

Для всех исследуемых случаев установлено, что результаты фильтрации с использованием фильтра Калмана имеют большую точность по сравнению с результатами, основанными на медианной фильтрации. Однако необходимо отметить, что на участках, где ускорение изменения уровня топлива резко меняется (например, при разгоне автомобиля, сливе и заправке топлива), данные, полученные в результате фильтрации Калмана существенно отличаются от экспериментальных. Это обусловлено тем, что статистические характеристики измеряемого сигнала остаются постоянными в процессе фильтрации. В связи с этим в качестве рекомендаций по совершенствованию методов обработки телеметрической информации в системах контроля топлива можно отменить целесообразность разработки адаптивных алгоритмов фильтра Калмана, в которых статистические характеристики сигнала являются переменными и корректируются в процессе обработки.



Рисунок 2 – Результаты изменения объема топлива в баке автомобиля МАЗ

Список использованных источников

1. Хуанг Т.С. и др. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений. – М.: Радио и связь, 1984. – 224 с.
2. Дегтярев, А. Элементы теории адаптивного расширенного фильтра Калмана / А. Дегтярев, Ш. Тайль – Москва : ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, 2003. – 35 с.

УДК 687.1.004.12:677.017.56

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНЫХ

Соколова А.С., асп., Кузнецов А.А., д.т.н., проф., Леонов В.В., ст. преп.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассмотрен метод оценки показателей теплозащитных свойств текстильных материалов в сравнении со стандартным методом применительно к

материалам боевой одежды пожарных.

Ключевые слова: тепловое сопротивление, коэффициент теплопроводности, автоматизированная система оценки.

В условиях кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» разработана автоматизированная система оценки теплозащитных свойств материалов одежды и их пакетов. Данная система позволяет измерять такие показатели как коэффициент теплопроводности и тепловое сопротивление текстильных материалов в диапазоне условий: температура окружающей среды T_{CP} -20...+40°C, температура пододежного пространства $T_{ПО}$ 0...40°C, скорость ветра v_{CP} 0,5...7 м/с.

В основу методики определения теплового сопротивления и коэффициента теплопроводности положен метод стационарного теплового режима. Оценка теплового сопротивления и коэффициента теплопроводности материала производится исходя из нахождения теплового потока q_M , проходящего через опытный образец материала одежды заданных размеров, и измерения температур на обеих его поверхностях T_1, T_2 .

Структурно разработанную установку можно разделить на две части: первая позволяет имитировать микроклимат пододежного пространства, вторая – воспроизводить климатические параметры окружающей среды. Воспроизведение температурного режима под одеждой реализовано с помощью термоэлектрических модулей Пельтье совместно с системой водяного охлаждения. Камера, воспроизводящая параметры окружающей среды, позволяет поддерживать как положительные, так и отрицательные температуры воздуха возле исследуемого образца. Для нагрева применяется электронагреватель, который установлен в стабилизирующей патрубке центробежного вентилятора, создающего воздушный поток. Охлаждение воздуха в камере осуществляется при помощи компрессорного холодильного агрегата. Поддержание заданных скорости воздушного потока, температур пододежного пространства и окружающей среды осуществляется в автоматическом режиме. Задание значений регулируемых параметров и сбор данных с датчиков осуществляется с использованием специально разработанного программного обеспечения для персонального компьютера.

Определение теплового сопротивления и коэффициента теплопроводности осуществляется следующим образом. Исследуемый образец материала, имеющий форму круглого диска площадью 0,01 м² помещают в установку. Термоэлектрические модули Пельтье, электронагреватель и вентилятор подключают к сети и, регулируя подаваемую на них мощность, устанавливают заданный температурный режим и скорость воздушного потока. В случае проведения испытаний в условиях естественной конвекции вентилятор закрывают шторкой. После установления стационарного теплового режима снимают показания датчиков температуры на поверхностях материала T_1, T_2 и на горячей T_G и холодной T_X сторонах термоэлектрических модулей Пельтье.

Тепловое сопротивление материала R_M , К·м²/Вт и коэффициент теплопроводности λ_M , Вт/м·К определяются следующими формулами:

$$R_M = \frac{T_1 - T_2}{q_M}; \lambda_M = \frac{\delta_M}{R_M},$$

где T_1, T_2 – температуры на поверхностях материала, К;

q_M – плотность теплового потока, проходящего через материал, Вт/м²;

δ_M – толщина исследуемого образца материала, м.

Плотность теплового потока, прошедшего через материал q_M , Вт/м², определяется исходя из анализа процессов, протекающих в узлах блока воспроизведения параметров пододежного пространства при проведении испытаний:

$$q_M = \frac{K(nQ_{C1} - Q_{II})}{F},$$

где K – коэффициент, учитывающий потери тепловой мощности в узлах блока воспроизведения параметров пододежного пространства, определяемый экспериментально;

n – количество термоэлектрических модулей Пельтье в установке;

Q_{C1} – тепловая мощность, отводимая с холодной стороны одного термоэлектрического модуля, Вт;

Q_{II} – мощность теплового потока, характеризующего обратный отток тепла с горячей на холодную сторону термоэлектрического модуля Пельтье, Вт;

F – площадь поверхности рассеивания радиатора, к которому крепится исследуемый образец материала, м².

