

[dr inż. Faraj El Mahdi El-Sagier](#)

## **Experimental and Numerical Study of Solid-Liquid Phase Change Transition in a Spiral Energy Storage Unit**

**Promotor:** prof. nzw. dr hab. inż. Jerzy Banaszek

**Recenzenci:** prof. dr hab. inż. Roman Sobański (Politechnika Szczecińska)

prof. dr hab. inż. Roman Domański (MEiL PW)

**Data obrony:** 9 stycznia 1998

### **Streszczenie:**

Thermal energy storage is becoming of increasing concern in modern technology due to the impending shortage and increasing cost of energy resources. The fundamental idea of an energy storage system is to aid the energy management by storing thermal energy at periods when it is abundantly available and then using it when and where it is required. Progress in the most appealing latent heat storage systems depends on the development of heat exchangers that assure high effective heat transfer rate to allow rapid charging and discharging. Substantially large heat transfer surface is needed to maintain a low temperature gradient during these processes. A spiral heat exchanger, commonly used in chemical and food industries, seems to be a very good candidate for this task. Compactness, enhanced heat transfer due to centrifugal forces, large heat transfer surface and a short undisturbed flow length are the most attractive features of such a choice.

The concept of the use of a vertical spiral heat exchanger in a latent heat thermal energy storage system (STES - Spiral Thermal Energy Storage unit) is analyzed experimentally and theoretically (through a computer simulation of transient heat transfer phenomena occurring in the system). The experimental computerized stand has been constructed, where the 5-turn paraffin wax-air heat exchanger of the Archimedes spiral geometry has been studied to determine overall characteristics of the temporal behavior of the wax and of the performance of the STES unit. Next, two-dimensional numerical model has been developed for a conjugate heat transfer and a solid-liquid phase change, concurrently occurring within a domain of the paraffin wax-air STES unit during its charging and discharging. Numerical model is based on local energy balances in a set of curvilinear control volumes and on the enthalpy approach to account for the latent heat effect. The results obtained are compared with the experimental data to find out that the proposed numerical model is a reliable and sufficiently accurate calculation tool. Therefore, the proposed computational model has been further used to determine quantitative thermal characteristics of the paraffin wax-air STES unit, to address the question of the impact of air flow conditions and geometry of the spiral heat exchanger on temporal characteristics of charging and discharging of the unit. Eventually, further directions of more enhanced and necessary experimental and theoretical endeavors of the analyzed subject have been suggested.

---

[dr inż. Nguyen Manh Lan](#)

## **An approach in computer-aided study of research reactor thermal hydraulic aspects for safety and operational analysis**

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

**Recenzenci:** doc. dr hab. Marian Kiełkiewicz (MEiL PW)

prof. dr hab. Jan Łach (Politechnika Białostocka)

**Data obrony:** 12 października 1998

### **Streszczenie:**

This work presents an attempt to develop a relatively simple approach in simulation of two-phase coolant flow transient behavior in conjunction with solving transient heat conduction problem inside fuel elements addressing firstly to research reactors and test facilities thermal hydraulic analysis. Preliminary analytical derivation from the one-dimensional two-fluid model equations describing coolant flow leads to small-size system of first order ordinary differential equations with respect to mixture mass fluxes at reactor core parallel channels inlet as basic quantities during transient. This system is solved by Newton iteration, during which other flow parameters are regenerated by solving decoupled model equation as boundary value problem. At each

location where the vapor phase appears, void fraction is specified from the equal pressure condition which means that pressure drops occurred in both phases are equal: Two-dimensional (radial-azimuthal) transient heat conduction problem is solved using Lebon-Lambertmont restricted variational principle to evaluate more accurately the temperature field inside fuel element and then the maximum cladding temperature.

The calculation algorithm has been implemented into the TARR code written for PC. Results of simulation by this code have been verified against experimental data and results of simulation by other code in some transients for single-phase and two-phase flows. This code has been also used in a numerical example for the simulation of oscillation in flow distribution among parallel boiling channels - problem of practical significance for steam generators, heat exchangers

Discussions on the results obtained and suggestions for further developments are included in the last chapter of the work.

---

**dr inż. Paweł Pyrzański**

**Wpływ naprężeń własnych na rozwój pęknięć zmęczeniowych w strefie kontaktu.**

**Promotor:** prof. dr hab. Jacek Stupnicki.

**Recenzenci:** dr hab. Dorota Kocańda (WAT)

prof. nzw. dr hab. Tomasz Zagrajek (MEiL PW)

**Data obrony:** 3 marca 1998

**Streszczenie:**

W pracy rozważano problem wpływu naprężeń własnych w bieźni i obciążeń kontaktu na rozwój pęknięć zmęczeniowych. Problem ten spotykany jest w wielu elementach maszyn, takich jak pary krzywka-popychacz, łożyska toczne, przekładnie zębate lub, gdzie problem ten jest szczególnie istotny, w kolejnictwie przy toczeniu się koła jezdnego po szynie. Tendencje rozwoju pęknięć określono na podstawie amplitudy zmian współczynników intensywności naprężenia w trakcie przetaczania walca nad szczeliną. Rozpatrywano dwa rodzaje pęknięć: normalne i skośne do powierzchni bieźni oraz różne wartości obciążeń kontaktowych.

