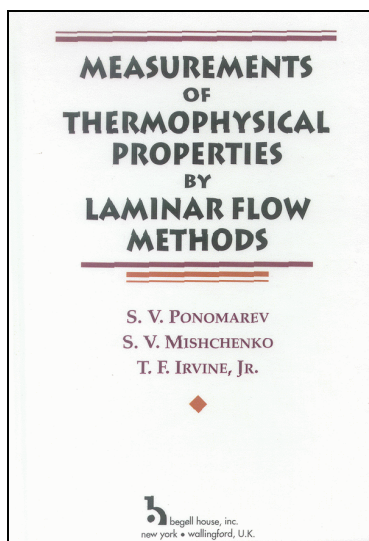


## НОВАЯ КНИГА ПО ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИМ ИЗМЕРЕНИЯМ

Недавно в США на английском языке в издательстве “Бигел-Хауз” (Нью-Йорк) вышла новая книга профессоров С.В. Пономарева, С.В. Мищенко (ТГТУ) и Г.Ф. Ирвина (США, Нью-Йорк) “Измерения теплофизических свойств методами ламинарного режима” (S.V. Ponomarev, S.V. Mishchenko, T.F. Irvine, Jr. Measurements of Thermophysical Properties by Laminar Flow Methods.– New York: Begell House, Inc. Publishers, 2001.- 273 p.).

В настоящем специальном выпуске “Вестника ТГТУ”, посвященном теплофизическим измерениям, Редколлегия считает полезным опубликовать русский перевод Введения и Содержания этой книги.



### ВВЕДЕНИЕ

Современные условия дефицита энергетических и материальных ресурсов предъявляют все возрастающие требования к повышению эффективности проектируемых технологических процессов, аппаратов и оборудования. Наиболее полно эта проблема решается с применением систем автоматизированного проектирования (САПР), позволяющих сформировать, сравнить и оценить большое количество вариантов проектных решений. При этом в САПР технологических процессов, протекающих в потоках жидкостей при неизотермических условиях, широко используют математические модели процессов теплопереноса в виде краевых задач, параметрами которых являются эффективные теплофизические характеристики (ТФХ) потоков технологических жидкостей (теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость и др.).

Потоки реальных технологических жидкостей в большинстве случаев представляют собой дисперсные системы (суспензии, эмульсии или жидкостно-газовые смеси), эффективные значения ТФХ которых могут быть измерены только в процессе течения. При остановке течения происходит разделение реальных технологических жидкостей на их компоненты. При этом твердые частицы суспензий выпадают в осадок, эмульсии расслаиваются, мелкие пузырьки газов выделяются из жидкостно-газовых смесей.

Традиционные методы и приборы теплофизических измерений основаны на предположении, что образец исследуемой жидкости в процессе измерения должен находиться в неподвижном "квазитвердом" состоянии (в образце не должно быть конвективного переноса теплоты). Поэтому эти методы и приборы не пригодны для измерения эффективных ТФХ потоков реальных технологических жидкостей.

Проведенные исследования показали, что наиболее подходящими для измерения эффективных ТФХ потоков технологических жидкостей являются так называемые методы ламинарного режима (МЛР). Достоинствами МЛР являются как возможность непрерывного во времени измерения ТФХ технологических жидкостей в процессе течения через измерительные устройства, так и возможность экспериментального исследования зависимости теплопроводности жидкостей от скорости сдвига. Это второе достоинство МЛР имеет особенно большое значение в связи с тем, что в последние

десятилетия в научно-технической литературе публикуются работы, посвященные теоретическому исследованию эффектов анизотропии переноса теплоты в конвективных потоках жидкостей. Однако экспериментальных данных, свидетельствующих о проявлении анизотропии теплопроводности при течении жидкостей, до последнего времени опубликовано не было.