Мощность теплового потока, характеризующего обратный отток тепла с горячей на холодную сторону термоэлектрического модуля Пельтье, определяется по формуле:

$$Q_{II} = \frac{\lambda_3 F_3 (T_G - T_X)}{c},$$

где λ_3 – коэффициент теплопроводности термопасты, заполняющей зазор между термоэлектрическими модулями Пельтье, Вт/м·К;

F_3 – площадь зазора между термоэлектрическими модулями Пельтье, м²;

T_G, T_X – температуры на горячем и холодном концах термоэлектрической ветви соответственно, К;

c – толщина термоэлектрических модулей Пельтье, м.

Уравнение теплового баланса на холодных сторонах термоэлектрического модуля Пельтье:

$$Q_{C1} = 2N \left(\alpha I T_X - \frac{R I^2}{2} - k(T_G - T_X) \right),$$

где N – число пар термоэлектрических ветвей в термоэлектрическом модуле Пельтье;

α – термоЭДС материала термоэлектрической ветви, В/К;

I – измеренное значение силы тока, проходящего через термоэлектрическую ветвь, А;

R – электрическое сопротивление термоэлектрической ветви, Ом;

k – полная теплопроводность термоэлектрической ветви, Вт/К.

Параметры термоэлектрической ветви α , R , k определяются исходя из технических характеристик термоэлектрических модулей Пельтье, приводимых производителем. Решив систему уравнений, описывающих процессы, происходящие в термоэлектрических модулях в различных режимах работы, данную систему, получаем выражения для параметров термоэлектрической ветви:

$$R = \frac{Q_{\max} (T_G - \Delta T_{\max})}{N I_{\max}^2 (T_G + \Delta T_{\max})}; \quad k = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_{\max} (T_G - \Delta T_{\max})}{N \Delta T_{\max} (T_G + \Delta T_{\max})}; \quad \alpha = \frac{Q_{\max}}{N I_{\max} (T_G + \Delta T_{\max})}.$$

Окончательно зависимости для определения теплового сопротивления R_M и коэффициента теплопроводности λ_M примут вид:

$$R_M = \frac{F(T_1 - T_2)}{2nKN \left(\alpha I T_X - \frac{R I^2}{2} - k(T_G - T_X) \right) - \frac{\lambda_3 F_3 (T_G - T_X)}{c}};$$
$$\lambda_M = \frac{2nKN \delta_M \left(\alpha I T_X - \frac{R I^2}{2} - k(T_G - T_X) \right) - \frac{\lambda_3 F_3 (T_G - T_X)}{c}}{F(T_1 - T_2)}.$$

При помощи разработанной системы определены тепловое сопротивление и коэффициент теплопроводности материалов, применяемых для производства боевой одежды пожарных. Аналогичные измерения проведены по стандартной для материалов боевой одежды пожарных методике (согласно СТБ 1971–2009). Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований теплозащитных свойств материалов

Материал	По разработанному методу		По СТБ 1971–2009		Погрешность, %
	λ_M , Вт/м·К	R_M , К·м ² /Вт	$\lambda_{СТ}$, Вт/м·К	$R_{СТ}$, К·м ² /Вт	
1	2	3	4	5	6
Ткань с огнезащитными свойствами для спецодежды «Леонид»	0,0145	0,038	0,0149	0,037	2,72
Полотно теплоизоляционное холстопршивное (поверхностная плотность 300 г/м ² , полиэфир 50%, арселон 50%)	0,0211	0,223	0,0201	0,234	5,10
Ватин полушерстяной холстопршивной (поверхностная плотность 235 г/м ²)	0,0235	0,228	0,0224	0,240	4,92
Пакет №1: ткань «Леонид»; ткань для спецодежды смесовая с пленочным покрытием «СИСУ»; нетканое холстопршивное полотно; ткань подкладочная (100% полиэфир, поверхностная плотность 80 г/м ²).	0,0195	0,287	0,0192	0,291	1,60
Пакет №2: ткань «Леонид»; ткань для спецодежды смесовая с пленочным покрытием «СИСУ»; ватин полушерстяной холстопршивной; ткань подкладочная (полиэфир 100%, поверхностная плотность 80 г/м ²).	0,0217	0,287	0,021	0,298	3,55

Анализ полученных результатов позволяет отметить, что погрешность определения значений теплового сопротивления и коэффициента теплопроводности предложенным методом не превышает 6%.

Полученные данные свидетельствуют о том, что разработанную систему можно рекомендовать для оценки теплозащитных свойств текстильных материалов.

УДК 665.637:62-52

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БАЗОВОГО МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА

Ринейский К.Н., ст. преп., Тюнин М.А., студ.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Измерения температуры, уровня и массы мазута на базе программно-технического комплекса «REGION-energo» предназначен для технического учета параметров и количества мазута в резервуарах, и выдачи дискретных сигналов при выходе значений температуры и уровня за пределы заданных установок. А так же управление исполнительными механизмами для подачи мазута в резервуар и откачки его по мазутопроводу в расходные резервуары. Принцип действия комплекса состоит в измерении избыточного гидростатического давления столба мазута над датчиком, установленным на высоте уровня «мертвого остатка», и измерении средней температуры мазута в емкости. Выходные сигналы с соответствующих датчиков, пропорциональные значениям измеряемых параметров, поступают на измерительный модуль контроллера, где преобразуются в цифровые коды, которые передаются на панель оператора. Панель преобразует коды в цифровые значения измеряемых параметров, производит необходимые расчеты, индицирует необходимые данные на экране, а так же передает эти данные на верхний уровень.

Уровень мазута в емкости зависит от давления мазута и его плотности. Исходная плотность мазута при 20⁰С задается пользователем, исходя из среднегодовых, измеренных лабораторно, значений. Расчет плотности мазута при фактически измеренной средней температуре мазута в емкости, производится комплексом на основании таблиц зависимости