



УДК 621:681

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО
КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЫПУЧИХ
МАТЕРИАЛОВ**

Г.К.Сатторберганава

*Каракалпакский государственный университет имени Бердаха,
Нукус, Узбекистан*

Абстракт: *В работе сформулированы научно-методические основы автоматического контроля электрофизических параметров сыпучих сред, подвергающихся промышленной переработке предприятиями агропромышленного комплекса.*

Автоматизация производственных процессов и в особенности там, где перерабатывается скоропортящееся сырье, требует применения экспрессных методов контроля его основных параметров, обеспечивающих требуемый ожидаемый эффект от внедрения систем автоматизации. Здесь по-прежнему велики убытки из-за отсутствия средств экспрессного определения влажности сыпучих материалов.

Анализ современного состояния контроля и управления технологическими процессами промышленной переработки зерна позволяет сделать вывод о доминирующей роли влажности в формировании качества конечной продукции и оптимизации технологических процессов на разных стадиях его переработки. Например, при температуре 20 °С в течение первых суток хранения у зерна влажностью 20% снижается всхожесть на 6-7%, а при обмолоте зерна влажностью 30% (вместо 8-22%) снижается названный показатель качества примерно на 20%. При отклонении в оценке влажности зерна на 1% перерасход энергии на сушку возрастает на 4%.

Расчеты свидетельствуют о том, что если исходить только из объема производства зерна основных зерновых культур в Узбекистане при условии контроля влажности каждой транспортной единицы, поступающей с поля и направляемой на хлебоприемные пункты, то необходимо выполнить около 5-6 млн. измерений.

Длительное время при решении задач влагометрии зерна и других сыпучих материалов растительного происхождения на основе электрических методов измерения основное внимание уделялось техническим задачам и в



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2022"

меньшей мере - научным: изучению свойств сыпучих материалов как объектов автоматического контроля, обоснованию типажа приборов и их метрологических параметров, исходя из свойств и сортности зерна и условий их сбора, транспортировки, хранения и промышленной переработки.

Исследования электрических свойств зерновой массы значительно расширяют имеющиеся представления о влияющих на его электрические свойства факторах и позволяют реализовать научно обоснованные методы расчета параметров первичных преобразователей и измерительных схем влагомеров.

Электрические методы контроля по целому ряду причин являются предпочтительными, и их преимущества наиболее ощутимы при использовании высокочастотных методов измерения, которые требуют решения следующего комплекса задач:

- нахождение позволяющих достигать требуемой точностью и быстродействия методов преобразования подлежащего контролю свойства материала в пропорциональный электрический сигнал;

- приборная реализация наиболее эффективного метода измерения, обеспечивающая надежную работу измерительного устройства в сложных помехо-сигнальных условиях промышленного производства.

В работе проанализировано состояние методов и средств измерения влажности сыпучих веществ и отмечена перспективность разработки средств измерений на основе емкостных датчиков. Решена задача определения путей совершенствования измерительных преобразователей электрических свойств зернистых материалов в классе емкостных датчиков, обладающих расширенным диапазоном изменения параметров.

В известных разработках емкостной датчик с веществом представляется двухэлементной схемой замещения, что приводит к появлению погрешности от влияния неучитываемых параметров. В этой связи возникает задача отдельного преобразования параметров многоэлементных двухполюсников, а также получения с высокой точностью информации о значении параметров емкостного датчика в широком диапазоне их варьирования.

Представляется, что более перспективен метод инвариантного преобразования параметров с импульсным входным воздействием на активную схему с операционным усилителем. Измерительные системы характеризуются операторами $\Phi(p; \Pi(X, Y); \Pi_0)$, задаваемыми обычно в виде интегрально-дифференциального выражения и определяемыми топологией



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2022"

схемы, номенклатурой и соотношением параметров емкостного датчика и опорной цепи установления соответствия между электрическим воздействием на измерительную схему (ИС) и ее реакцией на него:

$$A(\rho) = \Phi(\rho; \Pi(X, Y); \Pi_0) * \mathcal{E}(\rho)$$

(1)

