

О международной конференции и выставке по процессам теплопередачи ASME 2005 Summer Heat Transfer Conference HT2005.

О.В. Лебедев, О.Н. Будадин

С 17 по 22 июля 2005 года в городе Сан-Франциско (США) прошла ежегодная международная конференция 2005 по процессам теплопередачи, в которой от России приняли участие сотрудники Технологического института энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля “ВЕМО”¹. Конференция проводится ежегодно, начиная с 1962 года, и является передовой конференцией отделения теплопередачи общества ASME (American Society of Mechanical Engineers – Американское общество инженеров-механиков).

Традиционно конференция собирает исследователей, работающих в области теплового контроля, связанной с автоматизацией, аэрокосмической отраслью, химией, ядерными исследованиями, биотехнологией и электронной промышленностью. Наибольшее внимание организаторы конференции сфокусировали на следующих областях: теплопередача в энергетических системах, теплопередача в мультифазных системах, теплопередача в процессах изготовления материалов, теплопередача в электронике, процессы теплопередачи в окружающей среде, теплофизические свойства, фундаментальные и вычислительные проблемы в тепловом контроле. В 2005 году на конференции было представлено более 1000 технических презентаций (3000 авторов). Все доклады оргкомитетов данной конференции были условно разделены на 21 секцию, из которых основными являются общие вопросы теплового контроля, применение теплового неразрушающего контроля в различных отраслях промышленности и фундаментальные и вычислительные проблемы в процессах теплопередачи.

На выставке, проходящей в рамках конференции были представлены ряд книжных новинок в области теплового контроля от издательств Taylor and Francis² и новых журналов(в том числе с Интернет-доступом) от издательства Begell House Inc³. Широко были представлены разработчики программного обеспечения, предназначенного для обработки инженерами и специалистами результатов конкретных прикладных задач при процессах теплопередачи. Например, компания COMSOL, Inc.⁴ представила новую версию программной среды FEMLAB, основанной на методе решения дифференциальных уравнений в частных производных, позволяющей моделировать многочисленные процессы теплопереноса с учетом излучения с поверхности на поверхность, не изотермальных потоков, конвекции и проводимости, теплопередачи на не плоских объектах. В FEMLAB используется модель связанных систем нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. В данной среде возможно использование любых мультифизических задач в 1D, 2D и 3D и полная интеграция со средой MATLAB. На выставке также свои услуги предлагала компания Heat Transfer Research, Inc. (HTRI)⁵, являющаяся международным консорциумом, основанным в 1962 году, которая проводит исследования на индустриальном оборудовании процессов теплопереноса, разрабатывает модельные и симуляционные программные пакеты специально под конкретные прикладные задачи на крупных промышленных предприятиях.

Ниже приведен краткий анализ, представленных на конференции работ. В первой секции, посвященной процессам теплопереноса в различных энергетических системах основное внимание уделено процессам теплопередачи в:

- топливных ячейках, в частности, расчет внутреннего пространственного распределения температуры посредством решения обратной задачи теплопроводности⁶ и различные симуляционные модели ячеек^{7,8};

- системах запасаения энергии и выделению водорода среди массива различных продуктов реакции в топливных ячейках⁹;
- высокотемпературных теплообменниках, например, в сообщении¹⁰ представлены результаты теплового гидравлического анализа для эксперимента с ультра высоким температурным реактором и для модульной газовой турбины с высоким температурным реактором, загруженным топливом типа гальки;
- прецизионных средствах теплового контроля, таких как адаптивный прецизионный высокоточный температурный контроль термо- механического испытательного стенда для турбинных лопаток¹¹.

Во второй секции, посвященной изучению теплофизических свойств основное внимание уделено процессам теплопередачи, особенно на масштабах микро- и наноструктур^{12, 13, 14}.

Третья секция, в которой были представлены результаты теоретических и фундаментальных исследований, являлась самой многочисленной и разнообразной по числу представленных работ. Основными разделами в данной секции являлись:

- основы экспериментальных методов теплообмена, где представлены, в частности, оценки по исследованию точности и пространственного разрешения сканирующей тепловой микроскопии в ближнем и дальнем оптическом поле¹⁵;
- основы теплопередачи, где решена, например, задача о процессе теплопередачи через шарикоподшипник¹⁶;
- на остальных разделах данной секции основное внимание было уделено проблемам теплового транспорта на микро- и наномасштабах^{17, 18, 19}.

