

O1

Zagadnienia mechaniki cieczy

Problems of mechanics of liquid

Poniżej omówiono wybrane wyniki prac badawczych prowadzonych w Ośrodku Mechaniki Cieczy w 2002 r. Obok kontynuacji zadań z lat poprzednich podjęto kilka nowych. Tematyka uprawiana w Ośrodku 1 zyskała uznanie Komisji Europejskiej i szereg zadań znalazł się w przyznanym IMP PAN projekcie Centrum Doskonałości Czystych i Bezpiecznych Technologii w Energetyce. Obok zadań statutowych projekt ten będzie realizowany przez kolejne 3 lata, począwszy od 2003 r.

O1/Z1/T1 Wybrane zagadnienia eksploatacji i diagnostyki hydraulicznych maszyn wirnikowych

Szczególną uwagę skupiono w 2002 r. na zjawiskach niestacjonarnych i procesach przejściowych (nieustalonych) występujących w układach przepływowych hydraulicznych maszyn wirnikowych (pomp wirowych, turbin wodnych i pompoturbin). Głównym celem praktycznym jest przygotowanie metodyki przeciwdziałania sytuacjom niekorzystnym, które zmniejszają trwałość i niezawodność działania elementów instalacji przepływowych, a często grożą awariami. Badania obejmowały: numeryczne modelowanie oddziaływania wzajemnego struktur spływowych w śladzie z opływającym obiektem (profile, ciała nieopływowe), wpływ powietrznika na uderzenie hydrauliczne w układzie pompowym, opracowanie eksploatacyjnej metody

Presented below are selected results of research activities conducted at the Centre for Liquid Mechanics in 2002. These stem partly from continuation of topics from the previous years as well as some new subjects have been picked up. The scope of works realised in the Centre 1 got the approval of European Commission (EC) and several research topics were included into the EC awarded project Centre for Clean and Safe Technologies in Power Engineering (CLEANERPAS). Apart from statute works the activities contained in that project will be realised for next three years, beginning with 2003.

O1/Z1/T1 Selected problems of exploitation and diagnostics of hydraulic rotating machinery

A particular attention has been focused in 2002 on the non-stationary phenomena and transient processes taking place in fluid-flow systems of hydraulic rotating machinery (impeller pumps, turbines, pump-turbines). The major application objective was preparation of the methodology for avoiding unwanted situations, which reduce the durability and reliability of fluid-flow installation elements and threaten the breakdown. Investigations encompassed numerical modelling of interactions between wake structures in flows around various objects (profiles, non-streamlined objects), the influence of the air chamber on the hydraulic jump in the pump system, development of

wyznaczania wskaźnika sprawności cyklu hydrozespołów w elektrowniach szczytowo-pompowych.

Celem perspektywicznym badań oddziaływania wzajemnego struktur spływowych z opływającym obiektem jest opracowanie sposobu przewidywania takich oddziaływań, które powodują formowanie i odrywanie się wielkoskalowych struktur wirowych. Przy małej różnicy pomiędzy częstotliwościami zrywania wirów i drgań własnych obiektu może następować rezonans prowadzący do rozwoju drgań hydrosprężystych. Drgania te niekorzystnie wpływają na eksploatowane urządzenia i obiekty i powodują ich uszkodzenia.

W 2002 roku kontynuowano prace nad zestawem programów komputerowych. Zastosowany algorytm obliczeniowy bazuje na połączeniu metod dyskretnych wirów i elementów brzegowych z uwzględnieniem efektów lepkościowych tj. dyfuzji wirowości oraz warunku adhezji na brzegu.