Важным аспектом при использовании методов и устройств для измерения ТФХ жидкостей в процессе течения является проблема автоматизации измерительных операций и процессов обработки экспериментальных данных, решение которой позволяет исследователям получать необходимые сведения о характере и величине изменений ТФХ в ходе эксперимента и, в соответствии с этими сведениями, управлять условиями эксперимента для получения необходимых результатов, например, получения потоков жидкостей с заданными ТФХ. Наиболее полно и эффективно эта проблема может быть решена путем создания автоматизированной системы научного исследования (АСНИ) ТФХ потоков технологических жидкостей.

Исходя из изложенного выше, информация о методах и устройствах для измерения эффективных теплофизических характеристик потоков технологических жидкостей, пригодных для использования в составе АСНИ ТФХ, имеет существенный научный и практический интерес.

Отметим, что термин "эффективные ТФХ потоков технологических жидкостей" используется по аналогии с понятием "эффективная теплопроводность", введенным академиком М.А. Михеевым для описания теплопереноса в тонких слоях газов и жидкостей. Предполагается, что эффективные значения теплопроводности  $\lambda$ , объемной теплоемкости  $c_p$  и коэффициента температуропроводности  $a$  связаны соотношением  $a = \lambda/c_p$ . Слово "эффективные" в тексте в некоторых случаях опускается.

Цель авторов книги - дать читателю информацию о методах ламинарного режима и основанных на этих методах измерительных устройствах. Рассматриваемые методы и устройства представляют собой самостоятельное научное направление в теплофизических измерениях и обладают рядом достоинств по сравнению с традиционными методами и устройствами теплофизических измерений:

а) позволяют осуществлять непрерывные во времени измерения теплофизических характеристик жидкостей непосредственно в процессе их течения как в ходе научного или инженерного эксперимента, так и в ходе реального технологического процесса;

б) предоставляют возможность экспериментально измерять зависимость вторых диагональных компонентов тензоров теплопроводности и температуропроводности жидкостей от скорости сдвига;

в) позволяют достаточно просто автоматизировать процессы как управления ходом эксперимента, так и обработки экспериментальной информации с использованием несложных вычислительных устройств.

Книга предназначена для инженеров и научных работников, а также для студентов старших курсов и аспирантов, специализирующихся в области теплофизических исследований и автоматизации аналитического контроля технологических процессов.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Обозначения   | 9  |
| Введение  | 15 |
| <b>Глава 1</b>  |    |
| Обзор методов измерения теплофизических свойств жидкостей   | 17 |
| <b>Глава 2</b>  |    |
| Методы ламинарного режима, основанные на использовании измерительных трубок с постоянной температурой стенок рабочей секции | 29 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Глава 3</b>   |     |
| Методы ламинарного режима, основанные на использовании измерительных трубок с электрическими нагревателями, установленными на стенках рабочего участка | 73  |
| <b>Глава 4</b>   |     |
| Математическая модель метода и устройства для исследования зависимости теплофизических свойств жидкостей от скорости сдвига                            | 111 |
| <b>Глава 5</b>   |     |
| Анализ источников погрешностей при измерении теплофизических свойств методами ламинарного режима   | 135 |
| <b>Глава 6</b>   |     |
| Измерительные устройства и экспериментальная аппаратура для исследования теплофизических свойств жидкостей   | 150 |
| <b>Глава 7</b>   |     |
| Оценки погрешностей измерения теплофизических свойств жидкостей  | 174 |
| <b>Глава 8</b>   |     |
| Примеры применения методов ламинарного режима для экспериментального исследования теплофизических свойств  | 197 |
| <b>Приложение 1</b>  |     |
| Аналитические решения задач расчета температурных полей ламинарных потоков жидкостей   | 226 |
| <b>Приложение 2</b>  |     |
| Экспериментальные данные   | 243 |
| <b>Литература</b>  |     |
| 254  |     |
| <b>Предметный указатель</b>  | 271 |

Книга имеется в Научной библиотеке ТГТУ.  
Книга может быть заказана через Интернет по адресу:  
[http://www.begellhouse.com/order\\_form.html](http://www.begellhouse.com/order_form.html).  
Цена книги 97,5 долларов США. Возможно получение скидки 12,5%.

*Научный редактор «Вестника ТГТУ»,  
профессор*

*В.И. Коновалов*