

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

PRACE
INSTYTUTU MASZYN
PRZEPIYWOVYCH

TRANSACTIONS
OF THE INSTITUTE OF FLUID-FLOW MACHINERY

70-72

WARSZAWA-POZNAŃ 1976
PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

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

Copyright
by Państwowe Wydawnictwo Naukowe
Warszawa 1976

Printed in Poland

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE – ODDZIAŁ W POZNANIU

Wydanie I. Nakład 630+90 egz. Ark. wyd. 63,25 Ark. druk. 49,25 Papier druk.
sat. kl. V. 65 g., 70×100. Oddano do składania 4 VII 1975 r. Podpisano do druku
w czerwcu 1976 r. Druk ukończono w czerwcu 1976 r. Zam. 528/118. H-16/245.
Cena zł 190,–

DRUKARNIA UNIwersytetu IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU

III KONFERENCJA NAUKOWA

na temat

TURBINY PAROWE WIELKIEJ MOCY

Gdańsk, 24 - 27 września 1974 r.

*

IIIrd SCIENTIFIC CONFERENCE

on

STEAM TURBINES OF GREAT OUTPUT

Gdańsk, September 24 - 27, 1974

*

III НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

на тему

ПАРОВЫЕ ТУРБИНЫ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ

Гданьск, 24 - 27 сентября 1974 г.

SPIS TREŚCI — ОГЛАВЛЕНИЕ — CONTENTS

Przemówienie powitalne przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego Prof. dr. hab. Jerzego Krzyżanowskiego — Opening address by the Chairman of the Organizing Committee Professor Dr. Jerzy Krzyżanowski — Приветственная речь председателя Организационного комитета д.т.н., проф. Ежи Кжижановского	13
K. CZWIERTNIA, M. FRAJKOPF, ZAMECH Power Station Steam Turbines Energetyczne turbiny parowe produkcji ZAMECHU Энергетические паровые турбины производства завода ZAMEX	15
L. PARYS, A Thermodynamic-Constructional Analysis of the ZAMECH Heating-Plant Turbines Analiza termodynamiczno-konstrukcyjna turbin ciepłowniczych produkcji ZAMECHU Термодинамическо-конструкционный анализ теплофикационных турбин, изготавливаемых заводом ZAMEX	33
E. SOMM, Problems in the Development of Last Stage Blades for Large Steam Turbines Problemy rozwoju konstrukcji łopatek wirnikowych ostatnich stopni dużych turbin parowych Проблемы связанные с проектированием рабочих лопаток для последних ступеней больших паровых турбин	55
H. ЕРМАШОВ, Ю. МАРЧЕНКО, Аэродинамические исследования цилиндров низкого давления Badania aerodynamiczne części niskociśnieniowych turbin Aerodynamic Investigations of L.P. Turbine Sections	81
Й. ДРАГИ, Современное положение в исследовании, разработке и выпуске паровых турбин Шкода Rozwój turbin parowych Škody Development of Škoda Steam Turbines	101
W. G. STELTZ, D. H. EVANS, W. F. STAHL, The Aerodynamic Design of High Performance Low Pressure Steam Turbines Projektowanie wysokosprawnych, niskociśnieniowych turbin parowych metodami aerodynamicznymi Аэродинамическое проектирование паровых турбин НД больших мощностей	123
R. SZEWALSKI, A Novel Design of Turbine Blading of Extreme Length Nowa konstrukcja łopatek turbinowych ekstremalnej długości Новая конструкция рабочих турбинных лопаток экстремальной длины	137

