

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
INSTYTUT MASZYN PRZEPLYWOWYCH

PRACE
INSTYTUTU MASZYN
PRZEPLYWOWYCH

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

85

WARSZAWA - POZNAŃ 1983

P A Ń S T W O W E W Y D A W N I C T W O N A U K O W E

PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH

poświęcone są publikacjom naukowym z zakresu teorii i badań doświadczalnych w dziedzinie mechaniki i termodynamiki przepływów, ze szczególnym uwzględnieniem problematyki maszyn przepływowych

*

THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

exist for the publication of theoretical and experimental investigations of all aspects of the mechanics and thermodynamics of fluid-flow with special reference to fluid-flow machinery

RADA REDAKCYJNA – EDITORIAL BOARD

TADEUSZ GERLACH · HENRYK JARZYNA · JERZY KRZYŻANOWSKI
STEFAN PERYCZ · WŁODZIMIERZ PROSNAK
KAZIMIERZ STELLER · ROBERT SZEWAŃSKI (PRZEWODNICZĄCY · CHAIRMAN)
JÓZEF ŚMIGIELSKI

KOMITET REDAKCYJNY – EXECUTIVE EDITORS

KAZIMIERZ STELLER – REDAKTOR – EDITOR
WOJCIECH PIETRASZKIEWICZ · ZENON ZAKRZEWSKI
ANDRZEJ ŻABICKI

REDAKCJA – EDITORIAL OFFICE

Instytut Maszyn Przepływowych PAN
ul. Gen. Józefa Fiszer 14, 80-952 Gdańsk, skr. pocztowa 621, tel. 41-12-71

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1983

Printed in Poland

ISBN 83-01-04191-9
ISSN 0079-3205

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE – ODDZIAŁ W POZNANIU

Nakład 380+90 egz.	Oddano do składania 5 VII 1982 r.
Ark. wyd. 22. Ark. druk. 15	Podpisano do druku 4 III 1983 r.
Pap. druk. sat. kl. V, 70 g	Druk ukończono w marcu 1983 r.
Nr zam. 440/179	N-5/1001.

DRUKARNIA UNIwersytetu IM. A. MICKIEWICZA W POZNANIU

HENRYK JARZYNA, TADEUSZ KORONOWICZ

Działalność naukowa Zakładu Pędników Okrętowych w latach 1976 - 1980

Отдел судовых движителей

Работы Отдела судовых движителей в 1976 - 1980 г.г. органически связывались с нуждами судостроительной промышленности. Разрабатывались и внедрялись составы расчетных программ для проектирования и определения гидродинамических характеристик винтов и винтовых движительных систем.

Department of Ship Propulsion

The work of the Department of Ship Propulsion in the years 1976 - 1980 was organically tied with the needs of shipbuilding industry. The Department was engaged in elaborating and implementing sets of computing programs assigned for designing and determining hydrodynamic characteristics of ship propellers and screw propulsion systems.

1. Wstęp

Cechą szczególną metodyki planowania badań, jaką stosował Zakład Pędników Okrętowych przed pięciolatką 1976 - 1980, było rozeznanie i zestawienie potrzeb badawczych przemysłu okrętowego i gospodarki morskiej w zakresie napędu okrętowego. Ten proces ustalania potrzeb badawczych przebiegał poprzez kontakty ze stoczniami, z Centrum Techniki Okrętowej, z Navicentrum we Wrocławiu, z Polskim Rejestrem Statków i był wspierany naszym własnym doświadczeniem wynikającym ze śledzenia trendów badawczych w ośrodkach badań okrętowych na świecie i z własnych badań prowadzonych dotychczas.

Zestawienie potrzeb badawczych przekazane do Centrum Techniki Okrętowej zawierało całość potrzeb, niezależnie od możliwości realizacyjnych polskich ośrodków, usystematyzowanych według hierarchii ważności i pilności rozwiązania.

Zakład Pędników Okrętowych umieszczał w swoim planie badawczym te pozycje zestawienia, które zyskały najwyższą hierarchię pilności i ważności, a którym Zakład ze względu na potencjał kadrowy, laboratoryjny i ograniczony fundusz plac, a do roku 1979 ograniczoną liczbę etatów, mógł sprostać. Ten sposób planowania badań stanowił gwarancję, że tematyka badawcza Zakładu będzie w całości nakierowana na realizację potrzeb gospo-

darki morskiej. Nie oznacza to wcale, że Zakład podejmował prace mniej ambitne naukowo. Wprost przeciwnie. Rozsądne planowanie zapewniło nam możliwość kojarzenia środków finansowych problemu węzłowego 05-10 „Rozwój taboru pływającego oraz systemów okrętowych” oraz problemu międzyresortowego MR I.26 „Podstawy projektowania maszyn i urządzeń energetycznych” i takiego ustawienia tematyki badawczej, by badania podstawowe nad rozwijaniem teorii pędnika, za pomocą nowych, doskonalszych modeli teoretycznych pędników, mogły być wspierane badaniami nad rozwijaniem metodyki projektowania, nad eksperymentalną weryfikacją teorii i metod projektowania i by rezultaty badań mogły być w pełni wykorzystane w postaci skutecznych programów projektowania i określania charakterystyk hydrodynamicznych na EMC. By zapewnić skuteczność eksperymentalnej weryfikacji rezultatów teorii i metod projektowych prowadzono badania nad metodyką eksperymentu modelowego.

Całość prac badawczych prowadzonych w Zakładzie Pędników Okrętowych zmierzała właściwie do jednego celu nadrzędnego — budowy i stałego doskonalenia biblioteki programów projektowania i określania charakterystyk hydrodynamicznych pędnika oraz poszukiwania doskonalszych kształtów pędnika.

Zadania te wypełniano różnymi drogami. Najczęściej żmudną i długą drogą, od badań podstawowych nad modelem teoretycznym, poprzez budowę teorii, algorytmu obliczeniowego do programu na EMC i badań eksperymentalnych weryfikujących.

2. Omówienie ważniejszych osiągnięć

Za najważniejsze osiągnięcia Zakładu w latach 1976 - 1980 należy uznać opracowanie i pełne wdrożenie zestawu programów projektowania i określania charakterystyk hydrodynamicznych śrubowych układów pędnikowych.

W realizacji zadania brał udział cały potencjał kadrowy Zakładu. Traktując zadanie jako długofalowe (oddana do użytku biblioteka programów będzie wymagała ustawicznego doskonalenia już istniejących programów i opracowywania programów nowych) można było planować badania z całą wnikliwością, od badań podstawowych począwszy. Ta koncentracja na celach użytecznych i możliwy optymalny wybór dróg realizacji przyniosła dobre rezultaty. Rezultaty prac Zakładu zostały wysoko ocenione przez użytkowników. Satysfakcją dla zespołu badawczego jest nagroda Sekretarza Naukowego PAN w roku 1979 dla zespołu w składzie: H. Jarzyna, T. Koronowicz, T. Tuszkowska, J. Młynarczyk i J. Koronowicz oraz nagroda indywidualna Sekretarza Naukowego PAN za rok 1980 dla J. Szantyr.

Wyniki badań, które umożliwiły budowę skutecznych programów obliczeniowych omówione zostaną poniżej.

