

На рис. 3 приведен результат дифференцирования с использованием вейвлет-преобразования и разностной схемы, который дает нам право сделать вывод о том, что производная зашумленного сигнала успешно восстановлена при помощи вейвлет-преобразования.

Для оценки точности дифференцирования дисперсия ошибки восстановления рассчитывалась в соответствии со следующими выражениями:

$$D_1 = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N \left(\frac{dS(t_k)}{dt} - S_{t,k} \right)^2, \quad D_2 = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^N \left(\frac{dS_k^w}{dt} - \frac{dS_k}{dt} \right)^2, \quad (27)$$

где D_1 - дисперсия ошибки для разностной схемы вычисления производной, D_2 - дисперсия ошибки для сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования.

На рис.4. приведены результаты вычислительного эксперимента – зависимость дисперсий D_1, D_2 от дисперсии белого гауссовского шума D_u .

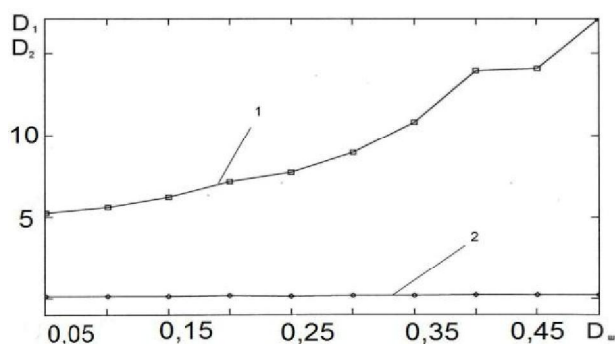


Рисунок 4 - Дисперсия для разностной схемы вычисления производной - D_1 , 2 - дисперсия для сигнала, дифференцированного с использованием вейвлет-преобразования - D_2

Предложенный метод вейвлет-преобразования дает возможность дифференцировать результаты измерений с меньшей погрешностью, чем разностная схема. Это хорошо видно из рис. 4. При зашумленном сигнале разностная схема дифференцирования начинает давать значительную погрешность, а вейвлет-преобразование восстанавливает производную сигнала. При восстановлении дифференцированного сигнала использовалось ограниченное число вейвлет-коэффициентов, что дает возможность фильтровать сигнал от шума с минимальными вычислительными затратами. При этом погрешность дифференцирования практически не зависит от дисперсии шума (погрешности измерений).

Перечень ссылок

1. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы: Учеб. пособие для вузов. – М.: Наука, 1989.
2. Воробьев В.И., Грибунин В.Г. Теория и практика вейвлет- преобразования. – СПб.: ВУС, 1999.
3. Леваль Ж. Введение в анализ данных с применением непрерывного вейвлет-преобразования / Пер. с англ; под ред. В.Г. Грибунина – СПб.: АВТЭКС, 2002.
4. Дьяконов В.П. Вейвлеты. От теории к практике. – М.: СОЛОН-Р, 2002.

УДК 681.5:66.0

АППАРАТНО-ПРОГРАММНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМОКИНЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Вдовина Н.А., аспирант; Буйновский Д.С., студент; Тюрин О.Г., д.т.н.

(Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск, Россия)

Известно [1], что энергонасыщенные материалы (ЭМ) как полимерные композиции относятся к классу веществ, имеющих экзотермический эффект термического разложения. Для

обеспечения химической стабильности ЭМ необходимо уже на стадии их создания определять оптимальные режимы переработки, эксплуатации, хранения, а также функциональный ресурс изделий из ЭМ. Решение этой задачи базируется на термокинетических исследованиях с целью получения зависимостей теплового эффекта и температуры саморазогрева образца ЭМ от времени.

В данном случае к измерительной системе предъявляются следующие требования: высокая чувствительность установки (не ниже $-0,5 \cdot 10^{-5}$ Вт) при испытаниях чрезвычайно малых количеств вещества (объем ампулы – 1 см^3) и скоростях саморазогрева ЭМ ($1-2 \text{ }^\circ\text{C}$ за 20-30 суток); погрешность измерения температуры образца не должна превышать $\pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$; испытания проводятся в изотермических условиях и в замкнутом объеме, исключающем отвод газообразных продуктов разложения из зоны реакции.

Анализ известных методов и оборудования показал, что стандартная калориметрическая аппаратура не может быть использована для мониторинга термокинетики ЭМ, так как имеет недостаточную разрешающую способность, обусловленную высокой термической инерционностью датчиков – измерителей температуры, а также не удовлетворяет перечисленным требованиям.

