

Автоматизированная система контроля температур в силосах элеваторов на базе модулей ADAM-4000

Владимир Перепечаенко, Виталий Майнов, Николай Михалев

Описана автоматизированная система контроля температур в силосах элеваторов.

Введение

Элеваторы (высокомеханизированные склады) широко используются в агропромышленном комплексе для хранения продукции (зерна, семян, шрота и т. п.). Элеваторы различаются между собой количеством силосов, их высотой, формой и размерами. Интегрированным показателем качества хранения сельхозпродукции является ее температура. При нарушении условий закладки и хранения сельхозпродукция самосогревается, что приводит к ее порче, возгоранию и даже взрыву.

Традиционно все элеваторы при строительстве оборудовались типовыми системами дистанционного контроля температур типа ДКТЭ и МАРС-1500 разработки 60-х годов. Эти системы имеют ряд недостатков:

- контроль температур и их регистрация осуществляются вручную с большой погрешностью (±5°С);
- не контролируются тенденции изменения температур;
- отсутствуют интегрированные оценки качества хранения сельхозсырья в элеваторе;
- качество контроля полностью зависит от добросовестности отдельных исполнителей.

Переход на мировые цены сделал актуальной проблему сохранности сельхозпродукции и, следовательно, потребовал повышения уровня автоматизации контроля температуры в силосах элеваторов на базе современной техники. Ряд организаций в странах СНГ активно работает в направлении создания современных систем контроля температур. Обычно такие системы создаются на базе ПЭВМ и микроконтроллеров, которые используются для ввода-вывода информации от датчиков и исполнительных устройств, установленных на элеваторе.

В АО НПО «Пищепромавтоматика» (г. Одесса) разработана и внедрена в 1996 г. автоматизированная система контроля температур (АСКТ) в силосах элеватора семян подсолнечника. Система создана на базе ПЭВМ и модулей ADAM-4000 без использования микроконтроллера. При разработке системы необходимо было ориентироваться на использование имеющейся на предприятии ПЭВМ IBM PC/AT 286.

Характеристика объекта

В качестве объекта автоматизации использовался элеватор с круглыми силосами, имеющий систему дистанционного контроля температуры типа ДКТЭ, внедренную в 1962 г.:

число силосов (в т. ч. звездочек), шт 105;
число термоуровней 6;
высота силосов, м 30;
число точек контроля температур 630;
тип термоподвесок ТП-1М;
градуировка термоподвесок по ГОСТ 6651-78 ..... 23.

За годы эксплуатации в системе сохранились в хорошем состоянии термоподвески, кабельные линии и конструктивы релейных шкафов. Это позволило оставить указанные элементы в новой системе и таким образом минимизировать затраты на ее создание.

Структурная схема АСКТ

АСКТ представляет собой одноуровневую систему на базе ПЭВМ IBM PC. Для повышения надежности сохранена старая система ДКТЭ, которая в любой момент может быть использована в случае выхода из строя АСКТ. Переключение с АСКТ на ДКТЭ и наоборот производится дистанционно с индикацией состояния.

Структурная схема системы показана на рис. 1. В АСКТ используются следующие модули:

модули вывода дискретных сигналов для управления коммутацией измерительного канала — ADAM 4050 (2 шт.);
модуль ввода аналоговых сигналов от датчиков температуры — ADAM 4012;

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

модуль последовательного интерфейса RS-485 — PCL-745B;
измерительный преобразователь с искробезопасным барьером — Ш-703И;
устройство дешифрации и гальванической развязки — УДГ;
коммутатор сигналов низкого уровня — КСНУ (10 шт.).

Модули ADAM 4050, ADAM 4012 и PCL-745B производятся фирмой Advantech, измерительный преобразователь изготовлен заводом «Электроприбор» (г. Киев), остальные модули разработаны и изготовлены АО НПО «Пищепромавтоматика».