Przede wszystkim wymienić trzeba cykl prac T. Koronowicza obejmujący teorię strumienia zaśrubowego, opartą na modelu wirów skupionych z rdzeniem parowo-gazowym o skończonych wymiarach poprzecznych. Ten cykl prac został podsumowany i uogólniony w pracy habilitacyjnej. Uogólnienie polega na zbudowaniu teorii dla przestrzeni ograniczonej, której szczególnymi przypadkami są teorie szczegółowe dotyczące przestrzeni nieograniczonej, zawarte w pracach poprzednich. Teoria oparta jest na założeniu cieczy idealnej.

Założenie to pozwala jednak stosować teorię dla opisu opływu ciał w strumieniu niedaleko za śrubą oraz dla określenia charakterystyk globalnych śruby.

W pierwszym przypadku siły lepkości nie odgrywają jeszcze znaczącej roli w rozmywaniu wirów wobec ich znacznej stabilności, a w drugim siły lepkości jako siły wewnętrzne strumienia nie wpływają na zmianę pędu i krętu strumienia jako całości, nawet gdy mówimy o strumieniu „daleko za śrubą”. Teoria ta może być punktem wyjścia do dalszych badań silnie dynamicznych zjawisk związanych z procesem zwijania się powierzchni wirowych w bezpośrednim sąsiedztwie skrzydła śruby. Prace w tym kierunku są w toku.

Teoria T. Koronowicza znalazła uznanie w ośrodkach zagranicznych. Była dyskutowana na posiedzeniach Komitetu Pędnikowego XV i XVI ITTC. W Zakładzie Pędników Okrętowych umożliwiła budowę nowych metod projektowania układów tandem śrub współbieżnych i przeciwbieżnych.

Drugim osiągnięciem Zakładu są prace Jana Szantyra obejmujące teorię śruby pracującej w nieustalonych warunkach opływu, to znaczy w polu prędkości obwodowo niejednorodnym. Zbudowano model wirowy śruby odpowiadający zmiennym warunkom pracy skrzydła. Zmieniające się obwodowo warunki opływu skrzydła odzwierciedlane są i zapisane w zmieniającej się pasmowo wirowości powierzchni wirowej wirów swobodnych. Teoria oparta na tym modelu oraz odpowiednio zbudowany algorytm umożliwiają wyznaczenie pulsacji ciśnień w przestrzeni nieograniczonej i na skrzydle oraz określenie układu sił na skrzydle, na śrubie i na wale śrubowym. Algorytm ujmuje również pulsację sił na kadłubie przez uproszczone przeliczenie ciśnień z przestrzeni nieograniczonej na kadłub. Dokładna transformacja ciśnień z przestrzeni nieograniczonej na poszycie kadłuba o dowolnym kształcie wręgowym stanowi oddzielny, trudny do rozwiązania problem. Innym uproszczeniem teorii i algorytmu J. Szantyra jest sposób określania wpływu dynamiki ruchu pęcherzy kawitacyjnych na pulsację ciśnień. W pracy określono zmiany objętości pęcherza i jego ruchu opierając się na bogatym materiale doświadczalnym, a więc na drodze uogólnienia wyników badań eksperymentalnych. Badania te, jak i weryfikację programu obliczeniowego, autor przeprowadzał podczas pobytu w Instytucie Okrętowych Badań Modelowych (NSFJ) w Trondheim w Norwegii, w ramach współpracy między NSFJ i IMP PAN. Do weryfikacji wykorzystywano wyniki badań modelowych i badań na statkach rzeczywistych dostarczone przez stronę norweską. Powstał w ten sposób wspólny polsko-norweski program obliczeniowy „Hydran” dla wyznaczenia pulsacji ciśnień na kadłubie, wyznaczania układu sił na skrzydle śruby, zmiennych w czasie sił na wale śruby pracującej w niejednorodnym, także obwodowo, polu prędkości. Program ten został wdrożony w przemśle okrętowym i jest przedmiotem umowy o odsprzedaży stronom trzecim na ustalonych warunkach.

Prace te uzyskały Nagrodę Indywidualną Sekretarza Naukowego Polskiej Akademii Nauk w roku 1980.

Dalsze prace w tej tematyce zmierzają do wierniejszego odzwierciedlenia mechanizmu zachowania się pęcherzy kawitacyjnych, to znaczy dokładniejszego uwzględnienia wpływu kawitacji na rozkład ciśnienia na skrzydle i zmiany tego rozkładu w czasie. Prace są w toku i stanowią będą przedmiot pracy habilitacyjnej.

Dla szczególnego przypadku pola obwodowo uśrednionego T. Koronowicz, T. Tuszkowska i J. Szantyr opracowali oddzielny program wyznaczania rozkładu ciśnień na skrzy-

dle śruby i określania charakterystyk hydrodynamicznych śruby. Nowym elementem metody obliczeniowej, na której oparto program, był oryginalny sposób wyznaczania poprawek na efekt powierzchni nośnej w pozaprojektowych punktach pracy śruby. Program ten został zgłoszony do Komitetu Pędnikowego XV ITTC jako jeden z dwunastu programów liczących się ośrodków Hydrodynamiki Okrętowej na świecie, według których przeprowadzono obliczenia porównawcze rozkładu ciśnień na skrzydle śruby pracującej w polu jednorodnym. Analiza porównawcza wyników obliczeń nie została dotąd zakończona.

Zakończone zostały prace T. Tuszkowskiej nad metodyką projektowania układów tandem śrub współbieżnych (UTSW). Efektem praktycznym badań nad tym problemem są dwa programy projektowe UTSW na elektroniczną maszynę cyfrową. Jeden, oparty na wynikach systematycznych badań modelowych, drugi na wykorzystaniu znanych metod projektowania śrub pojedynczych oraz na wynikach własnych badań, których celem było przygotowanie nowych elementów metody analitycznego projektowania UTSW. Do tych nowych elementów należy oryginalny sposób wyznaczania pola prędkości przed śrubą tylną wykorzystujący teorię strumienia zaśrubowego T. Koronowicza oraz nowe kryterium podziału mocy na śrubę przednią i tylną układu wykorzystujące zasadę równoczesnego pojawiania się kawitacji na obu śrubach układu. Eksperymentalne modelowe badania systematyczne oraz weryfikujące zostały przeprowadzone według oryginalnej metodyki uwzględniającej specyfikę układu napędowego oraz warunki tunelowe eksperymentu. Część badań, zwłaszcza tych, które dotyczyły małych prędkości napływu wody przeprowadzono w bazie doświadczalnej Instytutu Okrętowego P.G. w Iławie na jeziorze Jeziorak. Ubocznym efektem tych prac była dysertacja doktorska T. Tuszkowskiej.

Wobec dużego zainteresowania wynikami tych prac, w Navicentrum we Wrocławiu kontynuowano badania nad UTSW w dyszy. Stosowanie dyszy nie jest w tym przypadku podyktowane względami hydrodynamicznymi, lecz głównie zabezpieczeniem części wirujących przed uszkodzeniami mechanicznymi. Zadanie sprowadzało się więc do określenia charakterystyk hydrodynamicznych zadanego układu geometrycznego. Rozwiązanie zadania stanowiło jednak odmienny problem, głównie z powodu zmian, jakie do pola prędkości indukowanych przez poszczególne śruby wноси obecność dyszy.

