

[dr inż. Adam Smyk](#)

Wpływ parametrów członu ciepłowniczego elektrociepłowni jądrowej na oszczędność paliwa w systemie paliwowo-energetycznym

Promotor: dr hab.inż. Józef Portacha, prof. PW

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

Prof.dr hab.inż. Andrzej Ziębik (PŚ)

Data obrony: 7 marca 2000

Streszczenie:

Obecnie dominują na świecie technologie rozdzielnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej. O ile wytwarzanie energii elektrycznej odbywa się ze stosunkowo wysoką sprawnością, dochodzącą do 40 % w nowych blokach kondensacyjnych, a w układach kombinowanych przekraczają 50 %, o tyle wytwarzanie ciepła odbywa się ze sprawnością energetyczną wynoszącą kilkanaście procent. Sprawia to, że średnia sprawność rozdzielnego wytwarzania ciepła i energii elektrycznej jest niska, a zatem zużycie energii pierwotnej nadmierne i nieracjonalne. Wśród stosowanych technologii wyróżnia się skojarzone wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej, które pozwala zmniejszyć zużycie paliwa na jednostkę produkowanego ciepła o ponad 20 %. W 1997 roku Komisja Europejska, uznając gospodarkę skojarzoną za energooszczędną i przyjazną środowisku, przyjęła strategię podwojenia do 2010 r jej udziału w rynku energetycznym krajów Unii Europejskiej. Celem pracy było opracowanie metody badawczej oraz zbadanie wpływu głównych parametrów członu ciepłowniczego na oszczędność paliwa uzyskiwaną w wyniku produkcji ciepła w układzie skojarzonym w elektrociepłowni jądrowej, wyposażonej w reaktory wodne ciśnieniowe (PWR) i turbozespoły upustowo-kondensacyjne (TU-K). Zgodnie z zasadą kosztów unikniętych lub metodą elektrowni równoważnej efekty energetyczne gospodarki skojarzonej ciepłoelektrycznej ECJ obliczone zostały w stosunku do zastępczej (równoważnej) elektrowni kondensacyjnej. Do głównych parametrów członu ciepłowniczego, które objęte zostały analizą należą m.in.: współczynnik skojarzenia, wskaźnik ciepłowniczego wykorzystania turbozespołów, temperatury obliczeniowe wody sieciowej na wyjściu i powrocie do elektrociepłowni. Opracowany został model układu cieplnego elektrociepłowni, metoda numeryczna rozwiązania zadania oraz program komputerowy. Model ECJ zawiera opis zjawisk cieplno-przepływowych w jej układzie cieplnym w warunkach równoczesnej produkcji ciepła i energii elektrycznej. Pozwala on określać znamionowy stan układu cieplnego elektrociepłowni oraz zbiór stanów układu cieplnego przy zmianie warunków pracy w sezonie ogrzewniczym i okresie letnim. Zawiera również formuły bilansowe służące do wyznaczania oszczędności paliwa. Badane parametry członu ciepłowniczego w sposób istotny rzutują na warunki pracy elektrociepłowni, a niektóre z nich determinują zakres zmienności obciążeń. Znajomość stanu układu cieplnego w całym zakresie obciążeń jest zatem niezbędna dla wyznaczenia wskaźników eksploatacyjnych elektrociepłowni, w tym oszczędności paliwa. Dlatego zasadniczą część modelu stanowią równania służące do opisu stanu w zmienionych warunkach pracy. Opracowane modele elementów układu cieplnego elektrociepłowni jądrowej dotyczą głównie obiegu wtórnego czyli części "konwencjonalnej", umożliwiają zatem analizę układów cieplnych zarówno jądrowych jak i konwencjonalnych. Przedstawione w pracy wyniki i opracowane wnioski zawierają wiele praktycznych informacji dla projektanta układu cieplnego. Wskazano m.in. na znaczący wpływ wartości współczynnika skojarzenia i wskaźnika ciepłowniczego wykorzystania turbozespołów na wzrost efektywności energetycznej ECJ. Potwierdzono i udokumentowano korzystny wpływ obniżenia temperatur wody sieciowej i minimalnej różnicy temperatur w wymiennikach ciepłowniczych na oszczędność paliwa. Wyniki mogą być również wykorzystane przy badaniu efektywności gospodarki skojarzonej w elektrociepłowniach konwencjonalnych, w tym także w optymalizacji ich układu cieplnego.