K. G. REINHARD, G. P. SCHATZMANN, Turbine Water Damage Prevention	145
Zapobieganie uszkodzeniom turbin przez uderzenie wodne	
Защита от повреждения турбин водой	
W. GUNDLACH, J. POROCHNICKI, J. PRYWER, Aerodynamical and Constructional Problems in the Design of Centripetal Double-Flow Inlet Stages for Large Condensing Turbines	159
Aerodynamiczne i konstrukcyjne problemy projektowania dośrodkowych, dwustrumieniowych stopni wlotowych dużych turbin kondensacyjnych	
Аэродинамические и конструкционные проблемы проектирования центростремительных двухпоточных входных ступеней больших конденсационных турбин	
И. И. КИРИЛЛОВ, Л. В. АРСЕНЬЕВ, Е. А. ХОДАК, Повышение маневренных характеристик современных паросиловых установок	171
Popieszenie charakterystyk ruchowych współczesnych siłowni parowych	
Improvement of Operational Characteristics of Modern Steam Turbo-Sets	
И. П. ФАДДЕЕВ, Дисперсность эрозионноопасных потоков капель в осевом зазоре влажно-паровой осевой ступени ЧНД турбины	181
Dyspersyjność strumieni kropeł stwarzających zagrożenie erozyjne w szczelinie osiowej stopnia osiowego pracującego w parze wilgotnej w części niskoprężnej turbiny	
Dispersion of the Erosion-Threatening Droplet Streams in an Axial Gap of a Wet-Steam L.P. Turbine Stage	
J. KRZYŻANOWSKI, B. WEIGLE, Toward the Criterion of Erosion Threat of Steam Turbines Blading Through the Structure of the Droplet Stream	189
Poprzez strukturę strumienia kropeł ku kryterium zagrożenia erozją łopatek turbin parowych	
От структуры капель до критерия эрозионной угрозы для турбинных лопаток	
F. G. HAMMITT, LINH DO, G. C. ERNST, F. G. HAMMITT Jr., Y. C. HUANG, J. B. HWANG, A. KELLER, E. E. TIMM, Liquid-Induced Erosion Research	203
Badanie erozji wywołanej działaniem cieczy	
Исследование эрозии вызванной действием жидкости	
W. TABAKOFF, A. HAMED, Dynamics and Erosion Study of Solid Particles in a Cascade	221
Badanie dynamiki cząstek stałych i ich erozyjne działanie w palisadzie	
Исследование динамики твердых частиц и эрозии в решетке	
D. BARSCHDORFF, G. HAUSMANN, A. LUDWIG, Flow and Drop Size Investigations of Wet Steam at Sub- and Supersonic Velocities with the Theory of Homogeneous Condensation	241
Badanie przepływu i wielkości kropeł w mokrej parze wodnej przy prędkościach pod- i nadzwiękowych za pomocą teorii jednorodnej kondensacji	
Исследование течения и размеров капель влажного водяного пара при дозвуковых и сверхзвуковых скоростях при помощи теории однородной конденсации	

J. B. YOUNG, F. BAKHTAR, A Comparison Between Theoretical Calculations and Experimental Measurements of Droplet Sizes in Nucleating Steam Flows	259
Porównanie obliczeń teoretycznych z wynikami badań doświadczalnych wielkości kropeł w przepływie pary wodnej z zarodkami kondensacji Сравнение результатов теоретических расчетов с результатами экспериментальных исследований размеров капель в потоке влажного пара, в котором образуются зародыши конденсации	
D. J. RYLEY, K. A. TUBMAN, Spontaneous Condensation in High-Pressure Expanding Steam	273
Spontaniczna kondensacja w parze wodnej ekspandującej pod dużym ciśnieniem Спонтанная конденсация в водяном паре, расширяющемся при высоком давлении	
R. PUZYREWSKI, T. KRÓL, Numerical Analysis of Hertz-Knudsen Model of Condensation upon Small Droplets in Water Vapor	285
Analiza numeryczna modelu kondensacji Hertza-Knudsen na małych kroplach w parze wodnej Численный анализ Герц-Кнудсеновой модели конденсации на мелких каплях в водяном паре	
G. A. ФИЛИППОВ, Газодинамические проблемы создания и расчета турбин влажного пара	309
Problemy gazodynamiczne turbin na parę wilgotną Gasdynamic Problems of Wet Steam Turbines	
A. SMITH, Wilson Point Experiments in Turbines	327
Badania doświadczalne punktu Wilsona w turbinach Экспериментальные исследования точки Вильсона в турбинах	
M. NAVRÁTIL, Instrument for Measuring Diameter and Number of Water Droplets in Steam	351
Przyrząd do pomiaru średnicy i liczby kropeł w parze wodnej Прибор для замера диаметра и количества водяных капель в водяном паре	
D. H. EVANS, W. D. POUCHOT, G. J. BARNA, Wet Vapor Turbine Flow Study	361
Badanie przepływu w turbinach na parę moką Исследование течения во влажнопаровых турбинах	
A. KONORSKI, Thermodynamics of Rapid Non-Equilibrium Expansion of Two-Phase Media	387
Termodynamiczne problemy nierównowagowej ekspansji czynników dwufazowych (par wilgotnych) Термодинамические проблемы неравновесного расширения двухфазных сред (влажных паров)	
J. MIKIELEWICZ, A. KONORSKI, M. TRELA, E. IHNATOWICZ, S. GUMKOWSKI, M. ADEL, J. ZEMBIK, Heat Transfer Problems of Hollow Guide Vanes Heating in Steam Turbines	419
Problemy wymiany ciepła w podgrzewanych kierowniczych łopatkach powłokowych turbin parowych Проблемы теплообмена в подогреваемых оболочковых направляющих лопатках паровых турбин	