В общем случае параметры выходного сигнала ИС (амплитуда, частота, фаза - для гармонического сигнала; спектральные составляющие, мгновенное значение, характер изменения во времени или скорость изменения - для негармонического сигнала) зависят от нескольких параметров емкостного датчика. Это соответствует исходной неразрешимости уравнения преобразования относительно искомым параметрам, что требует дополнительной обработки выходного сигнала датчика. Возможные алгоритмы обработки сигнала измерительной схемы можно синтезировать, используя методы теории инвариантности. Представляется, что инвариантность в рассматриваемом случае можно обеспечить двумя методами.

Первый (*селективный*) метод обеспечения инвариантности предполагает наличие одного канала преобразования. Он основан на селективной (избирательной) обработке, т.е. на выделении путем выполнения определенных операций составляющей выходного сигнала, несущей информацию об интересующем нас параметре емкостного датчика.

Если неинформативная составляющая выходного сигнала определяется как

$$A_y(\rho) = \Phi_y(\rho; \Pi(Y); \Pi_0) * \mathcal{E}(\rho), \quad (2)$$

то оператор селективного узла обработки $K(p)$ должен удовлетворять условию $K(p) \cdot A_y(p) = 0$, где $A_y(p)$ - операторная форма записи неинформативной составляющей выходного сигнала; $\Phi_y(\rho; \Pi(Y); \Pi_0)$ - оператор ИС по неинформативному параметру. Селекция может осуществляться по уровню, частоте, сдвигу фазы, спектральному составу, форме сигнала, времени и скорости изменения выходного сигнала.

Второй (*многоканальный*) метод обеспечения инвариантности состоит в увеличении числа исходно неразрешимых уравнений до однозначно разрешимой системы путем составления дополнительных независимых уравнений, аргументами которых являются исходные параметры емкостного датчика. Эти уравнения могут являться результатом дополнительного



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2022"

преобразования непосредственно параметров ИС путем введения одного (или нескольких) дополнительных каналов.

В случае асимметричных каналов каждый канал имеет различные операторы по компонентам выходного сигнала. Операторная форма записи промежуточных сигналов $\Theta(p)$ имеет вид:

$$\begin{cases} \Theta_1(p) = K_{1X}(p)A_X(p) + K_{1Y}A_Y(p), \\ \Theta_2(p) = K_{2X}(p)A_X(p) + K_{2Y}A_Y(p). \end{cases} \quad (3)$$

При условии $K_{1Y}(p) \equiv K_{2Y}(p)$ и $K_{1X}(p) \neq K_{2X}(p)$ получим:

$$\Delta\Theta = \Theta_1(p) - \Theta_2(p) = [K_{1X}(p) - K_{2X}(p)]A_X(p). \quad (4)$$

Этот путь практически можно реализовать лишь при временном разделении каналов.

ЛИТЕРАТУРА:

1) Кричевский Е.С. Волченко А.Г. Галушкин С.С. Контроль влажности твердых и сыпучих материалов. Под ред. Е.С. Кричевского. -М.: «Энергоатомиздат», 1986.-136с.

2) Матякубова П.М. Зерновая сыпучая масса - как объект автоматического контроля // Межвузовский сборник научных трудов «Актуальные вопросы в области технических и фундаментальных наук», вып 3, ТашГТУ, Ташкент 1998.- с. 7ч12.

3) Abubakirov, A. B., Najmatdinov, Q. M., Kurbaniyazov, T. U., & Kuvatova, S. B. (2021). Sensor characteristics monitoring and control of single and three-phase currents in electric networks. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(3), 2282-2287.

4) Kh, Siddikov I. "Permissible Voltage Asymmetry for Asynchronous Motor Control in Non-Nominal Operating Situations." *American Journal of Social and Humanitarian Research* 3.9 (2022): 55-64.

5) Kurbaniyazov, T. U. (2022). Distributed Active and Reactive Power Control With Smart Microgrid Demonstration. *Middle European Scientific Bulletin*, 30, 1-9.