

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗЕРНА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ХРАНЕНИЯ

**Зеленский С.А., Степанов М.С.**

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

**Аннотация.** При хранении зерна в элеваторах необходим контроль температуры зерновой массы с целью предупреждения негативных процессов, которые приводят к сокращению сроков хранения и финансовым потерям. Для этого могут использоваться обычные ртутные или спиртовые термометры, и электрические средства измерений. При большом объеме зерновой массы рекомендуется применять автоматизированные системы контроля температуры.

**Ключевые слова:** измерение температуры, хранение зерна, температурный датчик.

## MEASURING SYSTEM FOR MONITORING GRAIN TEMPERATURE DURING STORAGE

**Zelensky S.A., Stepanov M.S.**

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

**Abstract.** In science and technology, today various sensors of electrical and non-electrical quantities are used. The article provides a brief overview of the primary converters. One of the devices for non-destructive testing of thermophysical properties for determining the characteristics of agricultural objects in production is presented.

**Keywords:** temperature measurement, grain storage, temperature sensor.

Для выпуска высококачественной сельскохозяйственной продукции требуется обеспечение заданных параметров используемых технологических процессов ее производства и хранения. Например, при хранении зерна в элеваторах необходим контроль температуры и влажности зерновой массы, что позволяет своевременно выявлять и предотвращать возможные негативные процессы. В частности, повышение температуры зерна может быть следствием того, что в зерновой массе, особенно в условиях повышенной влажности, начинается активное развитие микроорганизмов, результатом чего является сокращение сроков хранения зерна и финансовые потери. Для своевременного выявления участков с повышенной температурой в зерновой насыпи средства измерений, применяемые для контроля температуры, должны обладать высокой чувствительностью и малой погрешностью измерений [1].

Измерение температуры зерна может быть выполнено только на месте с использованием контактного метода. Поверхность зерна визуально делят на квадраты площадью около 100 кв. м., в каждом из которых необходимо выполнить измерения в 5-ти контрольных точках, в каждой из которых – на глубинах 0,5/1,5/2,5 м при высоте насыпи зерна менее 3 м и далее через каждый метр при высоте насыпи более 3 м.

В качестве средств измерений температуры зерна удобно использовать термозонды, которые в общем случае представляют собой датчик температуры, заключенный в защитный (стойкий к воздействию окружающей и измеряемой среды) кожух.

Датчик может представлять собой:

- обычный термометр (ртутный или спиртовой), заключенный в металлический футляр, навинчивающийся на металлическую или деревянную штанги нужной длины. Примером является термоштанга с термометром типа ТШТ, представляющая собой раздвижное телескопическое устройство, изготовленное из двух металлических тонкостенных труб, покрытых пластиком, на нижнем конце которого расположен конусный наконечник с установленным внутри спиртовым термометром ТС-7.

Для измерения температуры насыпи на глубине до 1,5 м термоштанга используется в сложенном состоянии. Для измерения температуры на большей глубине внутреннюю трубу термоштанги выдвигают из внешней до упора и зажимают в ней, проворачивая вдоль оси, погружают термоштангу в насыпь на нужную глубину и выдерживают для стабилизации температуры насыпи, извлекают термоштангу из насыпи и через смотровое окно снимают показания температуры с термометра. Продолжительность измерений составляет 7 мин, диапазон измерений: от -10 до +60°C.

- электрическое средство измерений (терморезистор, термистор, термопара, интегральный датчик). Примером является термоштанга с цифровым электронным блоком ТШЭ-1-3,5. Оно содержит электронный блок с двухстрочным цифровым дисплеем, в котором верхняя строка показывает температуру измеряемую датчиком расположенным в измерительном наконечнике, а нижняя строка - температуру окружающей среды (датчик расположен внутри электронного блока). Продолжительность измерений составляет 4 мин, диапазон измерений: для внешнего датчика от -50 до +70°C, для внутреннего датчика от -10 до +40°C.

Такое средство измерений более удобно по сравнению с обычным термометром, однако также предусматривает необходимость использования ручного труда, ведения записей результатов и их обработки, что является трудоемким процессом, особенно при необходимости большого количества измерений.

Для контроля температуры зерна при больших объемах зерновой массы в элеваторах целесообразно применять автоматизированную систему контроля температуры. Примером такой системы является система АСКТ-01 (рис. 1) [2,3,4].

