

П.Ф. ЩАПОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПИ", Харьков
Т.Г. ОСИНА, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харьков

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Проведено дослідження характеристик теплофізичного перетворювача у ході неруйнівного контролю кількості та якості клейковини насіння пшениці при апіорній невизначеності їх фізико-хімічних властивостей.

Проведено исследование информационных характеристик теплофизического преобразователя в ходе неразрушающего контроля количества и качества клейковины зерна пшеницы при априорной неопределенности ее физико-химических свойств.

Введение. Контроль физико-механических характеристик сыпучих материалов связан с проблемой уменьшения влияния факторов, затрудняющих получение информации при прямых измерениях [1]. Особенно это касается материалов со сложной биохимической структурой. Наиболее распространены методы не прямых измерений в неразрушающем контроле сыпучих материалов [2, 3], причем наиболее перспективными являются методы не прямых измерений в теплофизике [4]. Преимущество использования теплофизических характеристик для получения дополнительной измерительной информации – это интегральность процессов тепло и массообмена в отношении именно физико-механических характеристик в масштабах макроструктуры сыпучих материалов и слабая их корреляция с биофизическими, химическими свойствами материалов на микро уровне отдельных частиц. Это позволяет вводить теплофизические показатели в систему информационных сигналов при не прямых измерениях относительной влажности, (например, зерна пшеницы, семян подсолнечника) или биохимических параметров (содержание клейковины, масличность), учитывая факторное влияние дисперсности материала (порозности). Порозность определяет не только насыпную плотность материала, но и такие, трудно контролируемые характеристики, как гранулометрический состав, текучесть, угол естественного откоса.

Цель работы – исследование информационных характеристик

тепло-физического преобразователя в ходе неразрушающего контроля количества и качества клейковины зерна пшеницы при априорной неопределенности ее физико-химических свойств.

Описание теплофизического преобразователя.

Структурная схема первичного преобразователя представлена на рис. 1 и включает в себя [5]:

Б – бункер (цилиндрический стакан) для сыпучего материала, находящийся на амортизирующих подвесах АП₁ и АП₂; ВП – вибропреобразователь, для придания засыпанному материалу необходимого постоянства плотности упаковки (порозности); ИМ – измерительный мост, построенный на резисторах $R_1, R_{1П}, R_2, R_{2П}, R_3, R_4$, где R_1, R_2, R_3, R_4 – сопротивления, выполненные из тонкой нихромовой проволоки, резисторы $R_{1П}, R_{2П}$ подстроечные и служат для балансировки ИМ; К – релейный коммутатор, имеющий малое переходное сопротивление контактных групп, используется для изменения полярности напряжения питающего ИМ. При помощи коммутатора получают результаты измерений с разной полярностью, что приводит к компенсации паразитной ЭДС, возникающей в узловых соединениях ИМ; СТ – стабилизатор; ИП – источник питания; НУ – нормирующий усилитель, усиливающий напряжение разбаланса ИМ до уровня, необходимого для корректной работы цифрового вольтметра; ЦВ – цифровой вольтметр, регистрирующий напряжение разбаланса моста, оснащен приборной шкалой Hewlett-Packard, широко применяемой для соединения микропроцессорных контроллеров в автоматическом испытательном оборудовании и интерфейсной шиной IEEE-488, позволяющей подключать ЦВ к процессору; КУ – микропроцессорный контроллер управления испытательного оборудования производящий вычислительные операции по массивам данных результатов измерений с шиной IEEE-488 и преобразователем уровня интерфейса RS-232; RS-232 (RS-232 C/CCITT V 24) – стандартный последовательный интерфейс, предназначенный для последовательной связи между микропроцессорными контроллерами и периферийными устройствами, в нашей установке ПК; УВ – устройство ввода, позволяющее вводить оператору команды управления.

Установка работает по командам управления КУ согласно алгоритму, занесенному в его ПЗУ. Первоначально с УВ оператором вводится количество измерений, необходимых для исследования одной "навески" сыпучего материала ($N_i = k$), вводится команда изменения

