

*Новые технологии и современные системы автоматизации***АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
НАУЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ  
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ  
МЕТОДАМИ ОБРАТНЫХ ЗАДАЧ  
ТЕПЛООБМЕНА**

Алифанов О.М., Будник С.А.,  
Михайлов В.В., Ненарокомов А.В., Титов Д.М.  
*Московский авиационный институт  
(государственный технический университет),  
Москва*

Для успешного решения задач выбора оптимальных параметров различных теплонагруженных систем важнейшим условием является использование обоснованных математических моделей различного уровня детализации, позволяющих с требуемой точностью прогнозировать состояние системы на различных стадиях функционирования. Для построения таких моделей перспективным представляется комплексный подход на основе экспериментальных исследований в сочетании с эффективными методами диагностики тепловых процессов и идентификации математических моделей теплообмена по результатам испытаний. В основу этих методов могут быть положены решения обратных задач теплообмена, а в ряде случаев обратные задачи являются практически единственным средством получения необходимых результатов. Из всего комплекса проблем, возникающих и требующих своего решения при разработке надежных математических моделей, в предлагаемой работе анализируется проблема разработки и создания метрологического комплекса для обеспечения проведения тепловых экспериментов применительно к исследованию процессов теплообмена методами обратных задач. Сложность используемых математических моделей, высокая стоимость экспериментальных исследований, а также известные недостатки традиционных методов обработки и анализа данных делают актуальной проблему создания нового комплекса алгоритмов для извлечения максимального количества информации об анализируемой системе и ее характеристиках с использованием экспериментальных данных, обеспечения максимальной достоверности получаемых результатов и снижения необходимого объема экспериментальных работ. Подходы к идентификации свойств материалов, базирующиеся на методах решения некорректных задач широко анализировались в нашей стране, а также в других странах и показали свою эффективность при разработке и исследовании современных материалов в авиационной, автомобильной, космической отраслях техники, металлургии, энергетике и т.д.

В ходе выполнения различных исследований авторами данной работы была предложена новая система теплофизической метрологии, являющаяся комбинацией достаточно точных измерений первичных тепловых величин (в частности температуры) в условиях испытаний, максимально приближенных к натурным и предельно корректной математической обработки экспериментальных данных на основе теории

обратных задач. Окончательной целью данной работы является презентация экспериментального образца метрологического комплекса для исследования перспективных композиционных материалов с целью последующего его широкого внедрения в практику проектирования, испытаний и совершенствования образцов техники.

Эффективность данной автоматизированной системы научных измерений для исследования перспективных теплофизических материалов методами обратных задач теплообмена обеспечивается:

а) применением методов математического моделирования, позволяющих анализировать и прогнозировать работу материала в составе технического объекта;

б) применением современных высокоэффективных методов и средств диагностики и идентификации, базирующихся на аппарате обратных задач теплообмена;

в) реализацией указанных моделей и методов в виде программных комплексов, позволяющих оперативно анализировать теплофизические эксперименты и теплофизические свойства композиционных материалов;

г) применением современных компьютерных технологий при первичной обработке экспериментальных данных;

д) реализацией систем первичной и вторичной обработки информации в виде единого метрологического комплекса, позволяющего с высокой точностью определять теплофизические свойства современных композиционных материалов.

Успешное решение подобной проблемы возможно только при учете ее физических, математических и технических аспектов. При этом необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ концепции развития элементов конструкций на основе новых композиционных материалов;

- построить вычислительные алгоритмы и разработать программное обеспечение для решения задач определения теплофизических свойств (ТФС) материалов, диагностики теплового состояния конструкций сложной формы, планирование теплофизических экспериментов;

- разработать методическое и техническое обеспечение теплофизических экспериментов и тепловых испытаний образцов материалов и элементов конструкций;

- провести расчетно-экспериментальные исследования перспективных теплозащитных и теплоизоляционных конструкций.

Научная новизна данной работы определяется впервые реализуемым общетеоретическим комплексным подходом к исследуемой проблеме, рядом новых постановок задач планирования, новыми практическими результатами, которые могут быть получены в результате применения разработанных положений и методов к исследованию различных теплонагруженных систем с распределенными параметрами, процессов теплообмена при проектировании и эксперимен-

тальной отработке таких систем. На основе разработанных алгоритмов могут быть получены новые методы исследования подобных систем.