[dr inż. Artur Rusowicz](#)

Analiza wpływu stężenia tlenu w strudze plazmy przy natryskiwaniu powłok z proszków utleniających się

Promotor: Prof. dr hab.inż. Kazimierz Brodowicz

Recenzenci: Prof. dr hab.inż Jerzy Sado (MEiL PW)

Dr hab.inż. Andrzej Huczko (UW)

Data obrony: 10 kwietnia 2000

Streszczenie:

W pracy zbadano przydatności proszków azotkowych (szczególnie Si₃N₄) do natryskiwania plazmowego. Jest to nowa generacja materiałów ceramicznych beztlenkowych charakteryzująca się wysokimi własnościami użytkowymi. Podczas natryskiwania plazmowego mogą mieć miejsce reakcje chemiczne materiału proszkowego z niektórymi gazami plazmotwórczymi, albo z tlenem znajdującym się w strudze. Tlen w strudze może się znaleźć w wyniku jego obecności w gazie plazmotwórczym - argonie, lub przez dyfuzję tlenu z powietrza. W wyniku tych reakcji następuje zmiana składu chemicznego ziaren, które wbudowują się w tworzoną powłokę i pogarszają jej własności poniżej wymaganych. Zwiększa się porowatość powłoki, pojawiają się wytrącenia w postaci innych faz, o gorszych własnościach mechanicznych. Powstaje warstwa tlenków na granicy powłoka - podłoże zmniejszająca adhezję powłoki do podłoża. Dlatego tak ważna jest analiza stężeń tlenu w strudze plazmy, której poświęcona jest praca. Dotyczy to zarówno technologii procesu natryskiwania plazmowego, jak i oceny materiałowej otrzymanych powłok oraz procesów transportu ciepła i masy zachodzących w torze technologicznym (kanał plazmotronu, struga plazmy, oddziaływania strumienia plazmy z ziarnami proszku).

dr inż. Marek Wojtyra

Analiza dynamiczna chodu człowieka z zastosowaniem metody układów wieloczłonowych

Promotor: Prof.dr hab.inż. Krzysztof Kędzior

Recenzenci: Prof. dr hab. Andrzej Wit (AWF Warszawa)

Prof nadzw. dr hab. inż. Tomasz Zagrajek (MEiL PW)

Data obrony: 22 maja 2000

Streszczenie:

W pracy przedstawiono trójwymiarowy model symulacyjny chodu człowieka, działający w oparciu o metodę układów wieloczłonowych. Analiza dynamiczna chodu dokonywana jest z zastosowaniem zadania prostego dynamiki. Model wieloczłonowy ma 21 stopni swobody, a dzięki parametryzacji może opisywać osoby o różnym wzroście i masie ciała. Kontakt stopy z podłożem modelowany jest w sposób umożliwiający uwzględnienie zmieniającego się rozkładu obciążeń stopy oraz zjawisk uderzenia, tarcia i poślizgu. Opracowano układ sterowania, pozwalający na kompensację błędów wynikających z przyjętych uproszczeń modelu oraz z niedokładności wykorzystywanych wyników pomiarów, umożliwiający stabilizację ruchu. Jedną z wersji modelu pozwala na uwzględnienie wpływu na uzyskiwane wyniki ruchu tkanek miękkich względem szkieletu. Dla potrzeb pracy przeprowadzono serie pomiarów parametrów chodu (zmierzone trajektorie wybranych punktów ciała oraz składowe normalne siły reakcji podłoża). Wyniki pomiarów posłużyły do budowy modelu symulacyjnego oraz do jego późniejszej weryfikacji. W obliczeniach wykorzystano pakiety oprogramowania ADAMS i Matlab. Do najistotniejszych, nowych wyników zawartych w pracy należy zastosowanie modelu symulacyjnego, wykorzystującego rozwiązanie zadania prostego dynamiki do analizy chodu oraz opracowanie układu sterowania, umożliwiającego stabilizację ruchu. Wyniki pracy mogą znaleźć zastosowanie w biomechanice, medycynie (głównie w rehabilitacji) i technice (w dziedzinie maszyn kroczących).