Obliczenia numeryczne wykorzystujące metodę elementów skończonych prowadzone programem ANSYS weryfikowane były eksperymentalnie metodą elastooptyczną, przez porównanie obrazów numerycznie symulowanych izolinii stałego wyężenia oraz izochrom uzyskanych z eksperymentu. Uzyskano bardzo dobrą zgodność otrzymanych obrazów, co potwierdza poprawność wyników.

Przeprowadzone badania wykazały dużą zależność amplitudy współczynników intensywności naprężenia, a więc i prędkości rozwoju pęknięcia, od naprężeń własnych. Dla pęknięcia normalnego do powierzchni naprężenia własne rozciągające wyraźnie zwiększają, zaś ściskające zmniejszają wartości amplitud współczynników intensywności naprężenia zarówno przy rozrywaniu  $K_I$  jak i przy ścinaniu  $K_{II}$ . W przypadku pęknięcia skośnego wpływ na amplitudę współczynnika  $K_I$  jest analogiczny jak dla pęknięcia normalnego, zaś amplituda  $K_{II}$  jest praktycznie niezależna od naprężeń własnych. Potwierdzono tym korzystny wpływ wprowadzenia do warstwy wierzchniej naprężeń ściskających i zdecydowanie negatywny wpływ naprężeń rozciągających. Wyprowadzono także wyrażenia pozwalające na obliczenie wartości amplitud współczynników intensywności naprężenia w zależności od obciążeń i stosunku naprężeń własnych do maksymalnych nacisków wg teorii Hertza. Stwierdzono konieczność uwzględnienia wpływu ścinania na czole pęknięcia przy obliczeniach zmęczeniowych rozwoju szczelin. Ważnym wnioskiem jest także stwierdzenie, że pęknięcia odległe od siebie o więcej niż czterokrotną długość kontaktu nie wpływają wzajemnie na siebie podczas przetaczania obciążenia.

---

**dr inż. Maciej Jaworski**

**Transport energii do ośrodka stałego poprzez gigantyczne impulsy laserowe**

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

**Recenzenci:** prof. dr hab. inż. Janusz Terpiłowski (WAT)

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

**Data obrony:** 20 kwietnia 1998

**Streszczenie:**

Przedmiotem rozprawy doktorskiej są procesy oddziaływania promieniowania laserowego na ciała stałe, ze szczególnym uwzględnieniem dwóch przypadków: oddziaływania laserowe o dużej mocy, które są wykorzystywane w procesach obróbki laserowej (zarówno w skali makro jak i mikro), oraz oddziaływania impulsów laserowych o czasach trwania rzędu pikosekund i krótszych.

Rozprawa zawiera wnikliwą analizę procesów pochłaniania energii promieniowania laserowego i jej konwersji na energię wewnętrzną w różnych materiałach oraz mechanizmów propagacji energii przez bezpośrednie oddziaływania swobodnych elektronów i fononów, a także termiczne skutki oddziaływań lasera na powierzchnię ciała stałego takie, jak nagrzewanie, topnienie, parowanie, generacja plazmy i ablacja. Analiza ta jest podstawą dalszych badań, tzn. modelowania matematycznego i numerycznego tych procesów.

W części dotyczącej badania oddziaływań laserowych w kontekście obróbki laserowej opracowano modele: fizyczny, matematyczny i numeryczny takiego procesu, oraz program komputerowy do jego symulacji. Program ten pozwala na wyznaczenie m.in. pól temperatury oraz wielkości obszaru stopionego w zależności od parametrów obróbki oraz właściwości termofizycznych materiału obrabianego. Na podstawie analizy parametrycznej procesu powierzchniowej obróbki cieplnej wiązką laserową sformułowano wnioski zarówno jakościowe, jak też ilościowe odnośnie wpływu badanych parametrów (technologicznych i materiałowych) na przebieg obróbki laserowej.

W drugiej części opracowano kody numeryczne do analizy nieustalonych pól temperatury w warunkach oddziaływań laserowych o czasach trwania rzędu pikosekund. Przeprowadzono obliczenia symulacyjne procesów oddziaływań pikosekundowych impulsów laserowych na powierzchnię ciał stałych badając wpływ różnych modeli procesu (także warunków brzegowych) na pola temperatury. Sformułowano wnioski dotyczące zakresów stosowania analizowanych modeli (równanie Fouriera, równanie hiperboliczne, modele dwukrokowe), ze szczególnym odniesieniem do udarów laserowych.

