

УДК 006.91:061.2/4

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕМКОСТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНОВЫХ ПРОДУКТОВ

Кулуев Р. Р.

*Ташкентский государственный технический университет им. И. А. Каримова
Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация. исследованы основные характеристики устройств для поточного контроля влажности зерна и зерновых продуктов, а так же расчеты основной и дополнительной погрешности средств измерений.

Ключевые слова: контроль, измерение, методика, качество, показатели.

MAIN METROLOGICAL CHARACTERISTICS OF CAPACITIVE MOISTURE CONVERTERS OF GRAIN PRODUCTS

Kuluev R.

*Tashkent State Technical University named after I. A. Karimov
Tashkent, Republic of Uzbekistan*

Abstract. The main characteristics of devices for in-line control of moisture content of grain and grain products, as well as calculations of the main and additional error of measuring instruments are investigated.

Key words: control, measurement, methodology, quality, indicators.

*Адрес для переписки: Кулуев Р. Р., ул. Университетская, 2, Ташкент 700095, Республика Узбекистан
e-mail: webmail.tdtu.uz*

В результате теоретических и экспериментальных исследований определены статические характеристики разработанного прибора при разных значениях калибровочных частот $f_{\text{кал}} = 774,173$ кГц и $f_{\text{кал}} = 766,200$ кГц, а также нормированные метрологические свойства. Вычислены предельные значения допускаемых погрешностей устройства в диапазоне $W \in [3...20]$. Результаты экспериментального исследования приведем на рисунках 1 и 3. По результатам экспериментальных исследований построены графики зависимости выходной частоты измерительного генератора рисунки 2 и 4.

№	Среднее значение $\Sigma W, \%$	f_1, kHz	f_2, kHz	f_3, kHz	Средняя частота Σ, kHz
1	3,10	666,653	666,633	666,644	666,643
		3,00	3,20	3,10	
2	5,00	660,661	660,652	660,644	660,652
		5,1	5,0	4,95	
3	7,85	654,544	654,725	653,698	654,322
		7,84	7,86	7,85	
4	10,15	642,886	642,961	644,550	643,465
		10,16	10,13	10,15	
5	12,65	631,568	631,558	631,570	631,565
		12,65	12,64	12,66	
6	13,75	622,366	622,523	622,380	622,423
		13,73	13,77	13,75	
7	17,25	599,899	599,971	599,991	599,953
		17,25	17,26	17,24	
8	20,25	571,419	571,409	571,425	571,417
		20,26	20,24	25,25	

Рисунок 1 – Показания прибора при калибровочной частоте $f_{\text{кал}}=774,173$ кГц, $m_{\text{пробы}} = 170$ гр.

Анализ показывает, что в емкостных преобразователях высокое быстродействие по сравнению с индуктивными, тепловыми и другими типами преобразователей и постоянная временная может составлять значения $T = (0,01-0,1 \text{ с})$.

С точки зрения надежности емкостные преобразователи также имеют высокие показатели, и вероятностная оценка полной надежности емкостного преобразователя может составлять $P = 0,96$.

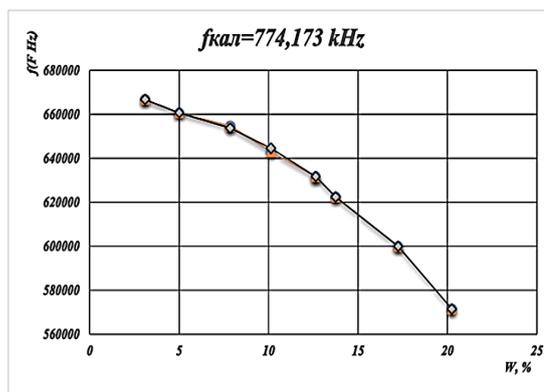


Рисунок 2 – График зависимости выходной частоты $f_{\text{кал}}=774,173$ кГц от влажности $W \%$ зерна

№	Среднее значение $\Sigma W, \%$	f_1, kHz	f_2, kHz	f_3, kHz	Средняя частота Σ, kHz
1	5,00	656,925	656,203	656,171	656,433
		3,20	3,00	3,10	
2	7,85	648,623	648,627	648,627	648,625
		7,84	7,86	7,85	
3	10,15	639,921	638,243	639,365	639,176
		10,15	10,16	10,14	
4	12,65	624,872	623,406	624,129	624,135
		12,66	12,64	12,65	
5	13,75	616,214	618,457	617,203	617,291
		13,75	13,77	13,74	
6	17,25	590,172	591,700	590,786	590,886
		17,24	17,25	17,26	

Рисунок 3 – Показания прибора при калибровочной частоте $f_{\text{кал}}=766,200$ кГц, $m_{\text{пробы}}=170$ гр.