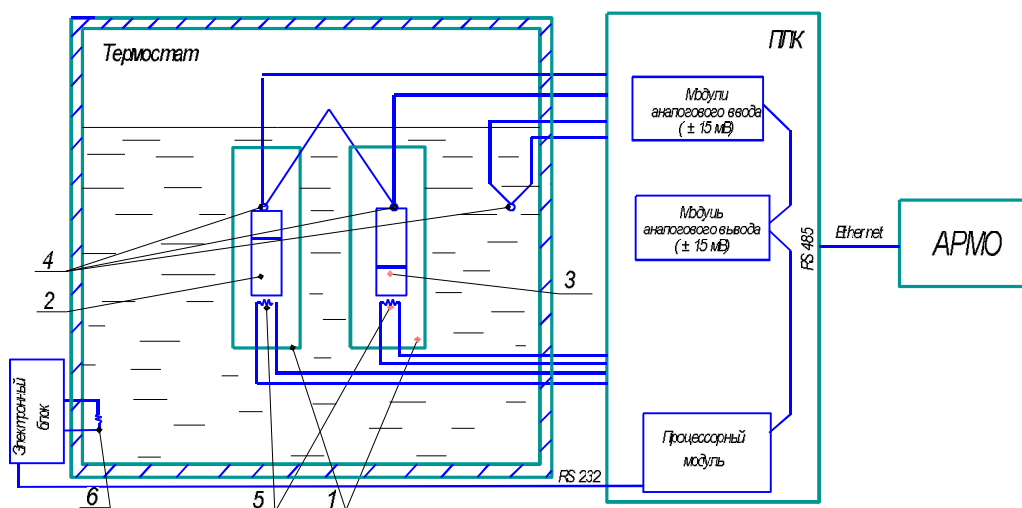


Рисунок 1 – Упрощенная структурная схема АПУ

1 - калориметрические ячейки; 2 – ампула с образцом ЭМ; 3 – ампула сравнения (с эталоном); 4 – термоэлектрические преобразователи в дифференциальном включении; 5 – нагревательные элементы ячеек; 6 - нагревательный элемент термостата.

Авторами предложен новый принцип построения аппаратно-программного устройства (АПУ), заключающийся в одновременном использовании стандарт-ных термостатирующих устройств и размещенных в них специально созданных калориметрических ячеек (рабочей и сравнения), оснащенных индивидуаль-ными нагревательными элементами и принципиально новыми высокоточными информационно-измерительными системами.

Упрощенная структурная схема созданного АПУ приведена на рисунке 1.

В термостатированную ванну помещаются калориметрические ячейки 1 (рабочая 2 и сравнения 3) и термоэлектрические преобразователи 4. В состав термостата входит электронный блок 6, предназначенный для регулирования температуры теплоносителя в ванне. Он обеспечивает точность поддержания температуры теплоносителя в ванне с погрешностью не более $\pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$, что позволяет обеспечить высокую разрешающую способность измерения величины теплового эффекта саморазогрева.

При выделении тепла в рабочей ячейке в ячейку с эталоном вводится (через ее нагревательный элемент) электрическая мощность, компенсирующая разность температур между ячейками. При этих условиях тепловая мощность, выделяющаяся из образца, равна электрической мощности, которая подается в ячейку сравнения.

Наряду с калориметрической установкой в АПУ входят программируемый логический контроллер (ПЛК) и автоматизированное рабочее место оператора (АРМО) в составе персональных компьютеров (ПК). ПЛК выполняет обработку информации и выработку управляющих воздействий, а расчёты кинетических параметров проводятся на АРМО.

Сигналы с дифференциально включенных термоэлектрических преобразователей поступают на входы многоканальных 24-разрядных аналогово-цифровых преобразователей (АЦП). Мощность пленочных нагревателей 5 измеряется с использованием аналогичных АЦП. Применение метрологически аттестованных АЦП позволяет осуществлять измерение разности температур при реализации метода ДТА с погрешностью в пределах $\pm 0,01$ °С и обеспечить чувствительность установки при реализации метода ДСК не ниже 5×10^{-5} Вт.

Процессорный модуль измерительного шкафа связан с модулями аналогового ввода-вывода по интерфейсу RS 485, с электронным блоком термо-стабилизирующей установки - RS 232, а с АРМО – по интерфейсу Ethernet.

С помощью специального программного обеспечения производится обработка кинетических кривых, теплового эффекта и других кинетических параметров термического разложения ЭМ.

Перечень ссылок

1. Жегров Е.Ф. Милёхин Ю. М., Берковская Е. В. Технология порохов и твердых ракетных топлив в приложении к конверсионным программам. - М.: Изд-во «Архитектура-С», 2006.-392 с.

УДК 543.271.4

ИЗМЕРЕНИЕ ОЗОНА В АТМОСФЕРЕ ЗАПОВЕДНИКОВ

Жужа А.В., студентка

(Киевский национальный политехнический университет, г.Киев, Украина)

Озон (О₃) является токсичной примесью атмосферы, оказывающей в высоких концентрациях негативное воздействие на здоровье человека и растительность. Вследствие особой токсичности озона Всемирная организация здравоохранения включила его в список пяти основных загрязняющих веществ, содержание которых необходимо контролировать при определении качества воздуха. Актуальным является контроль озона в заповедниках, национальных парках, где есть четкая связь между уровнем концентрации озона и состоянием флоры, фауны, микроорганизмов.

На сегодня имеются несколько наиболее распространенных моделей газоанализаторов озона. Российской компанией ОПТЭК [1] выпускается газоанализатор 3.02П-Р, предназначенный для измерения концентрации озона в атмосферном воздухе. Газоанализатор представляет собой автоматический показывающий прибор непрерывного действия, конструктивно выполненный в одном блоке. В основу работы анализатора 3-02 П-Р положен эффект гетерогенной хемилюминесценции, возникающей в результате экзотермической реакции озона с окисляемыми химическими веществами.

Интенсивность свечения, пропорциональна концентрации озона в газовой смеси, измеряется и преобразуется в цифровой сигнал, отображаемый на мониторе анализатора. Поступление анализируемой пробы газа в хемилюминесцентный реактор обеспечивается встроенным микронасосом. В приборе предусмотрено звуковое оповещение о превышении заданного уровня концентрации озона. Диапазон измеряемых концентраций озона 0 - 500 мкг/м³, предел основной погрешности измерений $\pm 20\%$.

Украинский производитель «Укрналит» [2] выпускает газоанализатор 652ХЛ20 с диапазоном измерений от 0 до 1,0 мг/м³, предназначенный для определения усредненной за определенное время концентрации озона. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0013+0,15C_x)$ мг/м³ где C_x - действительное содержание озона в воздухе. Преимуществом