G. САЛТАНОВ, Нестационарные течения перегретого и конденсирующегося пара	433
Przepływy niestacjonarne przegrzanej i kondensującej się pary	
Non-Stationary Flows of Superheated and Condensing Steam	
V. KAČER, Wet Steam Discharge Coefficient of a Standard Nozzle and Orifice Plate	455
Współczynnik wypływu mokrej pary wodnej dla standardowej dyszy i kryzy	
Коэффициент расхода водяного пара для стандартных измерительных сопел и шайб	
F. LEHTHAUS, Transonic Flow in a Turbine Cascade with High Deflection	467
Przepływ przydźwiękowy w palisadzie turbiny o dużym odchyleniu	
Околозвуковое течение в сильно отклоняющей турбинной решетке	
A. MILLER, J. LEWANDOWSKI, B. GRUNWALD, The Mathematical Model of Condensing Turbine for Saturated Steam Installed in a Nuclear Power Station	477
Model matematyczny turbiny kondensacyjnej na parę nasyconą dla elektrowni jądrowej	
Математическая модель конденсационной турбины на насыщенный пар для ядерной электростанции	
H.-J. LICHTFUSS, H. STARKEN, A Critical Review of the Outlet Flow of Supersonic Turbine Nozzles	491
Krytyczny przegląd zagadnień przepływu na wylocie naddźwiękowych dysz w turbinach	
Критический просмотр вопросов течения на выходе из сверхзвуковых сопел в турбинах	
M. RŮŽIČKA, Mathematical Method of Designing a Reaction Turbine Cascade in Transonic Flow	525
Matematyczna metoda projektowania palisady turbiny reakcyjnej dla przepływu transsonicznego	
Математический метод проектирования турбинной реактивной решетки для сверхзвукового течения	
B. ПИМСНЕР, Н. БЭРАН, Соотношение между конструктивным решением выходной кромки и распределением скоростей на контуре профиля лопатки турбины	537
Zależność pomiędzy konstrukcją krawędzi wylotowej i rozkładem prędkości na obwodzie profilu łopatkowej	
A Relationship Between the Constructional Form of an Outlet Edge and the Velocity Distribution on a Turbine Blade Curvature	
P. T. WALTERS, M. J. MOORE, The Measurement of Circumferential Flow Variations in the Final Stage of L.P. Turbines	549
Pomiary przepływu na obwodzie w ostatnich stopniach turbin niskoprężnych	
Измерения течения на обводе последних ступеней турбин НД	
H. B. CARRICK, Calculation of End-Wall Flow in Turbine Cascades	569
Obliczanie przepływu przyściennego w palisadach turbin	
Расчет пристенного течения в турбинных решетках	
J. J. OTTE, A Method of the Analysis of the Axi-Symmetrical Flow in the Blade Channels of Turbines	597