Zakończone zostały również prace J. Młynarczyka nad metodyką projektowania układów tandem śrub przeciwbieżnych (UTSP). W pierwszym etapie opracowano program na EMC projektowania UTSP według metody Lerbsa. W drugim etapie prowadzono badania nad własną metodą projektowania. Opracowano własną metodykę modelowych badań eksperymentalnych UTSP w tunelu kawitacyjnym uzupełnionym dodatkowym oryginalnym stoiskiem badawczym. Wyniki badań eksperymentalnych z jednej strony stanowiły bazę weryfikacyjną, z drugiej doprowadziły, w zestawieniu z wynikami różnych metod obliczeniowych, do sformułowania wymogów stawianych nowej metodzie projektowania UTSP. Badania nad własną metodą projektowania UTSP doprowadziły do ustalenia kryteriów podziału mocy na obie śruby, określenia średnicy śruby tylnej, doboru liczby skrzydeł obu śrub, wzajemnego usytuowania śrub, ustalenia geometrii skrzydła śruby, a także do określenia pól prędkości przed i za tylną śrubą. Opracowano nowe kryterium kawitacyjne dla śrub pracujących w silnie zróżnicowanym obwodowo polu prędkości. Punktem wyjścia były wykresy charakterystyk kawitacyjnych profili pojedynczych. Zaproponowano tak dobierać geometrię profilu, by dla określonej liczby kawitacyjnej zakres efektywnych kątów

natarcia pokrywał się z zakresem bezkawitacyjnych kątów natarcia. Jest to możliwe, gdy dobór geometrii profili skojarzy się z odpowiednim obiosem zastępczej prędkości obwodowo niezmienniej zamiast wydatkowej prędkości średniej.

Praca posiada szersze znaczenie nie tylko dla UTSP. Może być wykorzystana w projektowaniu śruby pojedynczej pracującej w silnie niejednorodnym polu prędkości.

W Zakładzie przynajmniej trzy nurty badawcze dotyczą śruby pracującej w polu niejednorodnym. Jednym z nich jest ten prezentowany przez J. Młynarczyka. Wartość pracy J. Młynarczyka i na tym polega, że powstaje możliwość, w ramach Zakładu, konfrontowania wyników badań uzyskiwanych różnymi drogami, metodami o różnym stopniu złożoności i różnych zakresach ogólności. Ten cykl prac J. Młynarczyka doprowadził również do dysertacji doktorskiej. Na podstawie tej metody projektowania opracowano algorytm i program projektowy na EMC i przekazano CTO do stosowania.

Wykorzystując wyniki badań systematycznych układów śruba + dysza z dyszą o technologicznie prostych kształtach, opracowano metodę projektowania układów śruba + dysza. Metoda oparta jest na znanych opracowaniach projektowania śruby pojedynczej, a wzajemne oddziaływanie obu elementów układu na siebie, ujawniające się w zmianie pól prędkości, opisano wykorzystując wyniki badań eksperymentalnych. Program obliczeniowy na EMC przekazano do Navicentrum we Wrocławiu i do Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku, gdzie z powodzeniem jest wykorzystywany.

Wśród prac omówionych są prace, które koncentrowały się na dostosowaniu geometrii śruby do zadanego pola prędkości obwodowo niejednorodnego lub takie, które dla zadanego pola i dostosowanej do niego geometrii śruby wyznaczają zmienne w czasie charakterystyki hydrodynamiczne skrzydła i śruby (takie, jak rozkład ciśnień na skrzydle, siły na skrzydle i wale śrubowym) oraz pulsacji ciśnień na kadłubie. Może się jednak zdarzyć, że niejednorodność pola prędkości jest tak znaczna, że żadne zabiegi dostosowywania geometrii śruby nie złagodzą ujemnych skutków obwodowej niejednorodności pola i wówczas należy ingerować w kierunku zmniejszania tej niejednorodności. Prace w tym kierunku prowadził w Zakładzie od lat J. Centkowski rozwijając patent, którego jest współautorem wraz z H. Jarzyną i J. Piskorzem-Nałęckim.

Koncepcja ingerencji zewnętrznej w pole prędkości bez zmian kształtów kadłuba polega na zastosowaniu dodatkowego pędnika, którego zadaniem jest lokalne przyspieszenie strumienia cieczy, celem wyrównania pola prędkości przed pędnikiem głównym jakim jest śruba okrętowa.

Przeprowadzono analizę wpływu stopnia wyrównania niejednorodności pola prędkości za kadłubem na pulsacje ciśnień na kadłubie, na zakres kawitacji na skrzydle, na pulsacje sił na wale śrubowym. Analiza została oparta na wypracowanej w Zakładzie Pędników Okrętowych metodzie określania chwilowych charakterystyk hydrodynamicznych śruby o określonej geometrii, pracującej w obwodowo niejednorodnym polu prędkości.

Rezultaty badań elementów urządzenia wyrównującego oraz niektórych zjawisk hydrodynamicznych związanych z tym urządzeniem doprowadziły do metody projektowania urządzenia. Weryfikacje rezultatów częściowych i wyników obliczeń projektowych prowadzono poprzez badania modelowe w tunelu kawitacyjnym i w bazie doświadczalnej Instytutu Okrętowego w Iławie. Metoda projektowa obejmuje właściwe kształtowanie dyszy wylotowej, oryginalne uproszczone zależności między wydatkiem, przekrojem dyszy wylotowej,

towej i średnicą śruby, ułatwiające wstępne określenie natężenia przepływu w pędniku strumieniowym, optymalne kształtowanie wlotu poprzez oryginalną koncepcję współczynników redukcji pędu i energii wobec pobierania wody z warstwy przysciennej kadłuba. Rezultaty badań były przedmiotem dysertacji doktorskiej J. Centkowskiego.

Wobec coraz powszechniejszego stosowania metod analityczno-numerycznego projektowania śruby okrętowej zatracą sens pojęcie śruby swobodnej, a znaczenia nabiera średnia prędkość wydatkowa, zamiast prędkości średniej wynikającej z równości naporu (lub momentu) śruby swobodnej i śruby za kadłubem.

H. Jarzyna jest autorem koncepcji wiązania sprawności śruby ze sprawnością napędową, nawiązującej do analityczno-numerycznego projektowania śrub. Jako punkt wyjścia analizy napędowej proponuje uznać wielkości wynikające z obliczeń według programów na EMC: obliczeniowy współczynnik naporu i momentu.

Współczynniki te uwzględniają już promieniową zmienność pola prędkości, lecz w procesie projektowania są wyznaczane dla prędkości obwodowo uśrednionych, na danym promieniu (według zasady np. równości wydatku). Autor proponuje weryfikację tych wielkości, a zarazem weryfikację metody projektowej, poprzez badania eksperymentalne śruby za ciałem osiowo symetrycznym, co zapewnia promieniową zmienność pola prędkości, a jednorodność obwodową. Stosunek współczynników naporu i współczynników momentu (obliczonych i pomierzonych) jest miarą poprawności metody projektowej. Natomiast wpływ niejednorodności obwodowej pola prędkości na wartości współczynników naporu i momentu można uwzględnić poprzez badania wpływu parametrów a_i charakteryzujących obwodową niejednorodność pola prędkości na współczynniki ζ_T i ζ_Q zdefiniowane jako

$$\zeta_T = \frac{(K_T)_{rz}}{(K_T)_{obl}} \quad \text{ i } \quad \zeta_Q = \frac{(K_Q)_{rz}}{(K_Q)_{obl}}.$$

Podjęto badania w celu znalezienia minimalnej liczby parametrów a_i , które by dostatecznie dokładnie charakteryzowały obwodową niejednorodność pola prędkości oraz w celu znalezienia postaci funkcji

$$\zeta_T = \zeta_T(a_i), \quad \zeta_Q = \zeta_Q(a_i).$$

Charakterystykę pola przeprowadza się według ustalonej procedury dla każdego przypadku pola, a postać funkcji ζ_T i ζ_Q jest ustalana jako wynik jednorazowych badań i jest niezmienna dla poszczególnych przypadków. Umiejętność charakteryzowania obwodowej niejednorodności pola prędkości może być wykorzystana w badaniach dopuszczalnej, ze względu na drgania lub kawitację, obwodowej niejednorodności.