Wykorzystywana metoda dyskretnych wirów (metoda wirów) wydaje się być bardzo atrakcyjna ze względu na mniejszą niż w innych metodach numerycznych liczbę elementów obliczeniowych i oferuje interesującą alternatywę bezsiatkowego modelowania złożonych pól przepływu. W celu łatwej i pogłądowej interpretacji wyników opracowano programy przeznaczone do numerycznej wizualizacji charakterystyk przepływu oparte na bibliotece DISLIN. Podstawowym jest tu program przeznaczony do wizualizacji chwilowych konfiguracji układu dyskretnych wirów oraz

the exploitation method for determination of the indicator of the hydroset cycle efficiency in pumped-storage power stations.

The perspective objective of investigations on interaction of wake structures with the flown around object is the development of the means for forecasting of such interactions, which render formation and separation of large scale vortex structures. At small differences between frequencies of vortex separation and object free frequency there can appear a resonance leading to the development of hydroelastic vibrations. Such vibrations have an undesired effect on exploited devices and objects and usually lead to their damage.

In 2002 continued have been activities on the development of computer codes. Applied calculation algorithm is based on combination of discrete vortices and boundary elements with account of viscosity effects, i.e. eddy diffusivity and the adhesion condition at the border.

Applied method of discrete vortices seems to be very attractive due to a smaller, than in other numerical methods, number of calculation elements and offers an interesting alternative for non-grid modelling of complex flow fields. In order to facilitate general interpretation of the results of calculations developed have been codes for numerical visualisation of flow characteristics based on the DISLIN library of subroutines. The major component here is a code for visualisation of instantaneous configurations of a system of

śledzenia jego ewolucji. W programie do całkowania równań ruchu znaczników, w celu wyznaczenia ich trajektorii, można dowolnie wykorzystywać schematy różnicowe Rungego-Kutty drugiego lub czwartego rzędu dokładności. Dla zapewnienia stałego przesunięcia znaczników obliczenia numeryczne wykonywane są z różnymi krokami czasowymi. Ostatecznie obliczone linie prądu są wizualizowane numerycznie na ekranie monitora. Połączenie wyżej omówionych programów umożliwiło jednoczesną wizualizację chwilowej konfiguracji dyskretnych wirów oraz odpowiadających im linii prądu.

Metoda dyskretnych wirów wymaga obliczenia wzajemnych oddziaływań pomiędzy wszystkimi wirami w polu przepływu i stanowi przykład zagadnienia wielu ciał.

Wykonano obliczenia wstępne niestacjonarnego przepływu wokół cylindra o przekroju kwadratowym, na który napływa ze stałą prędkością strumień niezaburzony. Ewolucja dwuwymiarowego przepływu wirowego wokół takiej przeszkody symulowana była od chwili impulsowego zapoczątkowania ruchu dla średnich liczb Reynoldsa i kilku kątów napływu. Do dyspozycji jest znaczna liczba wyników obliczeń.

Zasadniczym celem wykonanych w 2002 roku pracy było doświadczalne sprawdzenie własnej metody obliczeniowej oraz wykorzystanie tej metody w przykładowej analizie skuteczności osłabiania uderzenia hydraulicznego przy wykorzystaniu powietrzników (zbiorników wodno-powietrznych).

discrete vortices and tracing of its evolution. In the code for integration of equations of motion of tracers, in order to determine their trajectories, the Runge-Kutta solvers of the second and fourth order can be arbitrarily used. To ensure a constant shift of tracers the numerical calculations can be performed with various time steps. Finally, calculated streamlines are numerically visualised on the computer monitor. Combination of presented above codes enabled simultaneous visualisation of an instantaneous configuration of discrete vortices and corresponding streamlines.

The method of discrete vortices requires calculation of interactions between all vortices in the flow field and serves as an example of a problems of several bodies.

Conducted have been preliminary calculations of a non-stationary flow around the cylinder with a square cross-section, which is flown around by an undisturbed constant velocity stream. Evolution of two-dimensional swirled flow around such trajectory has been simulated from the instance of impulse starting of the motion, for average Reynolds numbers, and several flow inception angles. A significant amount of calculations has been collected.