В четвертой секции рассмотрены работы по исследованию тепловых процессов на различных промышленных объектах и в теплообменниках. В работе²⁰ исследовались темпы нагрева и остывания печей с целью

определения оптимальной рабочей температуры на поверхности печей и эффективного направления и скорости распространения пламени в печи.

Пятая секция посвящена исследованию причин возникновения пожаров, процессов возгорания в зданиях и способах их устранения. В статье ²¹ корректно описаны процессы моделирования излучения тепла в зоне пожаров в ограждающих конструкциях с учетом процессов рассеяния тепла от стен.

Шестая секция ориентирована на процессы теплового контроля в объектах аэро- космической промышленности. Авторы ²² предлагают новый метод охлаждения в турбинных лопатках, исследованный теоретически и экспериментально методами теплового контроля.

Исследованию тепловых процессов, происходящих в мультифазных системах, посвящена седьмая секция. Для решения задачи о перемещении границы раздела фаз жидкость – твердое тело (задачи Стефана), находящей свое практическое применение, например, в строительной индустрии, решена проблема определения текущего положения фронта промерзания в наружных ограждающих конструкциях зданий и сооружений, определяющая долговечность конструкций и непосредственно влияющая на формирование температурно-влажностного режима [²³]. Также в данной работе впервые разработан алгоритм для определения текущей координаты точки росы в многослойных объектах, применяемый в настоящее время при практических обследованиях зданий.

В восьмой секции собраны работы, ориентированные на тепловые методы исследований в газовых турбинах. В работе [²⁴] приведен структурный и тепловой анализ для турбины ракеты с турбонасосом, что позволило эффективно и адекватно обнаруживать деформации в турбинах.

Явление переноса в процессе производства и обработки материалов обсуждалось в девятой секции. Тепловой анализ фурмы доменной печи приведен в статье [²⁵]. Как показал представленный анализ, недостаточное

охлаждение в районе носовой части впускной и выпускной трубы может приводить к разрушению фурмы вблизи ее носовой части.

Десятая секция ориентирована на исследование явлений теплопереноса в электронных устройствах. В частности, в работе [26] сделано обобщение современных возможностей и ограничений передовых технологий теплового контроля. В работе систематизированы режимы теплового контроля для различных применений, что позволяет быстро инженерам выбирать оптимальное решение, исходя из конкретных требований. В работах [27, 28, 29] рассмотрены практические задачи по исследованию процессов остывания в электронном оборудовании.

В одиннадцатой секции представлены примеры применения методов теплового контроля в биотехнологии, например, тепловая диагностика и терапия тканей и клеток при замораживании[30], моделирование процессов переноса на клеточном, молекулярном и тканевом уровнях[31]...

Низкотемпературные тепловые методы исследований рассмотрены в секции двенадцать. В статье [32] представлены химически вытравленные микроструктуры, используемые как теплообменники, обладающие тепловой эффективностью 97%.

Теплоперенос в естественной окружающей среде и среде обитания человека изучался в тринадцатой секции. В работе [33] анализируются модели и технология теплового комфорта и удаления загрязнений из офисных помещений с системой распределения воздуха в межэтажных перекрытиях.

Одна из самых обширных секций конференции, – четырнадцатая – посвящена вычислительным методам теплопереноса, где сосредоточены работы новые алгоритмы, реализованные для пористой среды[34], пограничных поверхностей[35], процесса изготовления материалов[36], термоакустики[37] и ядерной физики[38]... В докладе [39] представлена разработанная универсальная физико-математическая модель процесса теплового неразрушающего контроля многослойных объектов (адекватная и достоверная реальному процессу) с учетом производственных условий, как

проведения контроля, так и состояния контролируемого объекта на базе решений прямой и обратной задач уравнения нестационарной теплопроводности для многослойной области с помощью функционала правдоподобия. Реализованное решение данной обратной задачи нестационарной теплопроводности получено с помощью функционала правдоподобия с помощью конечно-разностных схем и обратного преобразования Фурье и применено для нахождения теплофизических характеристик наружных ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Визуализации тепловых полей посвящена пятнадцатая секция. Следует обратить внимание на работу [40], где представлены теоретические расчеты и экспериментальные измерения скорости и тепловых полей потока естественной конвекции, используя термохромные жидкие кристаллы.

Подводя итоги прошедшей конференции, следует отметить, что в настоящее время приборы в классе теплового неразрушающего контроля модернизируются медленными темпами, основное внимание уделяется технологиям и методикам контроля, построенным на новых физико-математических моделях и численных методах решения задач. Представленные на конференции решенные прикладные задачи теплового контроля, позволяют смотреть с оптимизмом в ближайшее будущее на развитие технологий теплового контроля в России, позволяющих эффективно и своевременно производить диагностику и контроль различных объектов промышленности.