Modelowe badania eksperymentalne będą zawsze odgrywały w naukach technicznych decydującą rolę weryfikatora wyników badań teoretyczno-analitycznych. W obecnej chwili spełniają one jeszcze inną, trochę niepożądaną, rolę zastępowania teorii tam, gdzie jest ona bezradna. W Zakładzie Pędników Okrętowych obie funkcje modelowych badań eksperymentalnych były wykorzystywane. Metoda badań eksperymentalnych odgrywa zaś tym większą rolę, im słabsze jest wyposażenie techniczne.

W Zakładzie opracowano oryginalną metodę badań kawitacyjnych w małym tunelu kawitacyjnym, z zachowaniem liczby kawitacyjnej dla przestrzeni nieograniczonej. Wspom-

niano już wyżej o oryginalnych metodach badań eksperymentalnych układów tandem śrub współbieżnych, przeciwbieżnych i pędników strumieniowych.

Przeprowadzono systematyczne badania układu śruba+dysza z dyszą o kształtach technologicznie prostych, systematyczne badania układów tandem śrub współbieżnych i przeciwbieżnych, systematyczne badania wstępne płatów o silnie odkształcalnej powierzchni ssącej i cisnącej.

Prowadzono prace badawczo-konstrukcyjne nad wyposażeniem laboratorium zakładowego. J. Koronowicz opracował koncepcję i konstrukcję nowego tunelu kawitacyjnego oraz tunelowego dynamometru śrubowego, a także założenia i konstrukcję obrabiarki do śrub według patentu H. Jarzyny. Prace J. Koronowicza przyczyniły się w poważnej mierze do powodzenia zamierzeń i programów badań eksperymentalnych Zakładu.

3. Współpraca z innymi ośrodkami badawczymi i przemysłem (tematyka badawcza inicjowana przez ośrodki współpracujące)

Zakład współpracował z Instytutem Okrętowym Politechniki Gdańskiej, głównie z Zakładem Technologii Okrętu kierowanym przez prof. J. Doerffera. Zespół Zakładu Pędników Okrętowych pod kierunkiem H. Jarzyny przeprowadził pracę badawczą nad celowością i zasadnością hydrodynamiczną napędu burtowego na statkach według koncepcji J. Doerffera. Praca zawiera oryginalne metody analizy takiego niekonwencjonalnego napędu, metodę doboru głównych parametrów oraz metodę wstępnego projektowania. Ponadto przeprowadzono badania hydrodynamiczne hamującego działania otwieranych gruszek dziobowych. Wynikiem badań są konkretne zalecenia konstrukcyjne dyktowane względami hydrodynamicznymi.

Zespół pod kierunkiem T. Koronowicza przeprowadził badania oraz zaproponował oryginalną metodę analizy wyników badań hydrodynamicznych hamulców zaśrubowych oraz hamulców w postaci otwieranych sterów.

Zakład ściśle współpracuje z Centrum Techniki Okrętowej w Gdańsku. Wszystkie programy projektowe i obliczeniowe wspomniane w rozdziale 2 przekazane zostały do CTO jako koordynatora problemu węzłowego 05-10 i 12-07. CTO jest więc głównym odbiorcą rezultatów naszych prac i główną instytucją wdrażającą. Poprzez CTO nasze metody projektowe i metody obliczeniowe służą wszystkim biurom projektowym przemysłu okrętowego.

Jak już zaznaczono współpraca z CTO obejmuje zarówno etap planowania badań jak i wdrażania wyników badań. Współpraca ta ma jednak i szerszy aspekt. Rozciąga się także na kształcenie kadry w zakresie hydromechaniki okrętowej. Sześciu pracowników CTO jest uczestnikami Studium Doktoranckiego przy IMP PAN. Dwóch ma otwarte przewody doktorskie i zaawansowane prace doktorskie. H. Jarzyna jest stałym konsultantem CTO w zakresie hydromechaniki okrętowej.

Zakład ściśle współpracuje również ze Stoczną im. Komuny Paryskiej w Gdyni, a to głównie przez fakt, że T. Koronowicz jest od kilku lat stałym konsultantem Stoczni w zagadnieniach napędu okrętowego.

J. Młynarczyk pełnił funkcję stałego konsultanta w Morskiej Stoczni Jachtowej im. J. K. Korzeniowskiego.

Dla Stoczni Szczecińskiej im. A. Warskiego Zakład opracował program określania charakterystyk śrub nastawnych w szerokim zakresie współczynników posuwu i współczynników skoku, dla Stoczni „Wisła” analizę przyczyn nierównomiernego obciążenia śrub statku dwuśrubowego, a dla Polskiego Rejestru Statków analizę przydatności uproszczonych kryteriów określania dopuszczalnej nierównomierności pola prędkości za kadłubem oraz kryteriów dopuszczalnej pulsacji ciśnień na kadłubie.

4. Wnioski ogólne

Z zadowoleniem możemy stwierdzić, że badania prowadzone w Zakładzie Pędników Okrętowych są w nurcie światowych badań w zakresie pędników okrętowych.

Osiągnięcia Zakładu w zakresie teorii pędnika, metodyki projektowania, metodyki modelowych badań eksperymentalnych pędnika są wysoko cenione w ośrodkach hydromechaniki okrętowej. W kraju zaś jesteśmy jedynym ośrodkiem specjalizującym się w zagadnieniach hydromechanicznych pędników okrętowych. Wyrazem uznania naszych osiągnięć na świecie jest powołanie prof. H. Jarzyny w skład Komitetu Pędnikowego ITTC (International Towing Tank Conference) na lata 1976 - 1978 i po raz drugi na lata 1978 - 1981, współudział naszego ośrodka w przygotowywaniu raportu Komitetu Pędnikowego na XV i XVI ITTC oraz powoływanie się w raporcie o stanie wiedzy z zakresu pędników na prace naszego ośrodka.

Wyrazem uznania w kraju dla osiągnięć Zakładu są nagrody Sekretarza Naukowego PAN (zespołowa i indywidualna), Nagroda Wojewody Gdańskiego (indywidualna), powoływanie pracowników Zakładu na stałych konsultantów z zakresu hydromechaniki okrętowej (CTO) i pędników okrętowych (Stocznia Gdyńska im. Komuny Paryskiej), powoływanie pracowników Zakładu na ławników Odwoławczej Izby Morskiej w charakterze biegłych z zakresu pędników.

Osiągnięcia badawcze w teorii pędników, metodyce projektowania i metodyce modelowych badań eksperymentalnych idą w parze ze wzrostem kwalifikacji kadry naukowej i technicznej. W okresie ubiegłej pięciolatki 1976 - 1980 pięciu pracowników Zakładu uzyskało stopień naukowy doktora nauk technicznych, jeden stopień naukowy doktora habilitowanego, jeden z laborantów kończy studia w Instytucie Okrętowym P.G.