A significant objective of conducted in 2002 work was to experimentally verify own calculation method and apply such method in a sample analysis of reducing the effect of hydraulic jump using the air chambers (air-water tanks). In the calculation method the suction and pressure conduits of an

W metodzie obliczeniowej przewody (tłoczny i ssący) pompy wirowej potraktowano jako elementy o parametrach rozłożonych, natomiast pompę wraz z jej zaworem odcinającym oraz powietrznik – jako elementy o parametrach skupionych. Takie podejście jest typowe w analizie uderzenia hydraulicznego.

Badania przeprowadzono na stanowisku badawczym przygotowanym w laboratorium Instytutu Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku w 2001 roku. Zmiany ciśnienia w przewodzie tłocznym wywołane odcięciem przepływu cieczy w warunkach działania tego urządzenia skonfrontowano z przebiegami występującymi przy jego braku (tj. dla $V = 0$). Wyniki przeprowadzonych badań doświadczalnych wykorzystano do weryfikacji własnej metody obliczeniowej. Uzyskano zadawalającą zgodność przewidywań numerycznych z doświadczeniem. Wykonano obliczenia pokazujące dodatkowe możliwości ograniczania uderzenia hydraulicznego za pomocą powietrzników, polegające na wywołaniu nierównomiernych oporów hydraulicznych w fazie ich napełniania i opróżniania.

W „klasycznym” podejściu sprawność cyklu hydrozespołów odwracalnych wyznacza się w oparciu o dwie charakterystyki sprawnościowe (dla trybów pracy turbinowej i pompowej). Szczególne znaczenie w tym podejściu ma konieczność pomiaru natężenia przepływu wody przez maszynę, obciążonego z reguły dużą niepewnością.

Opracowano alternatywną metodę

impeller pump have been treated as elements with distributed parameters whereas the pump together with its cut-off valve and the air chamber as elements with lumped parameters. Such approach is typical in the analysis of hydraulic jump.

Investigations have been conducted on the research rig constructed at the Institute of Fluid Flow Machinery PAS in Gdańsk in 2001. Pressure changes in the pressure conduit, rendered by the flow cut-off under operation conditions of that device, have been confronted against distributions present without it (i.e. for $V=0$). Results of conducted investigations have been used in verification of own calculation method. Obtained has been a satisfactory agreement between numerical calculations and experiment. Calculations have been performed which show additional possibilities for restriction of the hydraulic jump by means of air chambers based on induction of non-uniform hydraulic resistances in the filling and relieving phases.

In the classical approach the cycle efficiency of the reversible hydroset is determined based on two efficiency characteristics (in the case of turbine and pump operation). Of particular importance in such approach is the necessity of measurements of water flow rate, which usually is prone to significant uncertainty.

Developed has been an alternative method for determination of the reversible hydroset cycle efficiency of pumped-storage power stations with

wyznaczania sprawności cyklu hydrozespołów odwracalnych elektrowni szczytowo-pompowej ze sztucznym zbiornikiem wody, górnym lub dolnym, bez potrzeby pomiaru natężenia przepływu. Przeprowadzono analizę niepewności dla tej metody i określono warunki prowadzenia badań oraz obróbki ich wyników w celu uzyskania wymaganej niepewności systematycznej pomiaru współczynnika sprawności cyklu hydrozespołów odwracalnych. Przygotowaną metodę wykorzystywano w porównawczej ocenie własności energetycznych hydrozespołów w esp Żarnowiec. Wymaganą dokładność określania sprawności (1,5%) uzyskano dzięki wysokiej klasy przetwornikowi różnicy ciśnienia zastosowanego bezpośrednio do pomiaru zmiany poziomu zwierciadła wody w zbiorniku górnym. Na podstawie analizy porównawczej wykazano dobrą zbieżność wartości sprawności cyklu wyznaczonych obydwoma metodami, tj. „klasyczną” i nową.