Metoda analizy osiowo-symetrycznego przepływu w kanałach łopatkowych turbin ciepłych	
Метод анализа осесимметрического течения в лопаточных каналах тепловых турбин	
A. И. КИРИЛЛОВ, Возможности снижения числа ступеней мощных паровых турбин	615
Możliwości zmniejszenia ilości stopni turbin parowych wielkiej mocy	
Possibilities of Decreasing the Number of Stages of Steam Turbines of Great Output	
J. W. ELSNER, J. WILCZYŃSKI, A Contribution to the Problems of Turbulence Structure in a Flow Through the Turbine Cascade Blades	623
Przyczynek do problemu struktury turbulencji w przepływie przez palisadę łopatek turbinowych	
К проблеме структуры турбулентности в течении через решетку турбинных лопаток	
T. TARNOWSKI, An Experimental Study of the Flow Pattern Behind the Row of Turbine Blades with the Mass-Injection Through Their Trailing Edges	631
Doświadczalne badanie przepływu za palisadą profili przy wydmuchu czynnika przez krawędzie spływu łopatek	
Экспериментальное исследование течения за решеткой профилей при выпуске среды через выходные кромки лопаток	
M. ŠTASTNÝ, Some Problems of a Flow Through the Low-Pressure Section of a Large-Output Steam Turbine	637
Niektóre problemy przepływu w części niskoprężnej turbiny parowej dużej mocy	
Некоторые проблемы течения в части НД паровой турбины большой мощности	
H. ЕРМАШОВ, Ю. МАРЧЕНКО, Аэродинамическая обработка периферийного меридионального обвода в цилиндре низкого давления	655
Badania eksperymentalne zewnętrznego merydionalnego obrysu cylindra niskoprężnego	
Experimental Investigations of the Outer Meridional Contour of a L.P. Cylinder	
S. GDULA, Electrohydraulic Control of 125 MW Condensing Turbines	669
Regulacja elektrohydrauliczna turbin kondensacyjnych 125 MW	
Электрогидравлическое регулирование конденсационных турбин мощностью 125 Мвт	
A. LISICKI, Automatic Control of a Turbine-Set Starting System	673
Automatyczne sterowanie układem turbinowym turbozespołu	
Автоматическое управление турбиной системой турбоагрегата	
Б. ОРДО, З. КЛИМАШКИ, Система электрогидравлического регулирования	683
Elektrohydrauliczny regulator częstotliwości i mocy	
Electrohydraulic Power and Frequency Controller	
Z. DOMACHOWSKI, Optimization Study of a Turbine-Generator Power Governor for Stochastic Control Input	689
Optymalizacja regulatora mocy turbozespołu przy wymuszeniach stochastycznych	
Оптимизация регулятора мощности турбоагрегата при стохастических вынуждениях	

T. CHMIELNIAK, G. KOSMAN, Investigation of Turbine Heating from the Viewpoint of Automatic Starting Control	697
Badania procesu nagrzewania turbin w celu ustalenia danych do automatycznego sterowania rozruchem	
Исследования процесса нагрева турбин с целью определения данных для автоматического управления пуском	
S. GÓRA, K. KOSOBUDZKI, Power System Aspects of Peak Loading of Great Steam Power Generating Units on the Basis of Polish Operating Experience	711
Ocena obciążania szczytowego wielkich parowych bloków energetycznych z punktu widzenia systemu energetycznego, na podstawie polskich doświadczeń eksploatacyjnych	
Оценка пиковой нагрузки больших паровых энергетических блоков, с точки зрения энергетической системы, на основе польского эксплуатационного опыта	
A. G. КОСТЮК, Колебания и устойчивость крупных турбоагрегатов	727
Drgania i stabilność wielkich turbozespołów	
Vibrations and Stability of Large Turbine-Sets	
R. ŠINDELÁŘ, One of the Possible Alternatives in Indirect Operational Evaluation of Stresses in a Turbine Rotor	737
Jedna z możliwych alternatyw pośredniej oceny naprężeń w wirniku turbiny	
Одна из возможных альтернатив посредственной оценки напряжений в турбинном роторе	
S. JANECKI, M. LIDKE, The Strength and Free Vibrations of the Blading in the Last Stages of Steam Turbines	751
Wytrzymałość i drgania swobodne łopatek wirnikowych ostatnich stopni turbin parowych	
Прочность и свободные колебания рабочих лопаток последних ступеней паровых турбин	
Diskusja — Discussion — Дискуссия	
Panel Discussion 1: Investigations of Two-Phase Flows and their Influence on Turbine Stage Designing — Zebranie dyskusyjne 1: Badania przepływów dwufazowych i ich wpływ na projektowanie stopni turbinowych — Дискуссионное собрание 1: Исследования двухфазных течений и их влияние на проектирование турбинных ступеней	761
Panel Discussion 2: Limits of Applicability of Theoretical Aerodynamics in Turbine Stage Designing — Zebranie dyskusyjne 2: Granice stosowalności aerodynamiki teoretycznej w projektowaniu stopni turbinowych — Дискуссионное собрание 2: Пределы применимости теоретической аэродинамики в проектировании турбинных ступеней	769
Wykaz instytucji uczestniczących w Konferencji — List of the Organizations Attending the Conference — Перечень организаций участвующих в конференции	785
Wykaz uczestników Konferencji — List of Participants of the Conference — Перечень участников конференции	786