Все доклады данной конференции возможно получить в Технологическом институте энергетических обследований, диагностики и неразрушающего контроля “ВЕМО”(тел.(095)2377288, e-mail: wemo@inbox.ru).



Представитель Российской делегации на международной летней конференции 2005 по процессам теплопередачи (ASME 2005 Summer Heat Transfer Conference HT2005):

К.т.н., начальник научно-аналитического отдела Технологического института ВЕМО, представитель инновационной группы ВЕМО-ИМАШ РАН,
Лебедев О.В.

- ¹ Интернет- страница: <http://www.wemo.ru>.
- ² Интернет- страница: <http://www.taylorandfrancis.com>.
- ³ Интернет- страница: <http://www.begellhouse.com>.
- ⁴ Интернет- страница: <http://www.comsol.com>.
- ⁵ Интернет- страница: <http://www.htri.net>.
- ⁶ Mei-Hsia Chang Chin-Hsiang Cheng, MEASUREMENT OF INTERNAL TEMPERATURE DISTRIBUTION IN PEMFCS BY THE NONDESTRUCTIVE INVERSE METHOD // Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72133, 1-10.
- ⁷ A.B. Mahmud Hasan, Srinath V. Ekkad, Patrick Mensah, SIMULATIONS OF DIMENSIONAL EFFECTS IN SOLID OXIDE FUEL CELLS// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72394, 1-6.
- ⁸ J. J. Hwang, HEAT TRANSFER IN A POROUS CATHODE OF FUEL CELLS// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72394, 1-9.
- ⁹ Logan S. McLeod F. Levent Degertekin Andrei G. Fedorov, Analysis of hydrogen permeation through sub-micron-thick palladium alloy membranes // Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72373, 1-5.
- ¹⁰ Motoo FUMIZAWA, THERMAL HYDRAULICS AND THERMAL RADIATION FOR ULTRA HIGH TEMPERATURE GAS-COOLED NUCLEAR REACTOR WITH PEBBLE TYPE FUEL// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72131, 1-7.
- ¹¹ Michael Naderhirn, Luigi del Re, ADAPTIVE HIGH PRECISION TEMPERATURE CONTROL OF A THERMO-MECHANICAL TEST BENCH FOR TURBINE BLADES// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72492, 1-7.
- ¹² Xinwei Wang, ANISOTROPIC NATURE OF THERMAL TRANSPORT IN NANOSCALE MATERIALS// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72794, 1-9.
- ¹³ Zhanrong Zhong and Xinwei Wang, THERMAL TRANSPORT IN NANOCRYSTALLINE MATERIALS// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72776, 1-6.
- ¹⁴ Xinxin Zhang, Gaosheng Wei, Fan Yu, INFLUENCE OF SOME PARAMETERS ON EFFECTIVE THERMAL CONDUCTIVITY OF NANO-POROUS AEROGEL SUPER INSULATOR// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72192, 1-6.
- ¹⁵ Hsinyi Lo, Wenjun Liu, and Mehdi Asheghi, INVESTIGATION OF THE ACCURACY AND SPATIAL RESOLUTION OF SCANNING THERMAL MICROSCOPY (STHM) TECHNIQUE// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005- 72327, 1-7.
- ¹⁶ Yoshimi R. Takeuchi, James T. Dickey, Steven M. Demsky, and Matthew A. Eby, HEAT TRANSFER ACROSS BALL BEARINGS IN VACUUM// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005- 72410, 1-9.
- ¹⁷ Ravi Prasher and David Song, MICROSCOPIC EFFECTIVE MEDIUM MODEL FOR THERMAL CONDUCTIVITY OF TWO DIMENSIONAL NANO-POROUS AND MICRO-POROUS MEDIA// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72115, 1-4.
- ¹⁸ Sanjoy Saha and Li Shi, MOLECULAR DYNAMICS SIMULATION OF THERMAL TRANSPORT AT NANOMETER SIZE POINT CONTACTS ON A PLANAR SILICON SUBSTRATE// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72308, 1-8.
- ¹⁹ Bup Sung Jung, Sun K. Kim and Woo Il Lee, INVERSE ESTIMATION OF SURFACE TEMPERATURE IN NANOSCALE USING THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72384, 1-8.
- ²⁰ Wesley R. Bussman, Charles E. Baukal and Kenneth W. French, VARIABLE TEST FURNACE COOLING// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005,

HT2005-72012, 1-14.