O1/Z2/T1 Projektowanie i analiza własności hydraulicznych turbin wodnych i pomp oraz rozwój metod oceny i ograniczania szkodliwego oddziaływania kawitacji na materiały konstrukcyjne

Celem prac poświęconych analizie przepływu przez elementy hydraulicznych maszyn wirnikowych jest wprowadzenie do praktyki obliczeniowej za-

the artificial, upper or lower, water tank without necessity of measurements the flow rate. Performed has been the uncertainty analysis for such method and determined have been the conditions for conducting the experiments and data processing in order to obtain required systematic uncertainty of measurement of the coefficient of reversible hydroset cycle efficiency. A developed method has been used in the comparative assessment of energetic properties of hydrosets at the Żarnowiec pumped-storage power station. A required class of efficiency determination (1.5%) has been obtained thanks to a high class of pressure difference transducers applied directly in measurements of the change of water level in the upper reservoir. Based on the comparative analysis a good consistency of the cycle efficiency values has been proved, which had been determined using both methods, i.e. classical and a new one.

O1/Z2/T1. Design and analysis of hydraulic properties of water turbines and pumps, and the development of the assessment and restriction methods of a harmful impact of cavitation on construction materials

The aim of the works devoted to the analysis of the flow through the elements of impeller hydraulic machinery was to introduce advance numerical methods into the calculation practice. In 2002 the attention was focused on the

awansowanych metod numerycznych. W 2002 r. skupiono się na metodzie siatek wirowych VLM (Vortex Lattice Method) oraz metodzie objętości skończonych; Druga metoda jest rozwijana we współpracy z partnerem ukraińskim (Instytut Problemów Budowy Maszyn Narodowej Akademii Nauk Ukrainy – IPBM NANU).

Metodą VLM do wyznaczono charakterystyki $H(Q)$ dla pomp śmigłowych. Obliczenia zostały przeprowadzone w oparciu o dane doświadczalne dla pompy modelowej przebadanej na stanowisku uniwersalnym IMP PAN. Siatkę elementów wirowych wygenerowano na wszystkich elementach przepływowych pompy, tj. łopatkach, piastie oraz obudowie. Dodatkowo wprowadzono również model śladu spływowego w postaci śrubowych powierzchni włókien wirowych spływających z krawędzi spływu łopatki. Siatka wirowa posiadała 3980 elementów w postaci odcinków włókien wirowych. Obliczenia przeprowadzone dla pełnej geometrii pompowej dały dobrą zbieżność wyników z danymi eksperymentalnymi w szerokim zakresie pracy pompy. W dalszych etapach prac przewiduje się wprowadzenie dokładnej metody określania strat w kanale, która opiera się na rozwiązaniu równania Karmana dla warstwy przyściennej.

W odniesieniu do wykorzystania metody objętości skończonych prace realizowane były we współpracy z Instytutem Problemów Budowy Maszyn Narodowej Akademii Nauk Ukrainy. Ich wyniki prezentowano podczas semina-

Vortex Lattice Method (VLM) and the method of finite volumes. The second method is developed in co-operation with the Ukrainian partner - the Institute of Machine Construction Problems of National Academy of Sciences of Ukraine.

The VLM method has been used in determination of $H(Q)$ characteristics for the axial-flow pumps. Calculations have been conducted based on experimental data for the model pump and the data obtained from the tests of one pump on a universal rig at IFFM PAS. A mesh of vortex elements has been generated on all fluid-flow elements of the pump, i.e. blades, hub and the body. Additionally introduced has been the model of the wake in the form of helical surface of vortex fibres flowing down the trailing edge of the blade. A mesh consisted of 3980 elements in the form of segments of vortex fibres. Calculations conducted for the full pump geometry provided a good consistency of results and experimental data in a wide range of pump operation conditions. In further stages of work development of more accurate methods for determination of channel losses is envisaged, which would be based on solution of the Karman equation for the boundary layer.