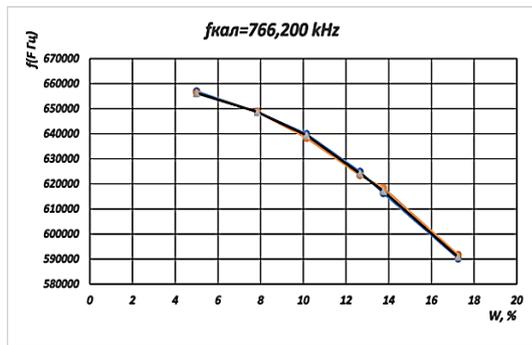


Рисунок 4 – График зависимости выходной частоты $f_{кал} = 766,200$ кГц от влажности W % зерна

Таблица – Результаты экспериментального исследования

τ (s)	W (20 %)	W (16 %)	W (13 %)
2	4,1	3,4	2,7
4	10,9	9,2	7,4
6	14,5	13,2	10,5
8	17,2	14,9	11,3
10	19,3	15,6	12,2
12	19,7	15,8	12,6
14	19,8	16,1	12,8
16	20,1	16,1	13,1

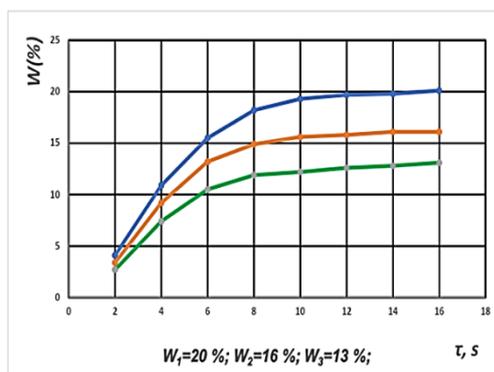


Рисунок 5 – Динамическая характеристика зависимости времени от влажности конструкции поточного емкостного влагомера сыпучих материалов для образцового зерна с влажностью $W_1 = 20$ %, $W_2 = 16$ % и $W_3 = 13$ %

В работе было указано, усовершенствования метода и типа преобразователей для непрерывного контроля влажности сыпучих материалов нами разработана конструкция поточного емкостного влагомера сыпучих материалов. Результаты экспериментального исследования приведены в таблице. По результатам экспериментального ис-

следования построены графики зависимости (рисунок 5) и определены динамические характеристики данного устройства.

Из представленного графика, построенного по результатам данного эксперимента, мы видим, что функция зависимости устройства от времени видна в уравнении (1):

$$y = 0,011x^3 - 0,435x^2 + 5,767x - 5,8214 \quad (1)$$

По результатам эксперимента из графика видно, что динамическая характеристика данного устройства может достигать стабильной измерительной константы при 10 с.

Емкостные устройства, которые используются сегодня, являются достаточно сложными системами. Конкретными примерами здесь могут послужить усилители, а также генераторы:

- начальной емкостью (1):

$$C_0 = f(\varepsilon) = f(\varepsilon), F; \quad (1)$$

- максимальным изменением емкости (2):

$$\pm \Delta C = f(\pm \Delta \varepsilon) = f(\pm \Delta \varepsilon), F; \quad (2)$$

- реактивным сопротивлением (3.3):

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C_0}, \Omega, \quad (3)$$

где $\pi = 3,1416$; f – частота питающего напряжения, Гц;

- активным сопротивлением: R_c, Ω

- активными потерями (4):

$$\text{tg} \delta = f(R_c, C_0, \omega), \quad (4)$$

где $\omega = 2\pi f, \text{c}^{-1}$;

- электрической постоянной времени (5):

$$\tau = R_c C_0, \text{c}; \quad (5)$$

- чувствительностью преобразования (6):

$$\gamma = f(\Delta C, C_0); \quad (6)$$

Литература

1. Булгаков, Р. А., Обзор электрофизических свойств семян пшеницы и их применение в методах контроля / Р. А. Булгаков, Н. Н. Барышева // Ползуновский альманах. – 2018. – № 4. – С. 205–207.
2. Федорова, Р. А. Биохимические особенности свойств зерна : учеб.-метод. пособие / Р. А. Федорова. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 41 с.
3. Барышева, Н. Н. Метод контроля всхожести семян пшеницы по изменению мембранного потенциала / Н. Н. Барышева, С. П. Пронин // Ползуновский вестник. – 2015. – № 2. – С.69–73.