Данная работа состоит из четырех частей:

1. Разработка методов и вычислительных алгоритмов определения температурных зависимостей теплофизических свойств разрушаемых и неразрушаемых композиционных материалов. Разработка прикладного программного обеспечения для определения теплофизических свойств композиционных материалов. Основное внимание уделялось вычислительной эффективности разрабатываемых алгоритмов.

2. Оценка возможностей имеющихся технических средств для проведения теплофизических исследований композиционных материалов. Модернизация технических средств экспериментальных установок.

3. Разработка методик проведения теплофизических экспериментов и организация информационного обмена между системами первичной и вторичной обработки информации.

4. Проведение экспериментальных исследований по определению теплофизических свойств композиционных материалов. Эксперименты проводятся с целью практической апробации разработанного метрологического комплекса при практическом исследовании композиционных материалов. Анализ результатов экспериментально-расчетных исследований теплофизических свойств композиционных материалов и разработка рекомендаций по практическому использованию методов в различных областях техники. На основании полученных результатов анализировались достоверность и вычислительная эффективность предлагаемой методологии.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

Кириллов Ю.А., Славин А.М., Шишигина Т.Н.  
*Вологодский государственный  
технический университет,  
Вологда*

В данный момент в мировом сообществе все больше и больше поднимается вопрос, связанный с важнейшими социально-экологическими опасностями, обусловленными развитием и урбанизацией городов. Одной из проблем, требующих решения является переработка, хранение и утилизация твердых отходов: бытовых и промышленных.

Наиболее распространенными методами утилизации и переработки твердых бытовых отходов (ТБО) являются сжигание, захоронение и компостирование. Существующие способы переработки ТБО перестали удовлетворять многие промышленно развитые страны. И правительство этих стран занялось поиском новых путей утилизации ТБО. В качестве успешного решения проблемы обработки ТБО можно использовать опыт таких стран, как Германия и Япония, где наблюдается снижение количества ТБО на человека. Новый метод переработки ТБО – рециклинг открыл новую эру в утилизации отходов, как в экономическом, так и экологическом смысле. Переработка сы-

рья, полученного в процессе сортировки, не требует применения особых технологий. Например, металлолом и стекло идут в переплавку для получения новых деталей и изделий; бумага используется как сырье для получения целлюлозы; пищевые отходы служат сырьем для получения органического удобрения. Этот способ дает также возможность получения достаточно высокой прибыли.

Занимаясь проблемой утилизации твердых бытовых отходов можно отметить, что главная трудность в переработке твердых бытовых отходов является извлечение из них ценных компонентов – бумаги, металла, древесины, стекла и др. Известно, что за час тую на полигон и свалки (санкционированные и не санкционированные) в огромном количестве эти компоненты поступают от различных предприятий. Так, в городе Вологде и Вологодском районе находится более десятка свалок, на которые поступает в год до 1 млн. м<sup>3</sup> мусора и отходов различного происхождения, из которых 60%-отходы предприятий.

К сожалению, наше природопользование имеет низкую экономическую эффективность. В России для выпуска единицы бумажной продукции и картона требуется срубить в 5-6 раз больше леса, чем требуется по современным технологиям. На единицу конечного продукта мы тратим в 3 раза больше энергии, чем в Японии и Германии, и в 2 раза больше, чем в США. Иначе говоря, наше производство очень природоемко. Необходимо расширять сферу применения вторичных ресурсов, эффективность использования которых очевидна. К примеру, использование макулатуры позволяет сократить рубку леса. Вторичное использование металлов способствует большей экономии сырья и энергии: добыча алюминия из отходов требует в 20 раз меньше энергии, чем добыча этого металла из руды.

Вторичное использование отходов решает целый комплекс защиты окружающей среды – сокращается потребность в первичном сырье, уменьшается загрязнение окружающей среды. Истощение первичного сырья потребовало перевода технологий уже многих стран на использование вторичного сырья. Разрабатываются новые направления использования вторсырья.

Таким образом, утилизация муниципальных отходов с извлечением ценных компонентов дает возможность увеличения сырьевых вторичных ресурсов, которые по своему качеству не уступают первичным. Иногда в технических процессах образуются отходы, обладающие новыми характеристиками, а значит, являются новые направления их использования.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ МНОГОСЛОЙНОГО УГЛЕПЛАСТИКА «ГРАПАН»

Козлова Н.В., Суслина С.В.  
*Марийский государственный  
технический университет*

В данной работе представлены результаты испытаний на растяжение плоских образцов из многослойного углепластика. Образцы изготовлены методом