With respect to utilisation of finite volume method the activities have been realised in co-operation with the Institute of Machine Construction Problems of National Academy of Sciences of Ukraine (IPBM NANU). The results of those works presented have been during the scientific seminar organised at

rium naukowego zorganizowanego w IMP PAN 13.10.2002 oraz podczas konferencji SYMKOM 2002.

Analiza przepływu przez wirniki hydraulicznych maszyn wirnikowych metodą objętości skończonych prowadzona była przy użyciu kodu opracowanego w IPBM NANU w Charkowie. Obliczenia wykonywano na siatce niestrukturalnej, której budowa przebiega w kilku etapach.

Zarówno Instytut Problemów Budowy Maszyn NANU, jak i IMP PAN są zainteresowane kontynuacją współpracy zmierzającą do dalszego rozwoju oprogramowania i przekazania go do IMP PAN. Zakłada się, że wkład IMP PAN polegać będzie na rozwoju algorytmu modelowania rozwoju stref kawitacyjnych w obszarze przepływu.

Zagadnienia rozwoju energetyki wodnej prezentowane były na konferencjach naukowo-technicznych. Podsumowano wykorzystanie śmigłowych turbin lewarowych typu TSP (konstrukcji IMP PAN). Maszyny te charakteryzują się prostotą obsługi (łatwe i szybkie uruchomienie i odstawianie), są bezpieczne w eksploatacji, sprawdziły się podczas pracy w warunkach zimowych. Przygotowany został i przedstawiony obszerny referat, zawierający przegląd wybranych problemów rozwoju energetyki wodnej w kraju i na świecie.

W pracach dotyczących kawitacji i erozji kawitacyjnej kontynuowano badania odporności kawitacyjnej stopów metali tworzonych lub obrabianych za pomocą wiązki promieniowania lasero-

the IFFM PAS on 13th October 2002 as well as during the SYMKOM 2002 conference.

Analysis of the flow through the rotors of impeller hydraulic machinery using the finite volume method has been conducted using the code developed at IPBM NANU in Charkov. Calculations have been performed using the non-structural grid, the construction of which took place in several stages.

Both, the Institute of Machine Construction Problems NANU and the IFFM PAS are interested in continuation of co-operation leading to further development of software and its transfer to IFFM PAS. It is assumed, that the contribution of IFFM PAS will be in the area of the development of the algorithm for modelling of the development of cavitation zones in the flow.

The problems connected with the development of hydropower presented have been at conferences. Summarised have been there the application of axial-flow siphon turbines of TSP type developed at IFFM PAS. These machines are characterised by a simplicity of service (quick and easy start-up and stop), safety of their operation as well as have proved their viability in winter operation conditions. Prepared has been and presented an extensive paper containing the survey of selected problems of the development of hydropower in Poland and worldwide.

In the scope of works regarding cavitation and cavitation erosion continued have been investigations of cavitation resistance of metal alloys formed or

wego oraz analizę zmian wybranych własności mechanicznych i cech strukturalnych niektórych tworzyw konstrukcyjnych. Testy kawitacyjne przeprowadzono w IMP PAN na stanowisku z wirującą tarczą oraz na stanowisku wibracyjnym. Ważnym aspektem praktycznym tych prac jest poszukiwanie metod podniesienia skuteczności napraw pokawitacyjnych maszyn i urządzeń hydraulicznych.

Znaleziono nowe, odporne na erozję kawitacyjną powierzchniowe stopy metali i zbadano rolę niektórych pierwiastków stopowych w kształtowaniu poziomu odporności kawitacyjnej materiałów obrabianych wiązką promieniowania laserowego. Ustalono, że osiągnięcie odpowiednio wysokiej poprawy odporności kawitacyjnej materiału poprzez doprowadzenie do zmian w obrębie jego warstwy powierzchniowej nastąpi jedynie wtedy, gdy przy projektowaniu metody obróbki uwzględni się specyfikę materiału podłoża.

