

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

62-63

WARSZAWA—POZNAŃ 1973

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

KOMITET REDAKCYJNY - EXECUTIVE EDITORS
KAZIMIERZ STELLER - REDAKTOR - EDITOR
JERZY KOŁODKO · JÓZEF ŚMIGIELSKI
ANDRZEJ ŻABICKI

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

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1973

Printed in Poland

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE - ODDZIAŁ W POZNANIU

Nakład 410+90 egz.	Oddano do składania 19 XII 1972 r.
Ark. wyd. 19,5. Ark. druk. 15,375+2 wkl.	Podpisano do druku 29 IX 1973 r.
Pap. druk. sat. kl. V, 70 g	Druk ukończono w październiku 1973 r.
Nr zam. 814/155	D-15/787 Cena zł 58,-

DRUKARNIA UNIwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu

Czwarte Seminarium poświęcone zagadnieniom
MAGNETOHYDRODYNAMIKI STOSOWANEJ
I GAZODYNAMIKI WYSOKICH TEMPERATUR

Jena, maj 1972

Čtvrtý Seminář o
APLIKOVANÉ MAGNETOHYDRODYNAMICE
A DYNAMICE PLYNU ZA VYSOKÝCH TEPLŮT

Jena, květen 1972

Viertes Arbeitsseminar über Fragen
DER ANGEWANDTEN MAGNETOHYDRODYNAMIK
UND HOCHTEMPERATUR-GASDYNAMIK

Jena, Mai 1972

Fourth Seminar on
APPLIED MAGNETOHYDRODYNAMICS
AND HIGH TEMPERATURE GASDYNAMICS

Jena, May 1972

Четвертый Семинар по
ПРИКЛАДНОЙ МАГНИТОГИДРОДИНАМИКЕ
И ГАЗОДИНАМИКЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Ена, май 1972 г.

Niniejszy zeszyt PRAC INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH zawiera referaty wygłoszone na czwartym Seminarium Magnetohydrodynamiki Stosowanej i Gazodynamiki Wysokich Temperatur, które odbyło się w dniach 17 - 18 maja 1972 r. w Jenie. W sześciu referatach przeglądowych przedstawiono zagadnienia dotyczące rozwoju badań w dziedzinie generatorów MHD oraz prac z nimi związanych prowadzonych w Ústav termomechaniky ČSAV, Instytucie Maszyn Przepływowych PAN i Institutsteil VI — Magnetoplasmodynamik des Zentralinstituts für Elektronenphysik der DAW. Ponadto zeszyt zawiera oryginalne prace wykonane w zakresie tej tematyki.

Seminarium zakończyło 9-letni okres trójstronnej współpracy naukowej. Kierownictwo trzech wymienionych Instytutów składa podziękowania wszystkim współpracownikom biorącym w niej udział za ich wkład pracy.

Prof. T. Gerlach
Gdańsk

Dr M. Pichal CSc.
Praha

Dr L. Rothhardt
Jena

Předkládaný sešit časopisu PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPŁYWOWYCH obsahuje příspěvky, předložené na 4. pracovním semináři o Otázkách aplikované magnetohydrodynamiky a dynamiky plynů za vysokých teplot, který se konal ve dnech 16. a 17. května 1972 v Jeně. V 6 přehledových referátech byly zhodnoceny pokroky ve výzkumu MHD generátorů ve světě a podány informace o práci v přílehlých oborech, která byla vykonána v Institutu Maszyn Przepływowych PAN, v Institutsteil VI — Magnetoplasmodynamik des Zentralinstituts für Elektronenphysik der DAW a v Ústav termomechaniky ČSAV. Na přehledové referáty navazují původní sdělení z tohoto oboru.

Pracovní seminář uzavřel třístrannou spolupráci na uvedeném téma, která trvala devět let. Ředitelé všech tří pracovišť děkují znovu za vykonanou práci všem spolupracovníkům, kteří se na spolupráci podíleli.

Prof. T. Gerlach
Gdańsk

Dr. M. Pichal CSc.
Praha

Dr. L. Rothhardt
Jena

Das vorliegende Heft der PRACE INSTYTUTU MASZYN PRZEPLYWOWYCH enthält die Beiträge zum 4. Arbeitsseminar über Fragen der Angewandten Magnetohydrodynamik und Hochtemperatur-Gasdynamik, das am 16. und 17. Mai 1972 in Jena stattfand. In sechs Übersichtsvorträgen wurde die Entwicklung auf dem Sektor der MHD-Generator-Forschung sowie Bearbeitung benachbarter Problemkreise im Ústav termomechaniky der ČSAV, dem Instytut Maszyn Przepływowych der PAN und dem Institutteil VI — Magnetoplasmadynamik des Zentralinstituts für Elektronenphysik der DAW dargestellt. Originalbeiträge aus diesen Arbeitsgebieten schließen sich an.