²¹ W. W. Yuen and W. K. Chow, Analysis of Radiation Heat Transfer in an Enclosure Fire Including the Effect of Scattering// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72350, 1-12.

²² Rico Poser, Jens von Wolfersdorf and Klaus Semmler, TRANSIENT HEAT TRANSFER EXPERIMENTS IN COMPLEX PASSAGES// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72260, 1-8.

²³ O. Lebedev, V. Avramenko, D. Kirzhanov and O. Budadin, Multi-phase heat-mass transfer and calculation of the current position of front freezing and dew point in the buildings// Book of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72691, 25.

²⁴ S. H. Yoon, S. M. Jeon, J. Kim, Transient Thermal and Structural Analysis of the Liquid Rocket Turbopump Turbine// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72070, 1-8.

²⁵ David Roldan, Clifford Tetrault, Yongfu Zhao, Mark Atkinson and Chenn Q. Zhou, HEAT TRANSFER ANALYSIS IN A BLAST FURNACE TUYERE NOSE// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72599, 1-9.

²⁶ Scott D. Garner P.E., HEAT SINK CAPABILITIES AND LIMITATIONS: A HEIRARCHICAL EVALUATIONS OF LEADING THERMAL TECHNOLOGIES// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72088, 1-6.

²⁷ John D. Bernardin, THE PERFORMANCE OF METHANOL AND WATER HEAT PIPES FORELECTRONICS COOLING APPLICATIONS IN SPACECRAFT INSTRUMENTATION // Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72057, 1-11.

²⁸ Ali Heydari, Thermal Management of Electronic Equipment Using Closed and Open Loop Cooling Systems // Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72703, 1-8.

²⁹ Andrew C. Miner, Uttam Ghoshal, ANALYSIS AND MITIGATION OF SAMPLE HEATING IN THERMOREFLECTANCE MICROSCOPY// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72849, 1-4.

³⁰ Y. Ma, X.F. Peng and H.L. Wu, FREEZING CHARACTERISTICS IN BIO POROUS MEDIA// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72345, 1-9.

³¹ Jyoti Kathawate and Sumanta Acharya, COMPUTATIONAL MODELING OF INTRAVITREAL DRUG DELIVERY IN THE VITREOUS CHAMBER WITH DIFFERENT VITREOUS SUBSTITUTES// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72783, 1-13.

³² Jeheon Jung, Sangkwon Jeong, CHEMICALLY ETCHED CRYOGENIC MICRO STRUCTURE HEAT EXCHANGER// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72249, 1-6.

³³ Son H. Ho, Luis Rosario, Muhammad M. Rahman, ANALYSIS OF THERMAL COMFORT AND CONTAMINANT REMOVAL IN AN OFFICE ROOM WITH UNDERFLOOR AIR DISTRIBUTION SYSTEM// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72437, 1-8.

³⁴ Z. Yang, X.F. Peng and B.X. Wang, NUMERICAL INVESTIGATION ON ELECTROOSMOTIC TRANSPORT IN POROUS MEDIA// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72367, 1-7.

³⁵ Jeremy Rice, Amir Faghri, A New Computational Method for Free Surface Problems// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72104, 1-14.

³⁶ Yuan Ma, Lili Zheng, DIRECTIONAL SOLIDIFICATION OF METAL MATRIX PARTICULATE COMPOSITE MATERIALS// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72282, 1-10.

³⁷ S. Amiroudine, A. Ambari, K.Boutrouft, ACOUSTIC FILTERING PROCEDURE IN SUPERCRITICAL FLUIDS: APPLICATION TO THERMAL INSTABILITIES// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72420, 1-4.

³⁸ Mario Baburić, Reinhard Tatschl, NUMERICAL SIMULATION OF JET DIFFUSION FLAMES WITH RADIATIVE HEAT TRANSFER MODELING// Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72419, 1-9.

³⁹ V. Avramenko, O. Lebedev, D. Kirzhanov and O. Budadin, Measuring heat engineering properties of a filler structure using solution of inverse problem of heat transfer // Book of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72688, 30.

⁴⁰ Val'erie M'enard, Adel Stitou, St'ephane Le Masson, David Nortershauser, Pierre Millan, VELOCITY AND TEMPERATURE FIELDS MEASUREMENT OF NATURAL CONVECTION FLOW USING THERMOCHROMIC LIQUID CRYSTALS // Proceedings of HT2005 ASME Summer Heat Transfer Conference– 2005, HT2005-72153, 1-8.