Na podstawie doświadczalnych badań intensywności niszczenia materiałów na stanowisku z komorą kawitacyjną Erdmanna-Jesnitzera przeprowadzono analizę rozwoju erozji wybranych materiałów w okresie inkubacji na podstawie analizy zdjęć uszkodzeń materiału w zależności od intensywności kawitacji. Stwierdzono, że zmiana mikrotwardości jest ściśle związana z intensywnością kawitacyjną oraz materiałem. Zauważono, że materiały miękkie utwardzają się bardziej niż stal 1H18N9T czy brąz BA1032. Zmiany mikrotwardości sięgają do 0,2 mm w

processed by means of laser radiation beam together with the analysis of changes of selected mechanical properties and structural features of selected construction materials. Cavitation tests have been conducted at the IFFM PAS on the rig with rotating disc and a vibration rig. An important aspect of those works is a search for the methods of increasing the effectiveness of post-cavitation repairs of machines and hydraulic equipment.

New metal alloys have been found which are resistant to surface cavitation erosion as well as investigated has been a role of some alloy elements in formation of the level of cavitation resistance in materials processed using the laser radiation. It has been concluded that achieving of adequately high increase of cavitation resistance through introduction of changes in its surface layer will only take place if in the design stage of the sample processing the specifics of the foundation material will be considered.

On the basis of experimental investigations of the intensity of material damage, conducted at the rig with the Erdmann-Jesnitzer cavitation chamber, performed has been the analysis of the development of erosion of selected materials during the incubation period on the basis of analysis of photographs of material damage with respect to cavitation intensity. It has been concluded that the change of microhardness is closely related to the cavitation intensity and material. It has been noticed that soft materials harden to a greater

głąb materiału. Zgromadzenie obszernego materiału doświadczalnego dotyczącego odporności kawitacyjnej (i jej zmian) różnych materiałów modyfikowanych domieszkami i/lub obróbką powierzchniową pozwoli w najbliższej przyszłości uogólnić uzyskane informacje.

O1/Z3/T1 Numeryczne modelowanie i badanie trójwymiarowych przepływów cieczy w zastosowaniach okrętowych i w maszynach hydraulicznych

Tematyka prac, podobnie jak w latach poprzednich, obejmowała określanie pola prędkości w części rufowej statku, badania zjawisk związanych z wpływem ciał dowolnego kształtu, metodykę i technikę badań eksperymentalnych. Poza tym podjęto prace nad wykorzystaniem programów określania charakterystyk hydrodynamicznych śrub okrętowych do analizy pracy wiatraków.

Kontynuowano prace nad numerycznym zamodelowaniem przepływu w części rufowej statku, już poza kadłubem – w miejscu pracy śruby napędowej. Opracowano odpowiednie programy komputerowe oraz opracowano metodykę prognozowania efektywnego pola prędkości za kadłubem statku w pełnej skali z wykorzystaniem systemu komputerowego PANSHIP. Rezultaty zaprezentowano na Międzynarodowej Konferencji ISC'2002 w St. Petersburgu. Zainteresowanie w przemyśle okrętowym wynikami prac prowadzo-

extent than the steel 1H18N9T or the bronze BA1032. The changes of microhardness reach up to 0.2 mm inside the material. Agglomeration of an extensive experimental evidence regarding the cavitation resistance or its changes in various materials modified with the admixtures and/or surface processing will enable generalisation of obtained information in the near future.

O1/Z3/T1. Numerical modelling and investigations of three-dimensional liquid flows in marine applications and hydraulic machinery

The scope of works, similarly as in previous years, encompassed determination of the velocity field in the stern region of the ship, investigations of phenomena connected with the flows around bodies with arbitrary shapes, methodology and techniques for experimental investigations. Apart from that the activities have been raised to utilise the codes for determination of hydrodynamic characteristics of marine propellers in the analysis of wind-mill operation.