Osiągnięciom Zakładu nie odpowiada wyposażenie laboratoryjne i warunki pracy laboratoryjnej. Można by krótko powiedzieć, że kadra wysoko specjalistyczna w zakresie pędników zgromadzona jest w IMP PAN, natomiast wyposażenie badawcze dla modelowych badań pędnikowych zgromadzone jest w innych instytucjach. Nie tylko jednak te fakty były powodem, że Zakład Pędników Okrętowych od wielu lat był i jest orędownikiem ścisłego zespoleńia polskiego ośrodka pędnikowego. Wydaje się, że nadszedł już czas, by Zakład Pędników Okrętowych przystąpił do realizacji dawno już naszkicowanych planów działalności wydawniczej w postaci wydawnictw zwartych, będących podsumowaniem aktualnej wiedzy w zakresie pędników. Działalność wydawniczą Zakładu uniemożliwiałoby zbytne obciążenie zadaniami badawczymi i szczupłość kadry badawczej wobec wciąż pilnych potrzeb badawczych.

5. Zamierzenia Zakładu

Przed wszystkim dążyć będziemy do modernizacji stworzonej w latach 1976 - 1980 biblioteki programów projektowania i określania charakterystyk hydrodynamicznych śrub okrętowych. Choć to zamierzenie ujęto w kategoriach celów praktycznych, obejmuje ono cały wachlarz badań od ściśle podstawowych do ściśle wdrożeniowych (wdrożeniem w tym przypadku jest skuteczny program obliczeniowy na EMC, gotowy do użytkowania). Realizacja tego zamierzenia kryje w sobie także określoną filozofię naszego pojmowania roli badań eksperymentalnych. Sformułowanie zamierzenia kładzie nacisk na wykorzystanie nowych możliwości jakie stwarza rozwój elektronicznych maszyn cyfrowych i rozwój numerycznych metod hydromechaniki okrętowej. Rola eksperymentu sprowadza się do roli weryfikatora założeń teorii, i metody i rezultatów obliczeń. Druga funkcja eksperymentu, wraz z rozwojem możliwości analityczno-numerycznego opisu zjawisk, winna maleć. Chodzi o funkcję zastępowania teorii przez eksperyment w przypadkach, gdy teoria okazuje się bezzadna.

Z badań szczegółowych jakie będą dominować w latach 1981 - 1985 można wymienić rozwijanie teorii modelu skrzydła dwupowłokowego, dalsze rozwijanie teorii śruby pracującej w warunkach opływu niestacjonarnego dla celów lepszego określania wymuszeń hydrodynamicznych generowanych przez śrubę, prace nad teorią śrub z silnie rozwiniętą kawitacją, rozwijanie teorii płata z silnie odkształcalną powierzchnią ssącą i cisnącą według patentu pracowników Zakładu (H. Jarzyna, T. Koronowicz, J. Koronowicz). Z planowanych badań nad rozwijaniem metodyki eksperymentu można wymienić bezzakłóceńowy pomiar prędkości lokalnej chwilowej w strumieniu śrubowym, pomiar ciśnień na skrzydle śruby, pomiar ciśnień na kadłubie, pomiar sił chwilowych na śrubie. Metodyka eksperymentu winna ewoluować ku opanowywaniu zjawisk lokalnych i chwilowych.

I. Wykaz publikacji

- [1] Centkowski J., *Przegląd i analiza porównawcza metod projektowania pędników strumieniowych* Biuletyn IMP PAN, nr 166/860/76.
- [2] Centkowski J., *Aktywne wyrównywanie lokalnych niejednorodności pola prędkości za kadłubem statku przy pomocy urządzenia strumieniowego*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydromechaniki Okrętowej*, Gdańsk 1979.
- [3] Centkowski J., *Theoretical Analysis of the Effectiveness of the Waterjet Device for Uniformization of the Wake-field*, [W:] *Proceedings of the Symposium on Advances in Propeller Research and Design*, Gdańsk 1981.
- [4] Centkowski J., *Aktywne wyrównywanie lokalnych niejednorodności pola prędkości za kadłubem statku przy pomocy urządzenia strumieniowego*. Praca doktorska, IMP PAN Gdańsk, nr arch. 81/80.
- [5] Centkowski J., Cykl artykułów popularno-naukowych pt. *Opór hydrodynamiczny modeli żaglowych*. Modelars, nr 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11 1978 oraz nr 1 i 2 1979.
- [6] Centkowski J., Cykl artykułów popularno-naukowych pt. *Żagle modeli regatowych*. Modelarz, nr 6-12, 1980.
- [7] Jarzyna H., *Modelowe badania napędowe statków. Metodyka badań i przetwarzania wyników (proponowane zmiany)*. Prace IMP, z. 73, 1976.
- [8] Jarzyna H., *Evaluation of prediction techniques for single blade forces, bending moments and spindle torques, including steady as well as unsteady*. The state of art study for the Propeller Committee, Reports of the XVth ITTC, Hague 1978.
- [9] Jarzyna H., *Controllable Pitch Propeller, Cycloidal Propeller, Contrarotating and Tandom Propellers (Special testing problems)*. The state of art study for the Propeller Committee, Reports of the XVth ITTC, Hague 1978.

- [10] Jarzyna H., *Propeller and Thruster Slipstream*. The state of art study for the Propeller Committee, Report of the XVI ITTC, Leningrad 1981.
- [11] Jarzyna H., *Działalność naukowa Zakładu Pędników Okrętowych w latach 1973 - 1975*. [W:] *Działalność naukowa IMP PAN w latach 1973 - 1975*. PWN, Warszawa—Poznań 1978, s. 127.
- [12] Jarzyna H., *Problematyka badawcza w zakresie pędników okrętowych na tle potrzeb przemysłu okrętowego*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydrodynamiki Okrętowej*. Gdańsk 1979.
- [13] Jarzyna H., *Some Consequences of the Analytical Design of the Ship Propellers*, [W:] *Proceedings of the Symposium on Advances in Propeller Research and Design*, Gdańsk 1981.
- [14] Jaworski S., *Przegląd charakterystyk hydrodynamicznych statków o prędkościach większych od prędkości progu wypornościowego*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 60/932/79.
- [15] Jaworski S., *Przegląd charakterystyk hydrodynamiczno-projektowych statków półzanurzonych z kadłubem ładunkowym umieszczonym nad powierzchnią wody*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 61/933/79.
- [16] Jaworski S., *Badania oporowe modeli serii statków półzanurzonych z kadłubem ładunkowym umieszczonym nad powierzchnią wody*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 62/934/79.
- [17] Jaworski S., *Charakterystyki oporowe statków półzanurzonych w oparciu o badania własne przeprowadzone na basenie modelowym I. O. P. G.* [W:] *Referaty IV Sympozjum Hydrodynamiki Okrętowej*, Gdańsk 1977.
- [18] Jaworski S., Kobyliński L., Zadrozny J., *Morski statek wypornościowy dla dużych szybkości eksploatacyjnych*. Patent PRL nr 82468 B636, 1/02.
- [19] Koronowicz T., *Wstępne propozycje metody projektowania śrub w oparciu o zmodyfikowany model śruby*. Biuletyn IMP PAN, nr 168/857/76.
- [20] Koronowicz T., *Hydrodynamic Characteristics of Systems of Helical Vortex Cores of Finite Dimensions*. Prace IMP, z. 75, 1978.
- [21] Koronowicz T., *Model teoretyczny strumienia śrubowego oparty na formie skupionej wirowości z rdzeniem kawitacyjnym oraz charakterystyki hydrodynamiczne układu wirów śrubowych z przeszerzeni ograniczonej*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 58/956/79.
- [22] Koronowicz T., *Wpływ deformacji układu wirów swobodnych na kształt profilu skrzydła*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 115/1015/81.
- [23] Koronowicz T., *Deformacja powierzchni wirowej w bezpośredniej bliskości płata skończonej długości*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 67/942/79.
- [24] Koronowicz T., *Projektowanie zespołów śruba — dysza o kształtach technologicznie prostych*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydromechaniki Okrętowej*, Gdańsk 1979.
- [25] Koronowicz T., *A Theoretical Model of the Propeller and Its Slipstream Taking into Account the Deformation of the Free Vortex System*. [W:] *Proceedings of the Symposium on Advances in Propeller Research and Design*. Gdańsk 1981.
- [26] Młynarczyk J., *Kryterium wyznaczania geometrii skrzydła śruby tylnej w układzie tandem śrub przeciwbieżnych*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 8/872/77.
- [27] Młynarczyk J., *Propozycja uwzględnienia wpływu lepkości i trójwymiarowości przepływu na współczynnik siły nośnej*. Zesz. Naukowe IMP PAN, nr 26/895/77.
- [28] Młynarczyk J., *Określenie oporu profilu skrzydła śruby okrętowej*. Zesz. Naukowe IMP PAN, nr 35/907/78.
- [29] Młynarczyk J., *Projektowanie zespołów tandem śrub przeciwbieżnych w oparciu o metodę Lerbsa*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 37/898/78.
- [30] Młynarczyk J., *Określenie sił na skrzydle śruby pracującej w zmiennym polu prędkości*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 41/903/78.
- [31] Młynarczyk J., *Kryterium kawitacyjne dla śrub pracujących w silnie zróżnicowanym obwodowo polu prędkości*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 64/944/79.
- [32] Młynarczyk J., *Metoda projektowania zespołów tandem śrub przeciwbieżnych uwzględniająca charakter zmian konwekcyjnych pola prędkości przed śrubą przednią i tylną*. Praca doktorska IMP PAN, Gdańsk, nr arch. 62/78.
- [33] Młynarczyk J., *Kryterium kawitacyjne śrub pracujących w obwodowo niejednorodnym polu prędkości*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydromechaniki Okrętowej*. Gdańsk 1979.