Das Arbeitsseminar schloß eine neunjährige dreiseitige Kooperation zur genannten Thematik ab. Die Leiter der drei genannten Einrichtungen danken allen an der Kooperation beteiligten Kollegen noch einmal für die geleistete Arbeit.

Prof. T. Gerlach
Gdańsk

Dr. M. Pichal CSc.
Praha

Dr. L. Rothhardt
Jena

В настоящей тетради ТРУДОВ ИНСТИТУТА ПРОТОЧНЫХ МАШИН публикуются рефераты, зачитанные на 4-ом Семинаре прикладной магнитогазодинамики и газодинамики высоких температур, который состоялся с 17 по 18 мая 1972 г. в г. Ена.

В шести обзорных рефератах представлены проблемы развития исследований в области МГД генераторов и связанных с ними работ, проводимых Институтом термомеханики ЧСАН, Институтом проточных машин ПАН и VI отделением-магнетоплазмодинамики Центрального института электронной физики НАН. Кроме того, в тетради представлены оригинальные труды, касающиеся тематики семинара.

Семинар завершил 9-летний период трехстороннего научного сотрудничества. Руководство трех перечисленных институтов выражает благодарность всем сотрудникам за их участие и трудовую вклад в общее дело.

Проф. Т. Герлях
г. Гданьск

Д-р. т. н. М. Пихаль
г. Прага

Д-р. Л. Ротхардт
г. Ена

SPIS TREŚCI — INHALTSVERZEICHNIS — CONTENTS

ОГЛАВЛЕНИЕ

J. MILEWSKI, M. BRUNNÉ, J. STAŃCO, A. ZIELIŃSKI, M. IRCZUK, J. KUŚMIEREK, CO ₂ —N ₂ CW Gasdynamic Laser Facility Gazodynamiczny laser CO ₂ —N ₂ o działaniu ciągłym Gasdynamischer CO ₂ —N ₂ Laser mit Dauerleistung Газодинамический лазер CO ₂ —N ₂ непрерывного действия	9
J. MAŠTOVSKÝ, Untersuchung einiger thermophysikalischer Eigenschaften von Hochtemperaturgasen Badania niektórych własności termofizycznych gazów przy wysokich temperaturach Research into Some Thermophysical Properties of High Temperature Gases Исследования некоторых теплофизических свойств газов при высоких температурах	23
Z. CELIŃSKI, Open-Cycle MHD Generators Generatory MHD w cyklu otwartym Verbrennungsgasbetriebene MHD Generatoren МГД генераторы в открытом контуре	41
H.-B. VALENTINI, Ein analytisch berechenbares Beispiel für die Strömung eines Plasmas durch einen magneto-hydrodynamischen Kanal mit Ringquerschnitt Analitycznie obliczalny przykład przepływu plazmy przez kanał magnetohydrodynamiczny o przekroju pierścieniowym An Analytically Calculable Example of Plasma Flow through the Magnetohydrodynamic Channel of Annular Cross-Section Аналитически определяемый пример течения плазмы через МГД канал кольцевого поперечного сечения	59
E. OSE, G. POPOW, L. ROTHHARDT, Über den Charakter der Lichtfluktuationen in Argon-Schwachstrom-Niederdruck-Entladungen bei Einwirkung eines lokalen transversalen Magnetfeldes Fluktuacja światła w niskoprądowym, niskociśnieniowym wyładowaniu w argonie pod działaniem lokalnego poprzecznego pola magnetycznego Light Fluctuation in a Low-Current, Low-Pressure Discharge in Argon Exposed to Local Transverse Magnetic Field Колебание света во время разряда в аргоне при малом напряжении тока и низком давлении под действием местного трансверсального магнитного поля	67