Continued have been works on numerical modelling of flows in the stern part of the ship, just beyond the hull - at the location of propeller operation. Developed have been adequate computer codes and developed has been a methodology for forecasting of the effective velocity field beyond the ship's hull in the full scale using the PANSHIP suite

nych w tym kierunku jest bardzo duże i w najbliższym czasie będą one wdrażane w Centrum Techniki Okrętowej.

Badania zjawisk związanych z opływem ciał dowolnego kształtu w 2002 r. koncentrowały się nad procedurami optymalizującymi czas dojścia do wybranego obiektu pojazdu podwodnego z kablem doprowadzającym energię i sygnały sterownicze.

W poprzednich latach powstało szereg procedur do symulacji zachowania się kabloliny w toni wodnej. Powstał program do obliczania ruchu kabla w dowolnym polu prędkości, którego jeden koniec jest zaczepiony do statku nawodnego, a drugi do pojazdu głębinowego. Powstały procedury do wyznaczenia pola operacyjnego pojazdu podwodnego na uwięzi. Procedury optymalizacyjne czasu dojścia pojazdu do wybranego obiektu zamykają cykl prac nad dynamiką pojazdu podwodnego na uwięzi. Wieloletnie badania w tym temacie powinny zakończyć się w najbliższym czasie rozprawą habilitacyjną.

Opracowano koncepcje, projekt i wykonano kalibrator do pomiaru dynamicznych zmian ciśnienia czujników foliowych z PVDF. Opracowano nową koncepcję dynamometru do pomiaru momentu obrotowego na wirującym z dużą prędkością wale, z telemetrycznym przesyłaniem sygnałów cyfrowych.

Przeprowadzono analizę pracy wiatraków o różnych kształtach skrzydeł i różnej ilości skrzydeł w oparciu o programy komputerowe opracowane do określania charakterystyk hydrodynamicznych śrub okrętowych w zakresie

of computer codes. The results have been presented at the International Conference ISC'2002 in Sankt Petersburg. The interest expressed by marine industry in obtained results is quite significant and the near future the results of work will be implemented at the Centre for Marine Technology.

Investigations of phenomena connected with the flows around bodies of arbitrary shape, in 2002, have concentrated on the optimisation procedures of the approach time to the selected object of the subwater vehicle with a cable supplying energy and control signals.

In recent years there appeared several procedures for simulation of the behaviour of the cable-line in the abyss. A code has been developed for calculation of the cable motion at the arbitrary location in the velocity field, where one end is connected to the over-sea ship and the other one to the subsea vehicle. Procedures have been developed for determination of the operational area of such subsea vehicle. Optimisation procedures of the approach time to the selected object conclude the cycle of activities on the dynamics of the subsea vehicle. Several years of investigations on that topic should conclude in the near future with the Doctor of Science dissertation.

Developed have been concepts, a design and manufactured has been a calibrator for the measurements of dynamic pressure changes of foil sensors with PVDF. Developed has been a new concept of dynamometers for measurements of the rotational torque on a

pracy turbinowej. (Programy te zostały opracowane w IMP PAN w latach 70-tych i 80-tych ubiegłego wieku.) Wykorzystano w tym celu istniejącą pełną analogię pracy śmigła i śruby okrętowej oraz analogię pracy wiatraka do pracy śruby w zakresie pracy turbinowej, postanowiono wykorzystać istniejące już programy komputerowe dla śrub okrętowych do analizy pracy wiatraków. Uzyskano bardzo ciekawe i oryginalne wyniki, które mogą posłużyć do zaprojektowania nowych typów wiatraków lub zmodyfikowania istniejących. Opracowane wyniki analizy ujmują odpowiednio wpływ ilości skrzydeł, kształtu profili i obrysu oraz rozkładu skoku na osiągi wiatraka.