---

**dr inż. Mohamed Rada Hedar Ibraheem**

**Stochastic Approach to Axisymmetric Jet in Large Tank**

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

**Recenzenci:** dr hab. Henryk Kudela (Politechnika Wrocławska)

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

**Data obrony:** 5 maja 1998

**Streszczenie:**

W rozprawie przedstawiono stochastyczną metodę wyznaczenia pola prędkości dla osiowosymetrycznego ruchu cieczy. Metoda ta jest odpowiednikiem "VORTEX BLOBS METHOD" J.A.Chorina i polega na określeniu pola wirowości przy pomocy licznego zbioru "małych" nośników wirowości. Nośniki te przemieszczają się konwekcyjnie i wykonują ruch losowy modelujący lepką dyfuzję. Ruch nośnika opisuje proces stochastyczny. Równania Ito dla rodziny tych procesów pozwalają znaleźć chwilowe położenia nośników i w rezultacie wyznaczyć prędkość płynu. Technika wyznaczenia indukcyjnych i składników potencjalnych pola prędkości bazuje na transformacji Hankela. Również brzegowe równanie całkowite na gęstość brzegową wirowości zostało wyprowadzone przy użyciu tej techniki.

Przykład rachunkowy dotyczy strugi o zadanym rozkładzie prędkości wpływającej do późniejszego obszaru. Prostota obszaru (brzeg jest płaszczyzną) ułatwia obliczenia, które wykonano przy użyciu komputera osobistego.

---

**dr inż. Saad Mehemd Issa**

**Dynamic Analysis of an Aircraft During Landing Touchdown Impact Based on Natural and Joint Coordinates**

**Promotor:** prof. nzw. dr hab. inż. Krzysztof Arczewski

**Recenzenci:** prof. nzw. dr hab. inż. Zdobysław Goraj (MEiL PW),

prof. nzw. dr hab. inż. Wojciech Blajer (Politechnika Radomska).

**Data obrony:** 8 czerwca 1998

**Streszczenie:**

W rozprawie przedstawiono analizę dynamiczną samolotu w fazie przyziemienia. Manewr przyziemienia jest jednym z bardziej niebezpiecznych faz lotu, której przebieg ma też istotny wpływ na trwałość konstrukcji. Jest tak, gdyż siły uderzeniowe znacznie redukują sterowność samolotu, zaś drgania wywołane tymi siłami są istotnym czynnikiem zniszczeń zmęczeniowych. Nowością pracy jest, że samolot został zamodelowany jako układ wieloczołowy we współrzędnych naturalnych i złączowych. W tych współrzędnych wyprowadzono równania ruchu samolotu z uwzględnieniem sił aerodynamicznych i sił uderzeniowych powstających w trakcie przyziemienia. Oba rodzaje sił wyrażono we współrzędnych naturalnych. W wyniku zastosowania współrzędnych naturalnych (a więc wyeliminowania współrzędnych kątowych) równania ruchu są o wiele prostsze, gdyż pozbawione są wyrazów z nieliniowościami typu "sił odśrodkowych" i "sił Coriolisa". Ponadto macierz bezwładności jest macierzą diagonalną stałą. Przeprowadzono symulację komputerową odpowiedzi dynamicznej konstrukcji samolotu modelowanego jako układ wieloczołowy na obciążenia uderzeniowe w fazie przyziemienia.

---

**dr inż. Jolanta Radziszewska-Wolińska**

**Mechanizm rozprzestrzeniania się płomienia w mieszaninie włókien naturalnych z powietrzem**

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

**Recenzenci:** prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kordylewski (Politechnika Wrocławska)

prof. dr hab. inż. Tadeusz Rychter (MEiL PW)

**Data obrony:** 25 czerwca 1998

**Streszczenie:**

W pracy zostały przedstawione badania procesów spalania i wybuchów włókien naturalnych w powietrzu. Zbudowano specjalne urządzenia do badania parametrów wybuchowych mieszanin włókien naturalnych z powietrzem oraz przeprowadzono badania procesu rozprzestrzeniania płomienia w mieszaninie włókien naturalnych z powietrzem w przewodach z warunkach konwekcji naturalnej i wymuszonej. Dodatkowo wykonano badania modelowe procesu spalania pojedynczych włókien oraz przeprowadzono analizę matematyczną tego procesu. Stwierdzono, że większość parametrów wybuchowych mieszanin włókien naturalnych z powietrzem kształtuje się na poziomie podobnym jak dla mieszanin pyłów organicznych z powietrzem, jednak maksymalne ciśnienie wybuchu i maksymalna szybkość narastania ciśnienia wybuchu są zdecydowanie niższe. Pomimo tego zagrożenie wybuchowe stwarzane przez tego rodzaju mieszaniny należy zaliczyć do bardzo dużych a niekontrolowane wybuchy włókien naturalnych w warunkach przemysłowych prowadzą najczęściej do dużych strat materialnych i ludzkich.