- [34] Szantyr J., *Zastosowanie metody współczynników indukcji Lerbsa do projektowania okrętowych śrub nastawnych za pomocą EMC* Biuletyn IMP PAN, nr 170/866/76.
- [35] Szantyr J., *Koncepcja modelu teoretycznego pęcherza kawitacyjnego występującego w nieustalonym płaskim opływie dowolnego profilu*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 130/1025/81.
- [36] Szantyr J., *Metoda wyznaczania zmiennych w czasie sił wymuszających indukowanych przez kawitującą śrubę okrętową*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydromechaniki Okrętowej*. Gdańsk 1979.
- [37] Szantyr J., manual: *Description and Operator Guide for a Computer Program for Calculation of Propeller Characteristics in the Non-uniform Field of Flow*. Internal publication of the Ship Research Institute of Norway, Trondheim 1978.
- [38] Szantyr J., *A Method for Calculation of Forces and Pressures Pulsations Induced on the Hull by a Cavitating Propeller*. The Ship Research Institute of Norway, Report R 81-79, Trondheim.
- [39] Szantyr J., *Metoda wyznaczania rozkładu ciśnienia na skrzydle śruby okrętowej pracującej w niejednorodnym polu prędkości przy pomocy modelu uwzględniającego niestacjonarność procesów hydrodynamicznych*. Praca doktorska IMP PAN, Gdańsk, nr arch. 77/1977.
- [40] Szantyr J., *Projektowanie śrub nastawnych według metody współczynników indukcji Lerbsa*. Budownictwo Okrętowe, nr 4/77.
- [41] Szantyr J., *A Computer Program for Calculation of Cavitation Extent and Excitation Forces for a Propeller Operating in Non-uniform Velocity Field*. [W:] *International Shipbuilding Progress*, vol. 26, nr 296, 1979.
- [42] Szantyr J., Koronowicz T., *Program do wyznaczania charakterystyk hydrodynamicznych śrub nastawnych*. Budownictwo Okrętowe, nr 2/81.
- [43] Tuszkowska T., *Projektowanie zespołów tandem śrub współbieżnych na podstawie systematycznych badań modelowych*. Biuletyn IMP PAN, nr 164/855/76.
- [44] Tuszkowska T., *Analityczna metoda projektowania układów tandem śrub współbieżnych*. [W:] *Referaty V Sympozjum Hydromechaniki Okrętowej*, Gdańsk 1979.
- [45] Tuszkowska T., *Metody określania geometrii i charakterystyk hydrodynamicznych śrub współbieżnych w układzie tandem*. Praca doktorska IMP PAN, Gdańsk, nr arch. 20/77.
- [46] Więckiewicz W., *Okrętowe pędniki pomocnicze*. Zesz. Nauk. IMP PAN, nr 83/974/79.

II. Opracowania wewnętrzne

- [1] Bugalski T., *Systematyczne badania modelowe śrub*. Wybrane zagadnienia, nr arch. 72/78.
- [2] Centkowski J., *Badania pędnika strumieniowego z pompą helikoidalną o osi pionowej*, nr arch. 44/77.
- [3] Jaworski S., *Charakterystyki oporowe statków półzanurzonych w oparciu o badania własne przeprowadzone na basenie modelowym Instytutu Okrętowego Politechniki Gdańskiej*, nr arch. 18/77.
- [4] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 3040-1 w 01*, nr arch. 8/77.
- [5] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 3P4P-2 w 14*, nr arch. 9/77.
- [6] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 3P4P-2 w 08*, nr arch. 10/77.
- [7] Jaworski S., *Wyniki badań wpływu rodzaju wspornika na opór modeli statków półzanurzonych*, nr arch. 11/77.
- [8] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 3035-2 w 08*, nr arch. 61/77.
- [9] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 3030-2 w 08*, nr arch. 62/77.
- [10] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 2040-2 w 08*, nr arch. 63/77.
- [11] Jaworski S., *Wyniki badań wpływu rozstawu pływaków na opór modelu statku półzanurzonego* nr arch. 94/77.

