbozespołów parowych. Metoda wykorzystuje pomiary realizowane i archiwizowane w ramach rozproszonych systemów sterowania (DCS). Zakres opracowanej metody diagnozowania związany jest z dwoma podstawowymi obiektami układu siłowni cieplnej - turbozespołem parowym i wymiennikiem ciepła (skraplaczem).

W rozprawie zaproponowano oryginalne stochastyczne miary diagnostyczne dla oceny stanu cieplno-przepływowego rozpatrywanych urządzeń, polegające na wyznaczaniu odległości między "bazową" i aktualną charakterystyką. W celu zbadania poprawności metody opracowano symulatory (programy komputerowe) pozwalające na badanie zachowań turbozespołu parowego oraz kondensatora w warunkach odmiennych od obliczeniowych (zmienionych). Zbudowano także moduły obliczeniowe pozwalające na generację parametrów wejściowych z zadanych zakresów i obciążonych błędami pomiarowymi o zadanej charakterystyce. Na podstawie danych z symulatorów oceniono skuteczność proponowanych miar diagnostycznych. Wykonano wieloaspektowe badania modeli diagnostycznych turbozespołu parowego przy zastosowaniu zestawów danych pochodzących z turbozespołów zainstalowanych w dwóch krajowych elektrowniach zawodowych. Potwierdzono konieczność i przedstawiono wymagania dotyczące jakości danych z systemów sterowania rozproszonego dla potrzeb diagnostyki turbozespołów.

Porównano wyniki otrzymane z symulatorów turbozespołu parowego oraz wartości pochodzące z pomiarów rzeczywistych. Wykazano praktyczną niezależność proponowanej metody diagnostycznej od błędów pomiarowych. Dla wskazanych warunków pracy udowodniono możliwość diagnostyki cieplno-przepływowej w trybie rzeczywistym.

---

**dr inż. Maciej Zasuwa**

**Zintegrowany układ nawigacji obiektów ruchomych wykorzystujący metody obserwacyjno-porównawcze**

**Promotor:** dr hab.inż. Janusz Narkiewicz, prof. PW

**Recenzenci:** prof. dr hab.inż. Andrzej Stateczny - Akademia Morska w Szczecinie

dr hab.inż. Ryszard Vogt, prof. PW

**Data obrony:** 3 listopada 2004

**Streszczenie:**

Celem badań było sprawdzenie możliwości opracowania układu nawigacji obserwacyjno-porównawczej, w którym wykorzystane byłyby ogólnie dostępne urządzenia rejestracji obrazu. Zakres badań obejmował przegląd publikacji dotyczących metod przetwarzania obrazu, wybór algorytmu przetwarzania obrazu, opracowanie zintegrowanego układu nawigacji obserwacyjno-porównawczej (koncepcja, projekt, kompletacja sprzętu i uruchomienie), wykorzystanie w zbudowanym układzie wybranego algorytmu przetwarzania obrazów, badania stacjonarne opracowanego układu w laboratorium, zainstalowanie układu na pojeździe lądowym i przeprowadzenie badań działania układu w terenie.

Dokonano przeglądu dostępnej literatury dotyczącej przetwarzania obrazów pod kątem przydatności stosowanych metod w układach nawigacji. W układzie nawigacji obserwacyjno-porównawczej do wyliczenia informacji nawigacyjnej wybrano metodę wykorzystującą obraz terenu (SMAC - Scenic Matching Area Correlation).

Podstawowym elementem algorytmu nawigacyjnego jest poszukiwanie wzorca w rejestrowanym kadrze. Wybrano dwa analityczne algorytmy porównania obrazów: algorytm korelacji wzajemnej i algorytm kumulacyjnego podobieństwa promieniowego. Na podstawie wyników badań laboratoryjnych tych algorytmów do dalszego wykorzystania wybrany został algorytm korelacji wzajemnej.

Opracowano koncepcję zintegrowanego układu nawigacji obserwacyjno-porównawczej. Układ ten wykorzystuje jako czujniki sygnałów nawigacyjnych kamerę "video", busole magnetorezystancyjną oraz odbiornik nawigacji satelitarnej GPS. Układ ten skompletowano w

laboratorium i przeprowadzono próby funkcjonalne jego działania.

Dwa algorytmy wyszukiwania wzorca w kadrze zaimplementowano do oprogramowania układu. Były to: algorytm opracowany przez autora oraz algorytm z biblioteki National Instruments NI-IMAQ<sup>®</sup>. Działanie obu algorytmów sprawdzono w warunkach laboratoryjnych. Potwierdzono możliwość zastosowania tych algorytmów w zaprojektowanym układzie nawigacji.

Układ nawigacyjny zamontowano na pojeździe lądowym - wózek elektryczny typu Melex. W badaniach terenowych dokonano wzorcowania układu, sprawdzono efektywność wyznaczania prędkości metodą obserwacyjno-porównawczą oraz skuteczność działania układu zintegrowanego. W wyniku przeprowadzonych badań zbudowano układ, który może być zastosowany na obiektach ruchomych, jako układ autonomiczny lub wspomagający inne, nieautonomiczne układy nawigacyjne.