W wyniku realizacji pracy opracowano również 7 Polskich Norm.

---

**dr inż. Fadel Hussain A. Habib Al-Abbadi**

**Modelowanie i symulacja numeryczna dynamiki samolotu w locie przestrzennym po awarii systemu sterowania**

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

**Recenzenci:** prof. nzw. dr hab. inż. Wojciech Blajer (Politechnika Radomska)

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

**Data obrony:** 30 czerwca 1998

**Streszczenie:**

Inspiracją tematu rozprawy była analiza katastrofy samolotu I-22 "Iryda" w dniu 30.01.1987 r. W rozprawie opracowano model fizyczny samolotu, uwzględniając wychylenia i drgania sterów wysokości obrotu skośnych (rzeczywistych) w stosunku do płaszczyzn symetrii samolotu. Stosując równania mechaniki analitycznej Boltzmanna-Hamela dla układów mechanicznych o więzach

holonomicznych opracowano model matematyczny dynamiki ruchu sterowanego samolotu w locie przestrzennym. Po identyfikacji parametrycznej samolotu I-22 "Iryda", charakterystyk aerodynamicznych, geometrycznych, masowych i napędu opracowano model symulacyjny i programy umożliwiające przeprowadzenie symulacji numerycznej. Przedstawiono zmiany parametrów lotu w czasie, rozpatrując lot ustalony, wprowadzenie awarii steru wysokości, drgania steru, kolejne urywanie połówek steru oraz analizę ruchu samolotu uszkodzonego. Opracowany i przetestowany nowy model matematyczny sterowanego samolotu z uwzględnieniem dynamiki sterów, może być stosowany do analizy lotu dowolnych samolotów.

---

**dr inż. Abdulhamid Ashur Ghmmam**

## **Investigation of Aircraft Dynamics in the Domain of Strong Vortex Structures**

**Promotor:** prof.nzw.dr hab.inż. Zdobysław Goraj

**Recenzenci:** Prof. dr hab.inż. Andrzej Szumowski (MEiL PW)

Prof. dr hab.inż. Miron Nowak (IPPT PAN)

**Data obrony:** 12 października 1998

### **Streszczenie:**

W pracy zawarto analizę wpływu pola wirowego pozostawionego za dużym samolotem na warunki lotu mniejszego samolotu. Do opisu matematycznego zjawiska wykorzystano Nieustaloną Metodę Siatki Wirowej, opartą o model przepływu potencjalnego. Rozwiązanie numeryczne otrzymano zakładając, że powierzchnie aerodynamiczne zostały gwałtownie przyspieszone od prędkości zerowej do prędkości lotu ustalonego. Metoda ta, nazywana w literaturze "time stepping technique", pozwoliła w konsekwencji formowania się wirów krawędziowych zbudować zakrzywioną powierzchnię śladu wirowego. Rozważono różne modele fizyczne zjawiska, różniące się ze względu na odwzorowanie śladu wirowego pozostawionego za dużym samolotem oraz ze względu na dynamikę małego samolotu. W najbardziej rozbudowanym modelu zjawiska uwzględniono ciągły, zakrzywiony ślad wirowy oraz trzy stopnie swobody w ruchu symetrycznym małego samolotu. Nieustalone obciążenia aerodynamiczne działające na samolot wyznaczono bezpośrednio z rozkładu cyrkulacji na powierzchniach nośnych płata głównego oraz usterzenia wysokości, jako funkcje czasu i trajektorii lotu - z uwzględnieniem interferencji pomiędzy śladem pozostawionym za dużym samolotem oraz wirowością rozłożoną na powierzchni małego samolotu i jego śladu. Kąt pochylenia samolotu, kąt natarcia, współczynniki obciążeń aerodynamicznych oraz trajektorie lotu wyznaczono numerycznie w wyniku całkowania równań ruchu samolotu sprzężonych z równaniem opływu. Rozważono wpływy kilku różnych parametrów fizycznych modelu na aerodynamikę (w tym na współczynniki sił i momentów aerodynamicznych) i dynamikę (w tym na współczynniki obciążenia i trajektorie lotu) dla małego samolotu. Zbudowane modele mogą być wykorzystane do analizy zachowań dynamicznych samolotu, w tym do oceny bezpieczeństwa lotu.

---