

А. В. Рожков, С. О. Васильев, А. О. Антонов, О. Н. Попов*

НЕРАЗРУШАЮЩИЙ МЕТОД И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Разработанная измерительная система (ИС) состоит из персонального компьютера (ПК), измерительно-управляющей платы, усилителя сигналов (У), измерительного зонда (ИЗ), регулируемого блока питания (БП). ИЗ обеспечивает создание теплового воздействия на исследуемый объект с помощью нагревателя (Н1) [1, 2].

Фиксирование температуры в заданной точке контроля осуществляется термоэлектрическим преобразователем (ТП).

При измерениях ИЗ устанавливают контактной стороной на поверхность исследуемого объекта.

Схема измерительной системы представлена на рис. 1.

Мощность и длительность теплового воздействия встроенного в подложку ИЗ нагревателя (Н1) задаются программно. Регулирующий сигнал поступает на вход операционного усилителя (ОУ), включенного по неинвертирующей схеме. Сигнал с выхода ОУ подается на базу силового транзистора. ОУ поддерживает на выходе блока питания напряжение, равное напряжению регулирующего сигнала.

Распределение температуры на поверхности исследуемого объекта контролируется ТП.

Сигнал с ТП поступает на вход измерительно-управляющей платы E14-140-MD, при этом сигнал предварительно проходит через усилитель ZET 410 (У).

Плата E14-140-MD содержит следующие основные блоки.

1. ARM-контроллер (тип AT91SAM7S256) осуществляет не только управление E14-140-MD, но и поддерживает интерфейсы USB и отладочный JTAG.

2. Коммутатор (К) предназначен для коммутации сигналов с аналоговых входов.

3. АЦП LTC1416 – 14-битный АЦП последовательного приближения. Буфер АЦП, хранящий один 14-битный отсчет АЦП в формате 8 + 8 бит с расширенным знаком дополнительного кода.

* Работа представлена в отборочном туре программы У.М.Н.И.К. 2013 г. в рамках Восьмой научной студенческой конференции «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития» ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» и выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н. Ф. Майниковой.

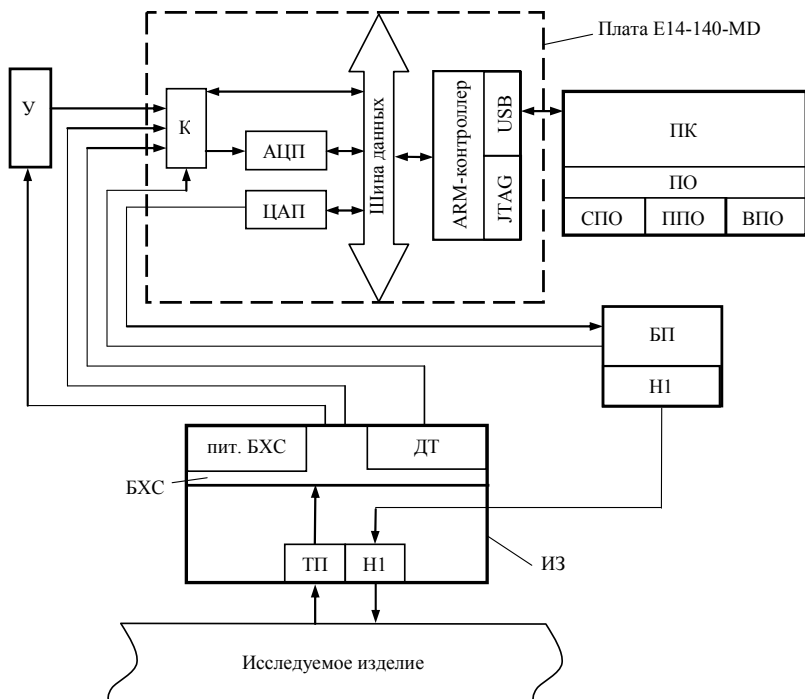


Рис. 1. Схема измерительной системы

4. Двухканальный ЦАП (16 бит) работает не только в асинхронном, но и в синхронном режиме (до 200 кГц) имеет большой рабочий выходной ток и нормированные характеристики при воспроизведении переменного напряжения.

ИС реализует алгоритмы управления режимами эксперимента с целью контроля температурных характеристик, алгоритмы определения значений температуры плавления и кристаллизации различных материалов, например, животных жиров [2].

ИС позволяет неразрушающим способом определять температурные точки плавления жиров, что может служить признаком для решения вопроса о происхождении мяса, так как по точке плавления жира можно легко отличить конину от говядины или свинину от мяса собаки.

Для демонстрации работоспособности метода и ИС на рис. 2 – 4 показаны экспериментально полученные результаты неразрушающих испытаний объекта – жира говядины.

На представленных на рис. 3–4 зависимостях скорости изменения температуры в центре круглого плоского нагревателя (в виде диска

диаметром 4 мм), отнесенные ко времени (рис. 3) и значению температуры в центре нагревателя (рис. 4) при исследовании жира говядины, зафиксирован процесс плавления жира при 45 °С. Это позволяет идентифицировать данный вид жира.

