

цессе эксплуатации. Поэтому его можно рекомендовать для поверхностного упрочнения зубчатых колес, используемых в тяжело нагруженных зубчатых передачах, работающих в условиях повышенного износа.

Таким образом, в ходе стендовых испытаний было установлено, что методы поверхностного упрочнения значительно повышают контактную выносливость деталей, испытывающих во время эксплуатации различные контактные динамические взаимодействия, тем самым значительно увеличивая их ресурс.

### Библиографический список

1. *Большакова, М. Ю.* Влияние соотношения поверхностной твердости контактной пары тяжело нагруженной зубчатой передачи на сопротивление усталостному износу // Теория и технология металлургического производства / под ред. В. М. Колокольцева. Вып. 9. Магнитогорск: Изд-во ГОУ ВПО «МГТУ», 2009. С. 226–230.

2. *Гузанов, Б. Н.* Определение оптимальных условий для проведения закалки при индукционном нагреве крупномодульных зубчатых колес / Б. Н. Гузанов, М. Ю. Большакова, Г. Н. Мигачева // Вестник машиностроения. 2006. С. 38–42.

3. *Гузанов, Б. Н.* Оценка контактной выносливости азотированных зубчатых колес / Б. Н. Гузанов, М. Ю. Большакова, Г. Н. Мигачева // Проблемы электроэнергетики, машиностроения и образования / под ред. Г. К. Смолина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2006. С. 67–74.

С. А. Гой, А. А. Галамай,  
М. И. Козлова, С. Д. Футорянский

## **АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ И ТЕПЛОЕМКОСТИ ВЕЩЕСТВ**

В лаборатории теплофизики при ФГАОУ ВПО РГППУ осуществляются исследования теплофизических свойств веществ и материалов методом температурных волн с использованием радиационного нагрева. Для создания температурной волны использовалось излучение непрерывного

лазера, модулированное по амплитуде. Использование данного метода является перспективным в связи с отсутствием инерционных элементов, участвующих в создании температурной волны, например, электрических нагревателей, благодаря чему создается возможность использования достаточно высоких значений частоты модуляции. Это позволяет применять образцы малой толщины, обладающие незначительными тепловыми потерями, что дает возможность расширить температурный диапазон в сторону высоких температур, уменьшить расход материала на изготовление образца. В описываемой установке образцы имеют форму цилиндров диаметром 12–15 мм и толщиной 0,8–2,0 мм.

Работа установки происходит следующим образом. Оптический квантовый генератор (лазер) создает непрерывное излучение на длине волны 10,6 мкм (инфракрасное излучение) мощностью до 60 Вт. Непрерывное излучение модулируется по амплитуде с помощью механического модулятора – непрерывное излучение преобразуется в поток импульсов, имеющих форму меандра. Частота импульсов изменяется в диапазоне от 5 до 60 Гц.

Импульсы излучения, воздействуя на первую плоскую поверхность образца, возбуждают в нем температурную волну, частота которой равна частоте следования импульсов. Волна, достигнув второй плоской поверхности образца, вызывает колебания ее температуры. Колебания центральной области второй поверхности образца при помощи фотодатчика или термопары преобразуются в электрический сигнал. Электрический сигнал фотодатчика (или термопарного датчика) поступает в измерительную аппаратуру. Измерительная аппаратура обрабатывает сигналы и формирует на выходе электрические сигналы, параметры которых пропорциональны определяемым физическим характеристикам: амплитуде тепловой волны, запаздыванию тепловой волны. Данная информация служит основой для косвенного определения температуропроводности и теплоемкости.

Существовавшая ранее измерительная аппаратура была аналоговой и обладала следующими недостатками: дрейфами напряжений, низкой скоростью работы системы слежения; отсутствием возможности автоматизации процесса исследования. Это снижало качество измерений.

Нами был разработан аппаратно-программный модуль для измерения амплитуды и запаздывания тепловой волны, не обладающий недостатками измерительной аппаратуры, описанной выше. Работа модуля про-

исходит следующим образом. Сигнал, поступающий от датчика, предварительно обрабатывался современными операционными усилителями с низким уровнем собственных шумов, а также возможностью изменения коэффициента усиления цифровым сигналом. Далее усиленный аналоговый сигнал поступает на узкополосный фильтр, удаляющий промышленную частоту 50 Гц. Усиленный и отфильтрованный сигнал поступает на АЦП, производящий преобразование аналогового сигнала в цифровой. Цифровой сигнал записывается на жесткий диск персонального компьютера. Запуск АЦП осуществляется прямоугольным импульсом от модулятора.

По полученным данным с использованием разработанного нами программного обеспечения ЭВМ рассчитывает амплитуду и фазу запаздывания сигнала, по которым в свою очередь вычисляются температуропроводность и теплоемкость. Полученные величины формируются в виде таблицы и записываются на жесткий диск персонального компьютера и/или используются для управления процессом измерения. В алгоритме программного обеспечения для определения фазы и запаздывания сигнала используется метод усреднения, основанный на ряде Фурье.

Вся аппаратная часть полностью управляется с персонального компьютера, что позволяет осуществить автоматизацию процесса измерения.

А. А. Дворников, М. И. Козлова,  
Л. В. Мартыненко, В. В. Мешков

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

При проведении в лаборатории теплофизики ФГАОУ ВПО РГППУ экспериментов по исследованию теплофизических свойств веществ и материалов данные собираются оператором путем записи показаний с четырех приборов, при этом по двум из них вычисляются характеристики, необходимые для вычисления температуропроводности и теплоемкости. При этом следует отметить, что скорость записи показаний во время эксперимента варьируется от нескольких минут до одной секунды и менее.