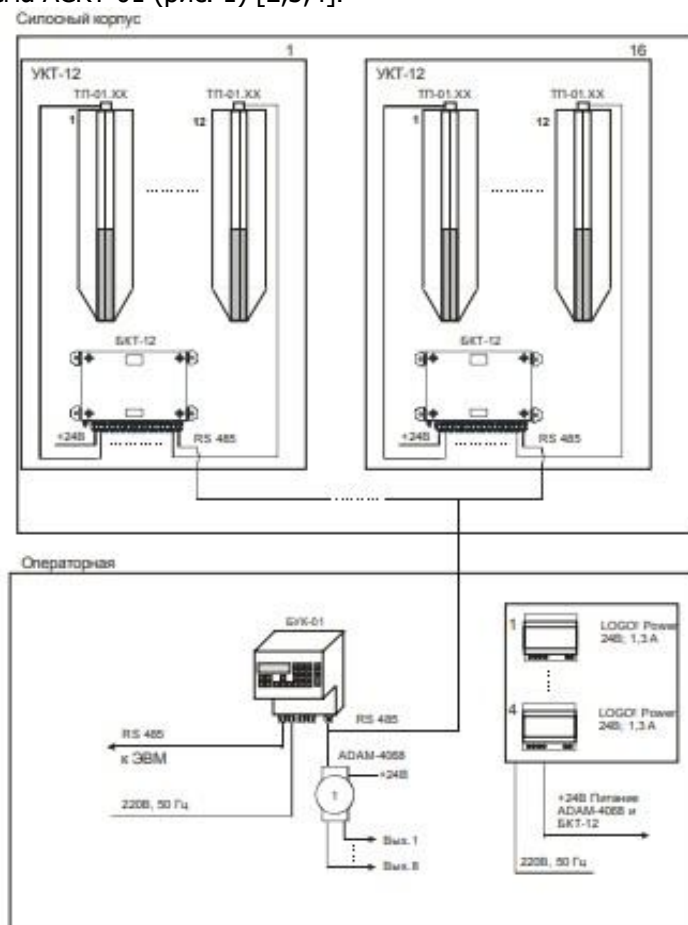


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированной системы контроля температуры АСКТ-01

Эта система предназначена для измерения температуры зерна и подачи аварийно-предупредительной сигнализации в случае превышения температурой зерна установленного предельного значения. В системе использовано устройство контроля температуры типа УКТ-12 с диапазоном измерений температуры от -40 до +70°C, в состав которого входят термоподвески ТП-01, представляющие собой сборку датчиков, помещенную в цельную защитную оболочку из полиэтилена высокого давления с залитым грузонесущим тросом. Датчики расположены в зерновой массе с дискретностью 1 м, погрешность измерений температуры не превышает + 1°C.

Термоподвеска состоит из механически и электрически объединенных локального контроллера и чувствительного элемента. Чувствительный элемент представляет собой гибкую пластиковую оболочку, армированную двумя стальными тросами. Внутри оболочки расположен измерительный шлейф с датчиками температуры. Термодатчики осуществляют измерение температуры контролируемого вещества в пределах отдельных зон и вырабатывают кодированные измерительные сигналы. Чувствительный элемент одновременно является емкостным датчиком уровня. Несущие тросы образуют две обкладки измерительного конденсатора. Электрический сигнал на обкладках создает вокруг тросов электрическое поле, взаимодействующее с окружающей средой. По мере заполнения или

опорожнения зерновой массы, емкость измерительного конденсатора изменяется. Контроллер вычисляет значение емкости и преобразует его в показания уровня, передаваемые на внешние устройства. Кроме датчиков температуры, на измерительном шлейфе установлены равномерно расположенные реперные сигнализаторы уровня, образующие опорные точки. При достижении зерновой насыпью каждого реперного сигнализатора происходит его срабатывание и выполняется корректировка значений уровня. Таким образом производится автоматическая калибровка по уровню, что обеспечивает стабильность результатов измерений уровня зерновой насыпи вне зависимости от вида и характеристик измеряемого продукта. Одновременно с измерением уровня локальный контроллер поочередно опрашивает датчики температуры, сохраняет считанные значения и выдает их по запросу от внешней ЭВМ через интерфейсную линию связи RS485.

Таким образом, применение автоматизированной системы позволяет обеспечить достоверный контроль температуры зерна и обеспечить его высокое качество.

#### **Список использованных источников**

1. Юкиш А.Е., Ильина О.А., Ильин Г.Н. Технология и организация хранения зерна. – М.: Изд-во Дели плюс», 2015. – 476 с.

2. Автоматическая система контроля температуры АСКТ-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kontakt-1.ru/produkcziya/katalog-produkczii/termopodveski-i-termometriya,-mnogotochechnyie-datchiki-temperaturyi/avtomatizirovannaya-sistema-kontrolya-temperaturyi-askt-01.html>\_(Дата обращения: 07.02.2020).

3. ЮЯИГ.421459.001 РЭ. Система автоматизированного контроля температуры АСКТ-01 [Электронный ресурс]. – URL: <https://bars.nt-rt.ru/images/manuals/askt01.pdf>\_(Дата обращения: 07.02.2020).

4. Федоренко В.В, Кузьмин А.В. Сбор и хранение данных в автоматизированной системе контроля температуры объекта / В.В Федоренко, А.В. Кузьмин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, Информационные технологии, Системы управления. – Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2017. - №24. – С.105-120.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.