dr inż. Bogdan Szymczak

Parapodium PW- analiza istniejącej konstrukcji i opracowanie koncepcji jej rozwoju

Promotor: Prof.dr hab.inż. Andrzej Olędzki

Recenzenci: Doc.dr hab. Jan Ober

Prof.dr hab.inż. Krzysztof Kędzior

Data obrony: 12 czerwca 2000

Streszczenie:

Praca stanowi podsumowanie siedmiu lat pracy nad skonstruowaniem, doskonaleniem i wprowadzeniem na rynek Parapodium PW - urządzenia umożliwiającego osobom niepełnosprawnym z dysfunkcją kończyn dolnych samodzielne wstawanie, stanie i chodzenie, oraz posługiwanie się rękoma w pozycji stojącej. Przedstawiona została historia rozwoju konstrukcji Parapodium PW, wyniki badań mechanicznych aparatu, pomiarów zużycia energii przez osobę z niego korzystającą i opinie użytkowników indywidualnych korzystających z aparatu na co dzień. W pierwszym rozdziale przedstawiono przyczyny prowadzące do porażenia kończyn oraz zmiany w organizmie człowieka, jakie następują na skutek unieruchomienia pacjenta. W rozdziale drugim opisano istniejące urządzenia umożliwiające osobom niesprawnym ruchowo utrzymanie się w pozycji stojącej oraz przegląd piśmiennictwa z tej dziedziny. W rozdziale trzecim określono listę cech jakimi powinno się charakteryzować dobre urządzenie rehabilitacyjne dla paraplegików. Rozdział ten zawiera również rys historyczny rozwoju konstrukcji Parapodium PW i analizę zgodności jego konstrukcji ze sformułowaną wcześniej listą. Określono tam wytyczne doboru parametrów aparatu dla pacjentów o różnej budowie ciała. Przeprowadzono też analizę możliwości stworzenia typoszeregu aparatów dla potrzeb produkcji seryjnej.

Rozdział czwarty zawiera wyniki pomiarów sił i momentów obciążających poszczególne elementy aparatu. W drugiej części omówiono opracowane modele symulacyjne Parapodium PW. W rozdziale piątym przedstawiono wyniki pomiarów energii niezbędnej do poruszania się w aparacie oraz opinie jego użytkowników, lekarzy i rehabilitantów wykorzystujących Parapodium PW w pracy.

Ostatni, szósty rozdział, zawiera propozycje kierunków w jakich powinno się rozwijać omawiane urządzenie, aby krąg osób z niego korzystających mógł się poszerzyć.

dr inż. Bartosz Protas

Analysis and Control of Aerodynamic Forces in the Plane Flow past a Moving Obstacle - Application of the Vortex Method

Praca powstała w ramach programu „cotutelle” na Politechnice Warszawskiej oraz na Uniwersytecie Piotra i Marii Curie w Paryżu.

Promotorzy: Prof. dr hab. inż. Andrzej Styczek (MEiL PW)

Prof. Jose-Eduardo Wesfreid (ESPCI w Paryżu)

Recenzenci: Prof. Jan Dulek (Uniwersytet w Strasbourgu)

Prof. dr hab. inż. Marek Morzyński (PP)

dr hab. inż. Jacek Rokicki (MEiL PW)

Data obrony: 5 czerwca 2000

Streszczenie:

Celem rozprawy jest opracowanie i porównanie dwóch różnych strategii sterowania płaskim opływem cylindrycznej przeszkody przy liczbach Reynoldsa równych 150 i 500. Sterowanie ma postać ruchu obrotowego przeszkody i ma za zadanie redukcję siły oporu przy jak najmniejszym wkładzie pracy. Rozważany płyn traktowany jest jako lepki i nieściśliwy. Badane zagadnienie jest istotne poznawczo i jednocześnie ma duże znaczenie techniczne i aplikacyjne. W pierwszej części pracy badane jest sterowanie o z góry przyjętej postaci. Ma ono formę sinusoidalnie zmiennych oscylacji o zadanej częstotliwości oraz amplitudzie. Wykazano, iż dla pewnego zakresu częstotliwości opór aerodynamiczny jest istotnie zmniejszony. Praca włożona w sterowanie jest jednak duża, w większości przypadków większa niż zysk wynikły z redukcji oporu. Otrzymane przepływy cechują się stłumieniem podstawowych wirów Benarda-von Karmana, a w przypadkach odpowiadających zmniejszeniu oporu są przestrzennie bardziej jednorodne. Pola odpowiadające tym przepływowi zostały wnikliwie przeanalizowane. Szczególny nacisk położono na rozkład przestrzenny "nieliniowej poprawki pola uśrednionego". W drugiej części pracy zaproponowano algorytm sterowania optymalnego. Minimizowany jest funkcjonal reprezentujący sumę pracy siły oporu oraz pracy sterowania. Na zadanym odcinku czasu sterowanie odpowiadające lokalnemu minimum funkcjonalu znajdowane jest metodą

gradientową. Pochodna Gateaux funkcjonału jest wyrażona poprzez rozwiązania równań dualnych względem zlinearyzowanych równań Naviera--Stokesa. Wyniki symulacji pokazują na istotne obniżenie siły oporu przy minimalnym wkładzie pracy sterowania. Wielkość redukcji siły oporu zależy od długości horyzontu optymalizacyjnego. Obniżeniu oporu towarzyszy symetryzacja pola przepływu.

Realizacja przedstawionych celów pracy wymagała rozwiązania kilku dodatkowych problemów. Zarówno równania Naviera-Stokesa jak i równania dualne rozwiązywane są w sformułowaniu prędkość-wirowość. Z tego powodu opracowano deterministyczną metodę wirową. Została ona wnikliwie przetestowana na kilku klasycznych przypadkach dotyczących opływu cylindra. Przeanalizowano również siły oraz momenty aerodynamiczne, szczególnie mechanizmy fizyczne prowadzące do ich powstawania oraz metody efektywnego obliczania. W tym kontekście zaproponowano nowatorską metodę wariacyjną wykorzystującą jedynie pola prędkości i wirowości.

[dr inż. Bernard Szatan](#)

Dynamika wybuchu mieszanin pyłowo-powietrznych w przestrzeni zamkniętej

Promotor: Dr hab. inż. Rudolf Klemens

Recenzenci: Doc. dr hab. Kazimierz Lebecki

Prof. dr hab. mż. Piotr Wolański (MEiL PW)

Data obrony: 4 października 2000

Streszczenie:

Celem rozprawy jest zbadanie dynamiki wybuchu mieszanin pyłów organicznych z powietrzem w przestrzeni zamkniętej. Jest to bardzo ważny problem, ponieważ niekontrolowane wybuchy w przemyśle powodują często ofiary w ludziach i są przyczyną poważnych strat materialnych. Postawiony cel zrealizowano w trzech etapach. Pierwszy etap obejmował określenie parametrów fizyko-chemicznych wybranych pyłów organicznych oraz badania rozpoznawcze, mające na celu wyznaczenie podstawowych wskaźników wybuchowości mieszanin pyłowo-powietrznych. Do badań wykorzystano pyły skrobi kukurydzianej, owsa oraz węgla brunatnego. W drugim etapie przeprowadzono badania dynamiki wybuchu mieszanin pyłowo-powietrznych w komorze o objętości 1,25m³. Szczególną uwagę zwrócono na wpływ parametrów początkowych mieszaniny na dynamikę wybuchu. Zbadano wpływ stężenia pyłu oraz turbulencji mieszaniny w momencie jej zapłonu na ciśnienie wybuchu, szybkość narastania ciśnienia wybuchu oraz prędkość propagacji płomienia. Prędkość propagacji płomienia w komorze mierzono za pomocą specjalnie zaprojektowanych sond mikrotermoparowych. Stwierdzono, że dla danego pyłu organicznego dynamika wybuchu zależy przede wszystkim od wyjściowej turbulencji mieszaniny pyłowo-powietrznej. Filmując proces rozprzestrzeniania się wybuchu wyjaśniono przyczynę, dla której ciśnienie rośnie znacznie wolniej niż wynikałoby to z położenia frontu płomienia w komorze. Wykazano, że główny przyrost ciśnienia podczas wybuchu jest wynikiem spalania i dopalania się ziaren pyłu w drugiej fazie procesu, kiedy front płomienia dotarł już do ścianek komory. Zbadano również wpływ rodzaju źródła zapłonu (łuk elektryczny lub spłonka zapłonowa) na dynamikę procesu. Trzeci etap obejmował opracowanie modeli: fizycznego i matematycznego oraz wykonanie obliczeń numerycznych i porównanie ich z wynikami eksperymentów. Opracowany program komputerowy umożliwił rozwiązanie układu równań opisujących poszczególne elementy procesu wybuchu mieszanin pyłowo-powietrznych w przestrzeni zamkniętej. Przeprowadzone obliczenia numeryczne wykazały dobrą zgodność z wynikami eksperymentów.

