

Организаторы

***XXII Школы-семинара
молодых учёных и специалистов
под руководством академика РАН А.И. Леонтьева:***

Министерство науки и высшего образования РФ
Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана

Российская академия наук
Отделение энергетики, машиностроения,
механики и процессов управления

Объединенный институт высоких температур РАН
Национальный комитет РАН по тепло- и массообмену

EXTENDED ABSTRACTS

*the XXII School-Seminar of Young Scientists and Specialists
under supervision of Professor A.I. Leontiev,
Academician of the Russian Academy of Science*

PROBLEMS OF GAS DYNAMICS, HEAT AND MASS TRANSFER IN POWER PLANTS

Volume 2

May 20–24, 2019
Moscow, Russia

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

*XXII Школы-семинара молодых ученых и специалистов
под руководством академика РАН А.И. Леонтьева*

ПРОБЛЕМЫ ГАЗОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССОБМЕНА В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Том 2

20–24 мая 2019 года,
Москва, Россия

УДК 536.24+621

ББК 31.31

Т 299

Т 299 **Тезисы докладов XXII Школы-семинара молодых ученых и специалистов** под руководством акад. РАН А.И. Леонтьева «Проблемы газодинамики и тепломассобмена в энергетических установках» (20–24 мая 2019 года, Москва, Россия). В 2 т. Т. 2. – М.: Печатный салон «Шанс», 2019. – 230 с., ил.

ISBN 978-5-6042605-5-5

ISBN 978-5-6042605-4-8 (том 2)

Представлены тезисы лекций и докладов по тепло- и массообмену в дисперсных и пористых средах, по методикам экспериментов, численному моделированию, по конвективному теплообмену, теплообмену при фазовых превращениях, интенсификации процессов теплообмена, по тепломассопереносу при химических реакциях и др.

Тезисы печатаются в авторской редакции методом прямого репродуцирования с авторских оригиналов.

Научное издание

Тезисы докладов

XXII Школы-семинара молодых ученых и специалистов
под руководством акад. РАН А.И. Леонтьева
**ПРОБЛЕМЫ ГАЗОДИНАМИКИ И ТЕПЛОМАССООБМЕНА
В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ**

Верстка – Шиманович И.Ю., Бранделис Н.И.

Формат 60×84/16	Печать офсетная	Подписано к печати 30.04.2019
Усл. печ. л. 14,375	Тираж 300 экз.	Заказ 76

Подготовлено и отпечатано:
Печатный салон «Шанс», 125412, Москва, ул.Ижорская, д.13/19.

ISBN 978-5-6042605-5-5

ISBN 978-5-6042605-4-8 (том 2)

© Авторы, 2019

© Национальный комитет РАН
по тепло- и массообмену,
составление, 2019

© Печатный салон «Шанс», 2019

Р.Р. Шакиров, Н.И. Михеев, Н.С. Душин*

Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр РАН»,
Институт энергетики и перспективных технологий –
структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН,
420111 г. Казань, ул. Лобачевского д. 2/31

* e-mail: radiffshakirov@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТУРБУЛЕНТНОСТИ

В данном докладе представлена методика моделирования параметров турбулентности на основе стохастического подхода, базирующегося на априорном знании первых и вторых статистических моментов, и пространственно-временных интегральных характеристик моделируемого параметра. Рассмотрены имеющиеся на сегодняшний день оптические методы исследования потока и возможное применение представленной здесь методики моделирования для оценки их метрологических характеристик, в дополнении к уже имеющимся методам оценки точности измерений.

В последние десятилетия для фундаментальных и прикладных исследований направленных на изучение динамики и масштабов вихревых структур в потоках жидкости и газа применяют различные оптические методы, основанные на лагранжевом (метод PTV) и эйлеровом (PIV, SIV) подходе.

К настоящему времени наибольшее распространение среди оптических методов получил метод Particle Image Velocimetry (PIV) [1–2]. В стандартном методе PIV скорость потока оценивается по смещению засеянных в поток групп частиц-трассеров, подсвечиваемых импульсным лазером, за промежутки времени между двумя последовательными кадрами, отснятыми высокоскоростной видеокамерой. Как правило, для определения смещения фрагмента на кадре используют стандартный кросс-корреляционный анализ.

В методе Smoke Image Velocimetry (SIV) [3] для засева потока применяется многократно более высокая концентрация трассеров. Частицы хорошо визуализируются лазером постоянного действия, и выглядят не отдельными светящимися частицами, а дымом с непрерывным распределением яркости на изображении. Для определения схожести двух последовательных кадров, вместо кросс-корреляционного анализа, применяется функционал, основанный на минимизации суммы абсолютных разностей.

Представленный метод моделирования пространственно – временных полей параметров потока, основанный на статистическом подходе к турбулентности, позволяет получить его вероятностный аналог по результатам двухточечных измерений. При использовании данной методики возможно

одновременное моделирование различных параметров (скорость, напряжения трения, давление температура и другие) и их компонентов в пространстве любой размерности и формы. Одним из возможных применений данной методики является оценка точности таких методов визуализации потока как PIV и SIV. Применение данной методики позволит дать детальную оценку при измерении пространственных производных, компонентов тензоров, завихренности и деформации.

Список литературы

1. **Raffel, M., Willert, C., Wereley, S. and Kompenhans, J.** (2007) Particle Image Velocimetry – A Practical Guide. 2nd Edition, Springer, Berlin Heidelberg New York.
2. **Токарев М.П., Маркович Д.М., Бильский А.В.** Адаптивные алгоритмы обработки изображений частиц для расчета мгновенных полей скорости // Вычисл. технологии. 2007. Т. 12, № 3. С. 109–131.
3. **Mikheev, N.I., Dushin, N.S.** A method for measuring the dynamics of velocity vector fields in a turbulent flow using smoke image-visualization videos // Instrum. and Experimental Techniques. 2016. Vol. 59, No. 6. 882–889.

R.R. Shakirov, N.I. Mikheev, N.S. Dushin

Institute of Power Engineering and Advanced Technologies FRC

Kazan Scientific center,

Russian Academy of Sciences Russia 420111 Kazan, Lobachevskogo, 2/31

MODELING OF FLOWS BASED ON STATISTICAL CHARACTERISTICS OF TURBULENCE