- [12] Jaworski S., *Wyniki badań oporowych modelu statku półzanurzonego SP 2540-2 w 08*, nr arch. 95/77.
- [13] Jaworski S., *Wyniki badań wpływu wydłużenia pływaków na opór modelu statku półzanurzonego*, nr arch. 96/77.
- [14] Jaworski S., *Badania oporowe serii modeli statków półzanurzonych z kadłubem ładunkowym umieszczonym nad powierzchnią wody*, nr arch. 58/78.
- [15] Jaworski S., *Przegląd charakterystyk hydrodynamicznych statków o prędkościach większych od prędkości progu wypornościowego*, nr arch. 59/78.
- [16] Jaworski S., *Przegląd charakterystyk hydrodynamiczno-projektowych statków półzanurzonych z kadłubem ładunkowym umieszczonym nad powierzchnią wody*, nr arch. 60/78.
- [17] Jaworski S., *Stoisko do badań wzajemnego oddziaływania śruby i ciała osiowo-symetrycznego. Część I (Dokumentacja techniczna)*, nr arch. 231/79.
- [18] Jaworski S., *Stoisko do badań wzajemnego oddziaływania śruby i ciała osiowo-symetrycznego. Część II (Badania wstępne)*, nr arch. 232/79.
- [19] Jaworski S., *Systematyczne badania wpływu pracy śruby na pole prędkości i siłę ssącą ciała osiowo-symetrycznego K-45*, nr arch. 208/80.
- [20] Jaworski S., *Systematyczne badania wpływu pracy śruby na pole prędkości i siłę ssącą ciała osiowo-symetrycznego K-40*, nr arch. 209/80.
- [21] Koronowicz J., *Wstępne badania eksperymentalne charakterystyk hydrodynamicznych płatów z silnie odkształconą powierzchnią ssącą i ciśnącą*, nr arch. 127/76.
- [22] Koronowicz J., *Opracowanie założeń wstępnych do Laboratorium Pędników Okrętowych*, nr arch. 58/80.
- [23] Koronowicz J., *Budowa tunelu kawitacyjnego dostosowanego do badań pędników okrętowych w niejednorodnym polu prędkości wywołanych przez kadłub statku*, nr arch. 193/80.
- [24] Kwapisz L., *Wyznaczenie rozkładu ciśnień na profilu o dowolnych charakterystykach geometrycznych (Program ROFIL)*, nr arch. 196/80.
- [25] Młynarczyk J., *O możliwości zastosowania pędników wykorzystujących energię wiatru do napędu morskich statków handlowych*, nr arch. 200/80.
- [26] Szantyr J., *Instrukcja obsługi programu TRANSFORMACJA*, nr arch. 150/79.
- [27] Tuszkowska T., *Opis programu i instrukcja obsługi programu TELE-ECHO*, nr arch. 54/77.
- [28] Tuszkowska T., *Wyznaczenie deformacji powierzchni wirowej oraz poprawek na efekt przepływu trójwymiarowego płata skończonej długości. Opis programu E15IMPD8W i instrukcja obsługi*, nr arch. 198/79.
- [29] Tuszkowska T., *Badania modelowe zespołów napędowych: dysze uproszczone i 19A Wageningen ze śrubami 082 i 090*, nr arch. 23/80.
- [30] Więckiewicz W., *Okrętowe pędniki pomocnicze*, nr arch. 265/78.
- [31] Więckiewicz W., Koronowicz J., Dominik S., *Projekt stanowiska do badania zespołów napędowych dysza-śruba*, nr arch. 49/79.
- [32] Więckiewicz W., *Wyniki badań modelowych zespołów napędowych: śruby Ka 4.55 – dysze uproszczone*, nr arch. 256/79.
- [33] Wojciechowski M., *Uwzględnienie lepkości cieczy w projektowaniu śrub okrętowych*, nr arch. 71/78.
- [34] Wojciechowski M., Koronowicz T., *Obliczenia pola prędkości indukowanych przez śrubę w oparciu o model linii nośnej. Opis programu BPS-V-6 i instrukcja obsługi*, nr arch. 199/78.
- [35] Wojciechowski M., Jaworski S., Bugalski T., *Pomiar i analiza pola prędkości przed pracującą śrubą w tunelu kawitacyjnym*, nr arch. 67/80.

III. Opracowania zewnętrzne

- [1] Bugalski T., Jaworski S., Wojciechowski M., *Analiza trzech wariantów układu napędowego załogowego pojazdu podwodnego*. Oprac. wewn. WSMW 1979 (poufne).
- [2] Centkowski J., *Projekt wstępny pędnika strumieniowego statku do oczyszczania basenów portowych*. 1976, na zlec. CTO.

- [3] Centkowski J., *Analiza celowości i możliwości zastosowania urządzenia strumieniowego do częściowej likwidacji niejednorodności pola prędkości za kadłubem statku*, nr arch. 149/77 na zlec. CTO.
- [4] Centkowski J., Młynarczyk J., *Wstępna analiza napędowa łodzi ratunkowych nowej generacji. [W:] Studium i analiza koncepcji nowej generacji łodzi ratunkowych i ratowniczych w świetle zmian III Rozdziału SOLAS-74. Oprac. wewn. IOPG, 1978, na zlec. St. Ustka.*
- [5] Centkowski J., *Analiza wpływu parametrów turbulentnego strumienia wylotowego i geometrii dyszy wylotowej na charakter niejednorodności pola prędkości za kadłubem statku*, nr arch. 225/78 na zlec. CTO.
- [6] Centkowski J., *Analiza geometrii i parametrów hydrodynamicznych strumieniowego urządzenia wyrównującego*, nr arch. 247/79 na zlec. CTO.
- [7] Jarzyna H., *Analiza napędowa i hydrodynamiczne podstawy doboru głównych parametrów śrubowego napędu burtowego. [W:] Studium i analiza napędu burtowego dla dużych jednostek pływających*, wyd. zewn. IOPG, 1976, s. 25 - 145.
- [8] Jarzyna H., *Analiza oraz ocena i propozycje zmian kryteriów określania dopuszczalnych sił wymuszających drgania kadłuba stosowanych we wstępnej fazie projektowania statku*, Wyd. zewn. ORPOT Gdańsk, nr 240/80.
- [9] Jaworski S., *Studium i analiza wyników badań oporu czasz hamujących gruszki dziobowej. Oprac. zewn. IOPG, na zlec. CTO, 1976.*
- [10] Jaworski S., *Przegląd metod określania projektowego pola prędkości i współczynnika ssania statku*, nr arch. 170/77 na zlec. CTO.
- [11] Jaworski S., Jarzyna H., Koronowicz T., *Badania modelowe sterowego urządzenia hamującego SOII*, nr arch. 179/79 na zlec. Stoczn. Mar. Woj. w Gdyni.
- [12] Jaworski S., Bugalski T., *Analiza układu napędowego obiektu holującego w toni morskiej linie o określonych parametrach. Oprac. wewn. WSMW 1980 (poufne).*
- [13] Koronowicz T., *Hungarian Shipyards and Crone Factory 1240 HP River Tug. Cavitation Test. Oprac. zewn. CTO, Raport nr RH-76/T-094.*
- [15] Koronowicz T., Centkowski J., *Badanie rozeznawcze zaśrubowych płyt hamujących. Oprac. zewn. IOPG, nr 322/78.*
- [16] Koronowicz T., Jaworski S., *Badanie zaśrubowego urządzenia hamującego ZUH-1 w tunelu kawitacyjnym. Oprac. zewn. IOPG, nr 320/78.*
- [17] Koronowicz T., Jaworski S., Koronowicz J., *Badanie w tunelu kawitacyjnym otwieranego steru jako urządzenia hamującego. Oprac. zewn. IOPG, nr 321/78.*
- [18] Koronowicz T., *Analiza teoretyczna poprawności doboru śrub napędowych na model zestawu pchanego „Bawół II”*. Oprac. zewn. ORPOT Gdańsk 6/OT/80.
- [19] Koronowicz T., *Obliczenia i analiza wyników obliczeń programem „Hydran” dla jednostki B-535*, nr arch. 250/80 na zlec. Stoczn. Komuny Paryskiej w Gdyni.
- [20] Koronowicz T., *Obliczenia i analiza wyników obliczeń programem „Hydran” dla jednostki B-536*, nr arch. 251/80 na zlec. Stoczn. Komuny Paryskiej w Gdyni.
- [21] Koronowicz T., Rosochowicz K., Koronowicz J., *Ekspertyza śrub napędowych na jednostki SK-620. Część I — Pomiar skoku i promieni. Część II — Pomiary grubości profilu i szerokości skrzydeł oraz kontrolny pomiar skoku. Oprac. wewn. ORPOT Gdańsk nr 224/80.*
- [22] Młynarczyk J., *Opracowanie algorytmów i programów projektowych na EMC dla zespołów tandem śrub przeciwbieżnych w oparciu o metodę Lerbsa. Opis metody projektowania zespołów tandem śrub przeciwbieżnych i opracowanie wstępnych schematów blokowych*, nr arch. 58/77, na zlec. CTO.
- [23] Młynarczyk J., *Opis algorytmu programu E15LSUSTP*, nr arch. 122/77, na zlec. CTO.
- [24] Młynarczyk J., *Instrukcja obsługi programu E15LSUSTP*, nr arch. 140/77, na zlec. CTO.
- [25] Młynarczyk J., Centkowski J., *Projekt pędnika dysza — zespół tandem śrub przeciwbieżnych do pojazdu „Blotniak”*. Oprac. zewn. dla WSMW (poufne), 1976.
- [26] Młynarczyk J., *Analityczna metoda projektowania zespołów tandem śrub przeciwbieżnych z uwzględnieniem niejednorodności i niestacjonarności pola prędkości*, nr arch. 159/77, na zlec. CTO.
- [27] Młynarczyk J., *Opis algorytmu programu E15ZLUSTP*, nr arch. 186/78, na zlec. CTO.
- [28] Młynarczyk J., *Instrukcja obsługi i programu E15ZLUSTP*, nr arch. 190/78, na zlec. CTO.