[dr inż. Maria Szpakowska](#)

Wyznaczanie sztywności warstwy zawierającej pęknięcie zmęczeniowe w warunkach jednoczesnego działania obciążeń normalnych i stycznych

Promotor: Prof. dr hab. inż. Jacek Stupnicki

Recenzenci: Prof. dr hab. inż. Józef Szala

Prof. dr hab. inż. Marek Źochowski (MEiL PW)

Data obrony: 23 października 2000

Streszczenie:

Rozprawa poświęcona jest badaniu własności mechanicznych i sposobów wzajemnego oddziaływania brzegów pęknięcia zmęczeniowego istniejącego w obszarze ustroju, w którym występują obciążenia normalne ściskające do pęknięcia lub działają jednocześnie obciążenia normalne ściskające i styczne. Rozprawa ma charakter eksperymentalny. Zadawalające uwzględnienie wpływu nierówności brzegów pęknięcia jest trudne na drodze innej niż doświadczalna. Wynika to z ogromnej różnorodności ich wielkości, kształtu i rozkładu oraz bardzo złożonych procesów ścinania i dogniatania się szczytów nierówności w trakcie ich wzajemnych oddziaływań. W pracy opracowano sposób doświadczalnego określania omawianych oddziaływań brzegów pęknięcia, a także próbę znalezienia sztywności normalnej i stycznej warstwy zawierającej pęknięcie. Wyznaczenie sztywności warstwy pozwala oszacować sztywność kontaktową powierzchni pęknięcia. Zostało to po raz pierwszy przedstawione w literaturze światowej. Do badań zastosowano metodę siatkowej interferometrii holograficznej, która należy do najnowszych technik pomiarowych. Eksperymenty przeprowadzono na dwóch próbkach płaskich zawierających sztucznie wyhodowane pęknięcia zmęczeniowe tak aby otrzymać dwie próbki o znacząco różnym stopniu zużycia powierzchni. Badania poprowadzono obcinając próbki statycznie w kilku krokach przyrostu obciążenia siłami normalnymi i ukośnymi do kierunku pęknięcia. Wyznaczono wynikające z tych obciążeń przemieszczenia, odkształcenia, naprężenia a następnie sztywność warstwy materiału z pęknięciem.

dr inż. Attya Ahmed Abou-Bakr Abou-Zaid

Neutron Multiplication Method for Measurement of the Amount of Fissile Isotopes in the Spent Fuel

Promotor: prof.dr hab. Stefan Chwaszczewski (Instytut Energii Atomowej)

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

doc.dr hab.inż. Marcin Szuta (Instytut Energii Atomowej)

Data obrony: 5 grudnia 2000

Streszczenie:

Celem pracy było określanie osiowego rozkładu zawartości materiałów rozszczepialnych wzdłuż osi pojedynczego wypalonego elementu paliwowego. Zastosowano w tym celu metodę mnożenia neutronów. Metodę wybrano ze względu na to, że wypalone paliwo jądrowe zawiera znaczące ilości materiału rozszczepialnego, co gwarantuje skuteczne mnożenie i emisję neutronów rozszczepieniowych, a także ze względu na łatwą detekcję emitowanych neutronów. Możliwość określania rozkładu materiału rozszczepialnego okazała się główną zaletą tej nieniszczącej metody badawczej. Metoda może być stosowana w dwóch wersjach: pasywnej i aktywnej. Metoda pasywna polega na mierzeniu neutronów emitowanych z naturalnego źródła tj. z wypalonego paliwa. Metoda aktywna wymaga stosowania zewnętrznego źródła neutronów do indukowania rozszczepień w izotopach rozszczepialnych: ^{235}U , ^{239}Pu oraz ^{241}Pu w elemencie paliwowym. Neutrony emitowane z zewnętrznego źródła padają na wybrany wycinek elementu paliwowego, w którym indukują rozszczepienia. Szybkość tych rozszczepień jest proporcjonalna do zawartości materiału rozszczepialnego w wycinku paliwa, na który padają neutrony. Ważne założenie, że szybkość zliczeń neutronów jest proporcjonalna do zawartości materiału rozszczepialnego zostało potwierdzone numerycznie. Do pomiaru ilości materiału rozszczepialnego w elemencie paliwowym wystarczają zatem dwa punkty kalibracyjne. Te dwa punkty to zliczenia układu pomiarowego dla świeżego paliwa oraz dla makiety paliwa, które odpowiadają odpowiednio pełnej oraz zerowej zawartości izotopów rozszczepialnych. Ze względu na złożoność efektów występujących w stanowisku pomiarowym, przed przystąpieniem do projektowania, wymagana była jego szczegółowa symulacja numeryczna. Do modelowania transportu neutronów i optymalizacji geometrii układu pomiarowego, tj. źródła neutronów, układu moderatora, kolimatora i detektora neutronów zastosowano kod Monte Carlo. W oparciu o wyniki symulacji numerycznych opracowano i wykonano wstępne stanowisko pomiarowe do badania wypalonego paliwa z reaktora MARIA. Na stanowisku tym zbadano świeży element paliwowy oraz makietę elementu paliwowego. Wprawdzie wystąpiły niewielkie rozbieżności między wynikami obliczeń Monte Carlo, a rezultatami pomiarów lecz zasadnicze wnioski modelowania, dotyczące geometrii układu

pomiarowego, zostały potwierdzone doświadczalnie. Uwzględniając wyniki symulacji numerycznych i pomiarów zaprojektowano, wykonano i przetestowano docelowe stanowisko pomiarowe do badania zawartości materiałów rozszczepialnych w wypalonym paliwie jądrowym. Stanowisko to zainstalowano w basenie przechowawczym reaktora MARIA, gdzie przeprowadzono pomiary kilku wypalonych zestawów paliwowych. Badania wykazały, że metoda aktywna nie zapewnia odpowiednio wysokiej rozdzielczości w pomiarach rozkładu zawartości materiałów rozszczepialnych wzdłuż osi paliwa. Może być natomiast stosowana w pomiarach całkowitej zawartości materiałów rozszczepialnych w wypalonym paliwie z dokładnością do 2%, w porównaniu z zawartością tych materiałów deklarowaną przez operatorów reaktora. Badania wykazały także, że metoda pasywna umożliwia odtworzenie osiowego rozkładu wypalenia paliwa i tym samym zawartości materiałów rozszczepialnych w wypalonym paliwie z błędem około 4%. Stanowisko pomiarowe, będące oryginalnym rozwiązaniem, zaproponowanym w pracy, jest wykorzystywane do pomiarów wypalenia paliwa z reaktora MARIA. Informacje o osiowym rozkładzie wypalenia mogą służyć do badania korelacji między stopniem wypalenia paliwa, a zjawiskami korozyjnymi koszulki elementu paliwowego podczas długotrwałego przechowywania paliwa w wodzie.