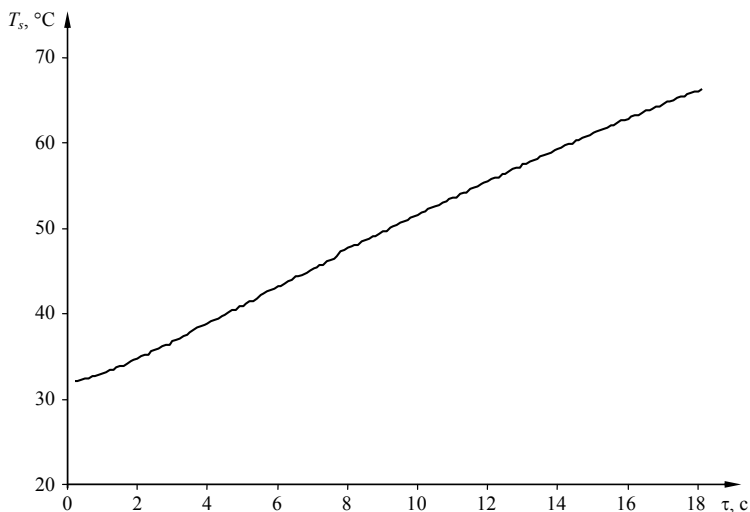


Рис. 2. Зависимость $T_s = f(\tau)$

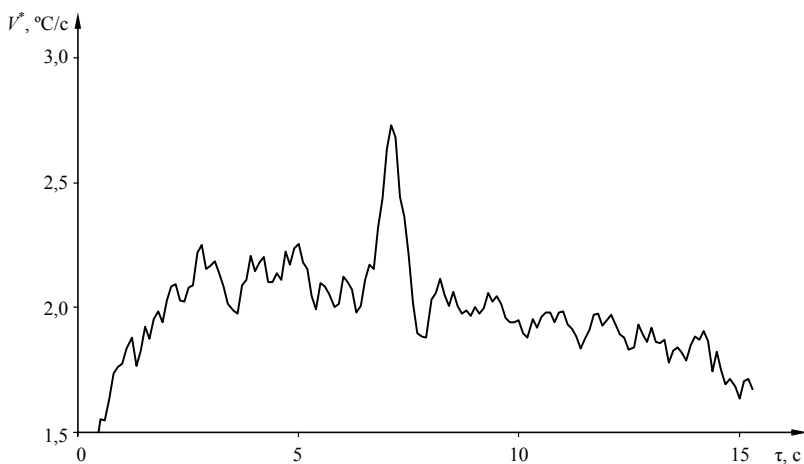


Рис. 3. Зависимость $V = f(\tau)$

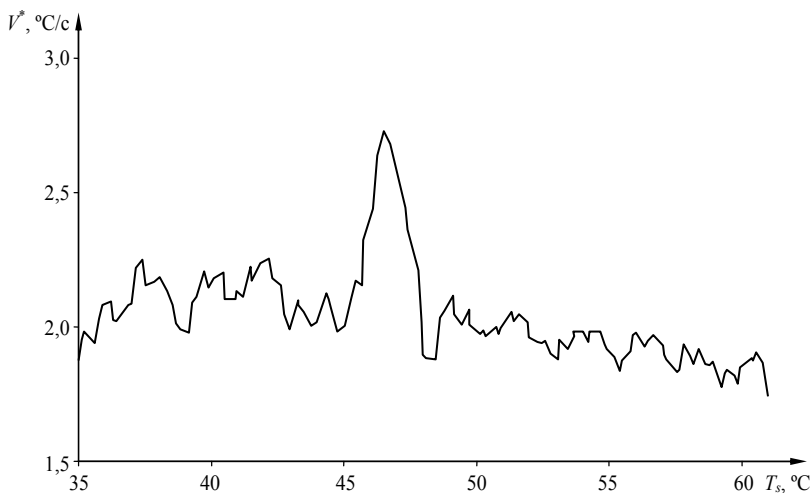


Рис. 4. Зависимость $V = f(T)$:
диаметр круглого плоского нагревателя – 4 мм

Другие известные способы не позволяют экспрессно определять значения температуры плавления жиров. Данная модификация измерительной системы выполнена в виде мобильного варианта, что позволяет проводить испытания в полевых условиях. Применение мобильного варианта ИС, реализующего неразрушающий способ, существенно удешевляет и упрощает применение экспресс-анализа.

Список литературы

1. Жуков, Н. П. Многомодельные методы и средства неразрушающего контроля теплофизических свойств материалов и изделий : монография / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова. – Москва : Изд-во Машиностроение-1, 2004. – 288 с.
2. Методы и средства неразрушающего теплового контроля структурных превращений в полимерных материалах : монография / Н. П. Жуков, Н. Ф. Майникова, С. В. Мищенко, И. В. Рогов. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 320 с.

*Кафедра «Энергообеспечение предприятий и теплотехника»
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*