- [29] Szantyr J., Koronowicz T., *Zmiany i uzupełnienia do instrukcji obsługi programu E15M00ASA*, nr arch. 16/76, na zlec. CTO.
- [30] Szantyr J., *Program do projektowania śrub nastawnych w dyszy*, nr arch. 76/76, na zlec. CTO.
- [31] Szantyr J., *Instrukcja obsługi programu E15THP08I – projektowanie śrub stałych i nastawnych jako odkrytych i w zespołach dysza – śruba*, nr arch. 157/77, na zlec. CTO.
- [32] Szantyr J., *Instrukcja obsługi programu HYDRAN przeznaczonego do obliczania charakterystyk hydrodynamicznych śrub okrętowych pracujących w obwodowo niejednorodnym polu prędkości*, nr arch. 149/79, na zlec. CTO.
- [33] Szantyr J., Koronowicz T., Młynarczyk J., Tuszkowska T., *Instrukcja obsługi i opis programu „CHSN” do wyznaczania charakterystyk hydrodynamicznych śrub nastawnych*. Oprac. ORPOT nr 4/OT/79, Gdańsk 1980.
- [34] Szantyr J., Więckiewicz W., *Aktualizacja instrukcji obsługi programu E15MOOASA według stanu na grudzień 1980*, nr arch. 210/80, na zlec. CTO.
- [35] Tuszkowska T., Koronowicz T., *Zmiany i uzupełnienia do instrukcji obsługi programu E15 MOOJG*, nr arch. 16/76, na zlec. CTO.
- [36] Tuszkowska T., Szantyr J., *Projektowanie i dobór zespołów dysza – śruby współbieżne*, nr arch. 124/77, na zlec. CTO.
- [37] Tuszkowska T., *Algorytm i program projektowy zespołu tandem śrub współbieżnych – TANDEM*, nr arch. 173/77, na zlec. CTO.
- [38] Tuszkowska T., *Projektowanie układów tandem śrub współbieżnych. Instrukcja obsługi i opis programu E15THPTSW*, nr arch. 174/78, na zlec. CTO.
- [39] Tuszkowska T., *Obliczanie charakterystyk hydrodynamicznych i rozkładu ciśnień na skrzydle śruby w polu prędkości obwodowo jednorodnym. Opis i instrukcja programu E15THPTTEL*, nr arch. 184/78, na zlec. CTO.
- [40] Tuszkowska T., *Program do projektowania układu dysza – śruby współbieżne. Opis i instrukcja obsługi*, nr arch. 73/79, na zlec. NAVICENTRUM.
- [41] Tuszkowska T., Koronowicz T., *Badania modelowe wybranego zespołu TSW w dyszy*, nr arch. 94/79, na zlec. CTO.
- [42] Tuszkowska T., *Weryfikacja programu projektowego układów napędowych śruba – dysza – E15THP08J*, nr arch. 245/79, na zlec. CTO.
- [43] Tuszkowska T., *Projektowanie śrub o skrzydłach stałych. Informacje dotyczące użytkowania programów projektowych E15MOOOJ6, E15THPTSW, E15THP08J*, nr arch. 140/80, na zlec. CTO.
- [44] Tuszkowska T., *Projektowanie śrub o skrzydłach stałych. Instrukcja obsługi i opis zmodyfikowanego programu E15MOOOJ6*, nr arch. 141/80, na zlec. CTO.
- [45] Więckiewicz W., *Opinia o projekcie wynalazczym nr 625/1977 SKP Gdynia „Zastosowanie strumienicy parowo-wodnej jako steru strumieniowego”*, nr arch. 97/78, na zlec. SKP Gdynia.
- [46] Więckiewicz W., *Opinia do projektu wynalazczego nr 659/1977 SKP Gdynia „Wykorzystanie pomp i systemów okrętowych jako sterów strumieniowych”*, nr arch. 98/78, na zlec. SKP Gdynia.
- [47] Więckiewicz W., *Obliczenia rozkładu obciążenia skrzydła pędnika o nieprawidłowej powierzchni śrubowej pracującego w tunelu jako nastawny pędnik steru strumieniowego*, nr arch. 80/78, na zlec. IOPG.
- [48] Więckiewicz W., Kwapisz L., *Projekt pędników nastawnych dla sterów strumieniowych*, nr arch. 58/80, na zlec. IOPG.
- [49] Więckiewicz W., *Analiza pracy steru strumieniowego na płynącym statku*, nr arch. 59/80, na zlec. IOPG.
- [50] Więckiewicz W., *Program badań modelowych wpływu prędkości pływania statku na pracę steru strumieniowego*, nr arch. 157/80, na zlec. IOPG.
- [51] Więckiewicz W., *Przegląd zjawisk towarzyszących pracy steru strumieniowego na płynącym statku*, nr arch. 225/80, na zlec. IOPG.
- [52] Więckiewicz W., *Praca steru strumieniowego na płynącym statku. Przegląd literatury*, nr arch. 226/80, na zlec. IOPG.

IV. Referaty wygłoszone

- [1] Jarzyna H., *Propulsionsversuche (Die Methodik der Untersuchungen und des Auswertverfahrens der Messergebnisse)*. Referat na polsko-norweskim Symposium, Trondheim 1976.
- [2] Jarzyna H., *On the necessity of changes in the methodics of model self-propulsion tests and processing of results*. Propeller Committee Meeting, the XVth ITTC, Gdańsk 1977.
- [3] Jarzyna G., Koronowicz T., *Hydrodynamic aspects of a propeller wake braking device*. Referat na posiedzeniu IMCO, Gdańsk 1978.
- [4] Koronowicz T., *Some Problems of Scale Effect in Cavitation Investigations and Their Influence on the Methodics of the Ship Propeller Experiments in Cavitation Tunnel*. Referat na polsko-norweskim Sympozjum, Trondheim 1976.
- [5] Szantyr J., *The Design of Controllable Pitch Propellers Using High Speed Computer*. Referat na 3 włosko-polskim Seminarium Hydromechaniki Okrętu, CTO Gdańsk 1977 (także oprac. wewn. CTO RH-76/T-121).