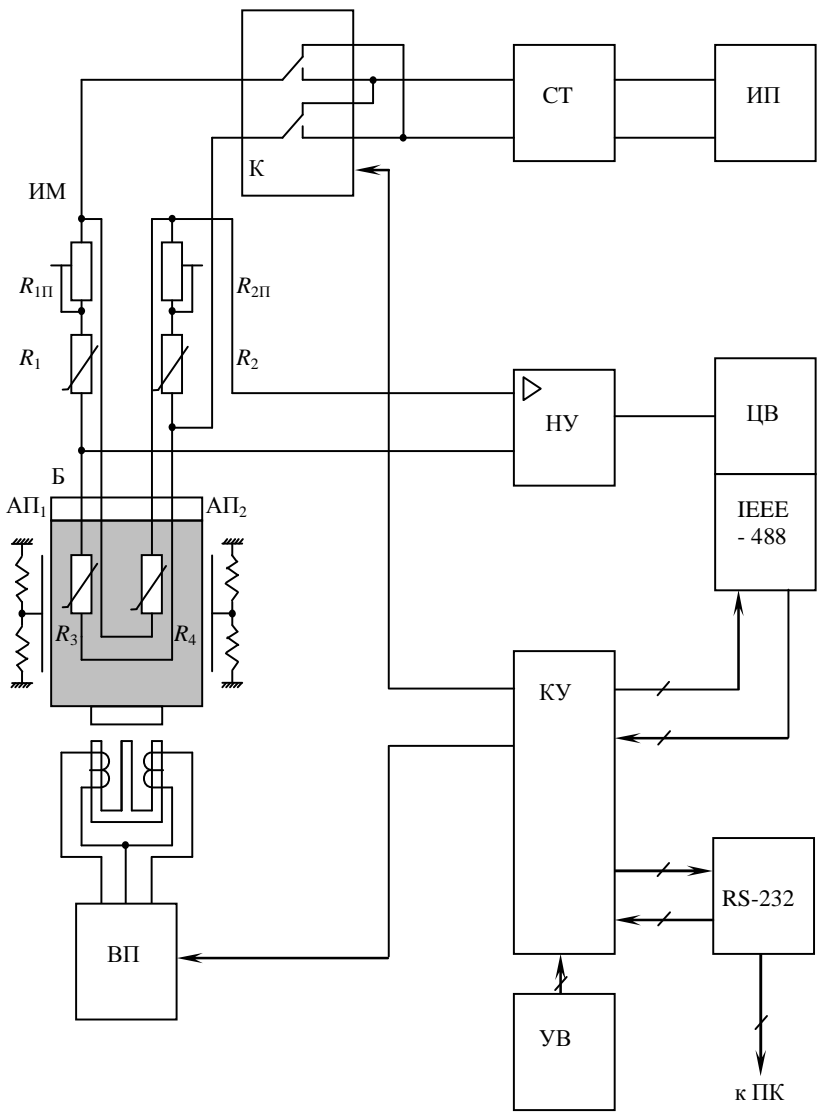


Рис. 1.

полярности питающего напряжения ИМ. При экспресс-измерениях эту фазу испытаний можно опустить ($P = 1 (0)$). До проведения измерений вводится время задержки, которое необходимо для разогрева струн термосопротивлений, $\tau = t$. Далее вводится время задержками между циклами проводимых измерений $\tau_{\text{ц}}$ (при многократных измерениях).

На втором этапе производится балансировка ИМ при помощи подстроечных резисторов $R_{1П}$, $R_{2П}$ до установки нулевых значений ЦВ. Затем производится запуск измерительного канала.

Напряжение разбаланса моста может быть представлено в форме следующей функции преобразования:

$$\Delta U = \frac{\xi R^2 I^3}{\alpha_C S - R \xi I^2} - \frac{\xi R^2 I^3}{\alpha_B S - R \xi I^2}, \quad (1)$$

где α_C – коэффициент теплоотдачи среды (сыпучего материала); α_B – коэффициент теплоотдачи воздуха.

Анализ результатов измерений. Для экспресс-контроля клейковины помимо теплофизического показателя (α_C) использовались показатели, характеризующие физико-механические свойства исследуемого материала. В табл. 1 представлены результаты измерительного эксперимента по оценке информационных свойств показателей контроля.

Таблица 1 – Результаты оценки количества ожидаемой измерительной информации по показателям контроля

Показатель контроля	Дисперсии		$F_{3; 96}$	I , дит
	σ_x^2	$\bar{S}_e = \sigma_{\Delta x}^2$		
Коэффициент теплоотдачи, γ	5,32948	2,615461	7,3499	0,80148
Толщина зерна, b	0,01423	0,00746	9,2803	0,76978
Ширина зерна, a	0,02352	0,01236	10,0482	0,76873
Масса 1000 семян, M	18,33807	10,12558	6,0904	0,74554
Влажность, W	3,31974	2,42063	7,9903	0,61614
Длина зерна, c	0,07066	0,05253	1,5610	0,61484

Выводы. Из табл. 1 следует, что максимальное количество информации несет теплофизический показатель контроля, что ставит его на первое место в системе информационный показателей неразрушающего контроля.

Список литературы: 1. Володарський Є.Т., Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.Б. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю: Навч. посіб. – Вінниця: Велес, 2001. – 219 с. 2. Осина Т.Г. Оценка ожидаемой измерительной информации о качественном составе зерна пшеницы при использовании апрорио зависимых показателей контроля // Вісник Національного технічного

университету "Харківський політехнічний інститут". – Харків: НТУ "ХПІ". – 2007. – №10 – С. 145-150. 3. *Мордасов Д.М., Мордасов М.М.* Технические измерения плотности сыпучих материалов: Учебн. пособие. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2004. – 80 с. 4. *Чудновский А.Ф.* Теплофизические характеристики дисперсных материалов. – М.: Физмат., 1962. 5. *Осіна Т.Г.* Розвиток методів багатопараметричного експрес-контролю складу органічних сипких матеріалів: Дис. канд. техн. наук: 06.09.08. – Харків: НТУ "ХПІ", 2008. – 203 с.



Щапov Павел Федорович, доцент, доктор технических наук. Защитил диплом инженера, диссертации кандидата и доктора технических наук в Харьковском политехническом институте по специальности "Приборы и методы контроля и определения состава веществ", соответственно в 1969, 1981 и 2009 гг. Профессор кафедры "Информационно-измерительные технологии и системы" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" с 2005г. Научные интересы связаны с математической теорией контроля.



Осіна Татьяна Георгиевна, кандидат технических наук. Защитила дипломы инженера-физика, экономиста-менеджера, диссертацию кандидата технических наук в Харьковском политехническом институте по специальности "Приборы и методы контроля и определения состава веществ", соответственно в 1996, 2003 и 2008 гг. Доцент кафедры "Информационно-измерительные технологии и системы" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" с 2009 г. Научные интересы связаны с повышением точности контроля состава веществ в условиях априорной неопределенности их физико-механических свойств.

Поступила в редколлегию 16.09.2010