L. ROTHHARDT, Erfassung von Ladungsträgerdichte und Elektronentemperatur im induktiv-hydrodynamischen Stoßwellenrohr mit Hilfe eines Plasmaschluckers	75
Pomiar koncentracji nośników ładunku i temperatury elektronów w indukcyjnej, hydrodynamicznej rurze uderzeniowej za pomocą pochłaniacza plazmy	
Measurements of Charged Particles Density and Electron Temperature in an Inductive, Hydrodynamic Shock Tube with the Use of Plasma Eater	
Замер концентрации носителей зарядов и температуры электронов в индуктивной гидродинамической ударной трубе с помощью поглотителя плазмы	
L. ROTHHARDT, G. JAHN, Erste experimentelle Erfahrungen mit einem coaxialen Plasma-beschleuniger, dessen Anfangsbedingungen durch frontseitig einströmendes Plasma bestimmt werden	79
Wstępne, eksperymentalne rozeznanie dotyczące współosiowego przyspieszacza plazmy, którego początkowe warunki pracy ustalone są przez czołowy napływ plazmy	
Preliminary Experiments on Coaxial Plasma Accelerator with Initial Working Conditions Determined by Plasma Inflow	
Предварительное экспериментальное изучение коаксиального ускорителя плазмы, начальные условия работы которого определяются торцевым притоком плазмы	
L. ROTHHARDT, Edelgasbetriebene MHD-Generatoren — Ein Situationsbericht	85
Generatory MHD zasilane gazem szlachetnym — opis sytuacji	
MHD Generators Fed with Noble Gases — Status Report	
МГД генераторы питаемые инертным газом	
Z. BAYER, MHD-Energieumwandlung mit flüssigem Metall	93
Konwersja energii na drodze MHD w płynnych metalach	
MHD Energy Conversion with Liquid Metals	
Прямое преобразование энергии в жидкометаллических МГД генераторах	
J. ŚMIGIELSKI, Untersuchungen der Gasströmung im Plasmastrahlerzeuger	115
Badanie przepływu gazu w podgrzewaczu łukowym	
Investigations of Gas Flow in Plasma Torch Jet	
Исследование течения газа в дуговом подогревателе	
K. ЖИТНЫХ, Автомодельные решения магнитогидродинамического пограничного слоя при $Re_m \ll 1$ и априорная оценка величины сопротивления трения на стенке	145
Rozwiązania podobne dla hydromagnetycznej warstwy przyściennej przy $Re_m \ll 1$ i oszacowanie a priori tarcia o ściankę	
Ähnliche Lösungen für die hydromagnetische Grenzschicht bei $Re_m \ll 1$ und eine Abschätzung a priori der Reibung an der Wand	
Similar Solutions for Hydromagnetic Boundary Layer at $Re_m \ll 1$ and a priori Estimate of Skin Friction at the Wall	
J. PREIS, Beitrag zum dynamischen Gleichgewicht	151
Przyczynek do równowagi dynamicznej	
A Contribution to the Dynamic Equilibrium Problem	
К вопросы о динамическом равновесии	

J. BLAHA, Optische Untersuchungen von Strömungs- und Wärmegebilden im Stoßwellenrohr	159
Badania optyczne obrazu przepływu i pola temperatur w rurze uderzeniowej	
Optical Investigations of Flow and Temperature Patterns in a Shock Tube	
Оптическое исследование явлений в ударной трубе	
J. ŠLECHTA, Temperature Measurement in an Argon Jet	165
Pomiar temperatury strugi argonu	
Temperaturmessung des Argonstrahl	
Измерение температуры струи аргона	
J. KUČERA, Untersuchung der Eigenschaften eines Plasmabrenners	171
Badanie własności palnika plazmowego	
Investigation of Plasma-Burner Properties	
Исследование свойств плазмотрона	
J. DUNDR, Aerodynamische Struktur des freien Argonplasmastrahles	181
Struktura gazodynamiczna swobodnego strumienia plazmy argonowej	
Gasdynamic Structure of Free Argon Plasma Jet	
Газодинамическая структура свободного потока аргоновой плазмы	
M. BRUNNÉ, J. MILEWSKI, J. STAŃCO, A. ZIELIŃSKI, The Concepts of High Power CW Gasdynamic Lasers for Industrial Application	195
Koncepcje laserów gazodynamicznych o działaniu ciągłym dla zastosowań przemysłowych	
Die Konzeption der gasdynamischen Laser mit Dauerbetrieb für Industriebetriebe	
Идеи газодинамических лазеров непрерывного действия для промышленного применения	
Z. ZAKRZEWSKI, Phase-Sensitive Microwave Reflectometer for Plasma Diagnostics. Part I — The Reflectometer	229
Fazoczuły reflektometr mikrofalowy dla potrzeb diagnostyki plazmy. Część I — Reflektometr	
Phasenempfindliches Mikrowellenreflektometer zur Plasmadiagnostik. Teil I — Reflektometer	
Фазочувствительный микроволновой рефлектометр для диагностики плазмы. Часть I — Рефлектометр	
Z. ZAKRZEWSKI, M. LUBAŃSKI, T. KOPICZYŃSKI, Phase-Sensitive Microwave Reflectometer for Plasma Diagnostics. Part II — Application to Electron Density Measurements in Gas Discharge Plasmas	239
Fazoczuły reflektometr mikrofalowy dla potrzeb diagnostyki plazmy. Część II — Zastosowanie do pomiaru koncentracji elektronów w plazmie wyładowania	
Phasenempfindliches Mikrowellenreflektometer zur Plasmadiagnostik. Teil II — Anwendung zur Messung der Elektronenkonzentration im Entladungsplasma	
Фазочувствительный микроволновой рефлектометр для диагностики плазмы. Часть II — Применение для замера концентрации электронов в плазме разряда	