O1/Z2/T2 Badanie i modelowanie wymiany ciepła w upakowanych złożach

Przeprowadzono wstępne badania doświadczalne wpływu średnicy ziaren złoża na radiacyjno-kondukcyjny nieustalony transport energii w upakowanym złożu. Pomiarzy zostały wykonane na zmodyfikowanym stanowisku, zapewniającym podwyższoną dokładność danych. Podjęto budowę stanowiska badawczego do badań wymiany ciepła w upakowanym złożu z konwekcją wymuszoną.

Kontynuowane są prace nad przygotowaniem programu komputerowego do numerycznego modelowania sprzężonego transportu energii w upakowanych złożach przy wykorzystaniu efektyw-

shaft rotating with high speed, with a telemetric transmission of digital signals.

Conducted has been analysis of operation of wind mills with different shape of blades and different number of blades based on the computer codes for determination of hydrodynamic characteristics of marine propellers operating in the turbine mode. (Such codes have been developed at IFFM PAS in seventies and eighties of recent century). At that exercise utilised has been a full analogy that exists between operation of the airscrew and a marine propeller as well as the analogy between the wind-mill operation and propeller operation in turbine operation mode. It has been decided to use the existing computer codes developed for marine propellers in the analysis of the wind-mill operation. Obtained have been very interesting and original results, which can serve in the design of new types of wind-mills or modification of existing ones. Obtained results of analysis encompass the influence of the number of blades, the profile shape and the pitch distribution of the performance of the wind mill.

O1/Z2/T2. Investigations and modelling of heat transfer in packed beds

Conducted have been preliminary experimental investigations of the influence of the bed bead diameter on the radiation-conduction transient energy transport in the packed bed. Measurements have been conducted on a modi-

nych parametrów termo-optycznych.

Przeprowadzono doświadczalne badania powstawania konwekcji naturalnej w warstwie wody nad poziomą płytą, izolowaną od dołu i ogrzewaną radiacyjnie od góry promieniowaniem przechodzącym przez warstwę wody.

* * *

Problematyka badawcza zawarta w omówionych powyżej tematach, realizowanych w 2002 r., zawiera wartości poznawcze i aplikacyjne. Świadczy o tym zainteresowanie odbiorców wyników, akceptacja prac zgłaszanych do publikacji przez bardzo dobre czasopisma czy konferencje, wreszcie także fakt uzyskiwania w tej tematyce projektów badawczych.

Utrzymywane i pielęgnowane są kontakty z partnerami z przemysłu i gospodarki, co przynosi bardzo dobre rozeznanie ich potrzeb i uzupełnienie środków finansowych na prace badawcze.

Za znaczący sukces i potwierdzenie trafności wyboru tematyki można uznać akceptację proponowanych przez Ośrodek 1 Mechaniki Cieczy zadań badawczych i wdrożeniowych w ramach pozyskanego przez IMP PAN projektu Komisji Europejskiej Centrum Doskonałości Czystych i Bezpiecznych Technologii w Energetyce.

Brunon Grochal

fied rig, where a greater accuracy of measurements is assured. Construction of the research rig started, for investigations of heat transfer in the packed bed with inclusion of forced convection.

Continued are works on the development of a computer code for numerical modelling of complex energy transport in packed beds using the effective thermal-optical parameters.

Conducted have been experimental investigations of arising free convection in the layer of water above the horizontal plate, isolated from below and radiatively heated from top with radiation crossing the water layer.

* * *

The scope of research contained in the discussed above topics realised in 2002 is of fundamental and practical value. This is confirmed by the interest expressed from the recipients of the results, acceptance of papers submitted for publication by respected journals and conferences and finally the fact that research projects are being awarded to the group.

Sustained and maintained are contacts with industrial partners, which bring good recognition of their needs and fill the financial gap in research.

Award of the EU project titled Centre for Clean and Safe Technologies in Power Engineering is a clear mark of the very significant success and confirmation of correct selection of research activities at the Centre 1 for Liquid Mechanics at the IFFM PAS.

Translated by Dariusz Mikielewicz