Модули ADAM могут работать с любыми типами компьютеров и терминалов, оборудованными интерфейсом RS-485. Обмен данными между модулями и компьютером производится в ASCII-формате. Это означает, что управление модулями возможно на любом языке высокого уровня, имеющем функции для работы с COM-портами.

Модули не содержат переключателей, перемычек и подстроечных резисторов, предназначенных для их конфигурирования и калибровки. Все конфигурационные параметры, включая адрес модуля, скорость обмена информацией, контроль четности, сигнализацию о выходе измеряемого параметра из заданного диапазона, калибровочные параметры, настраиваются с помощью соответствующих команд с ПЭВМ.

КСНУ установлены в шкафах РШ-2Г в надсилосном помещении элеватора, ПЭВМ IBM PC и PCL-745B установлены в сырьевой лаборатории предприятия на расстоянии 300 м от элеватора. Остальные модули установлены в шкафах ДКТЭ диспетчерского помещения элеватора.

Связь между элеватором и сырьевой лабораторией выполнена витой парой в телефонном кабеле АТС предприятия. Стенд для отработки технических решений по системе показан на рис. 2.

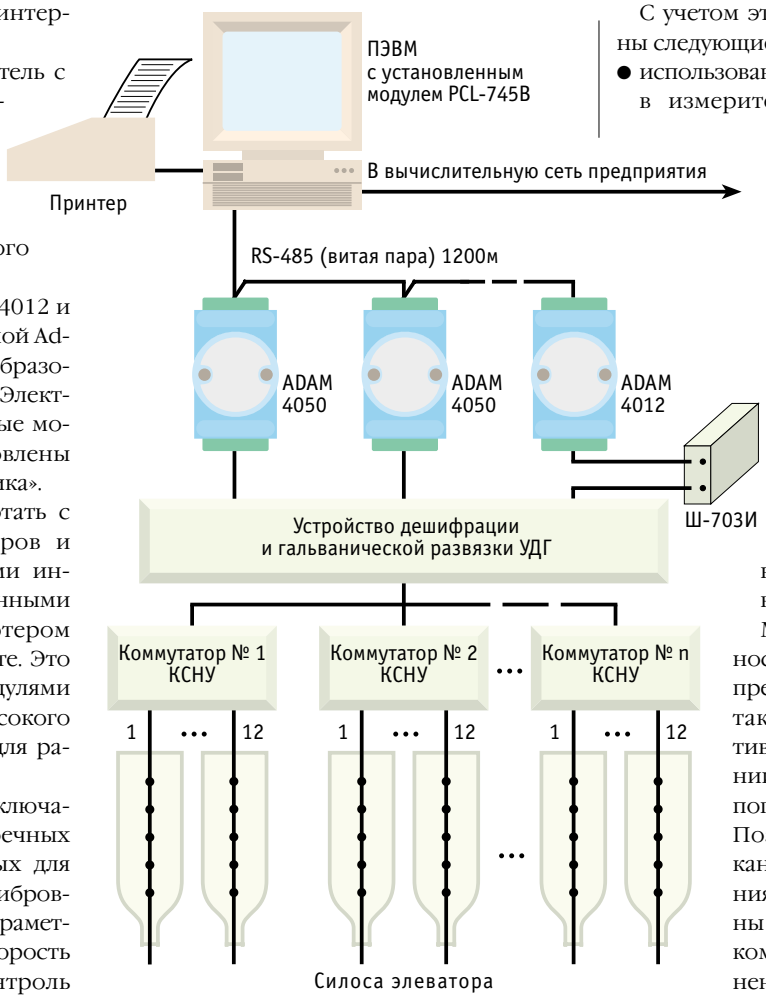


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы контроля температур

Основные технические решения

Задача создания АСКТ осложняется тем, что элеватор является объектом повышенной опасности. Источником опасности служит минеральная и органическая пыль, образующаяся в большом количестве при транспортировке семян подсолнечника и загрузке их в силоса. В связи с этим силоса элеватора по Правилам устройства электроустановок отнесены по взрывоопасности к категории В-II, а надсилосные помещения — к категории В-IIа.

С учетом этого в системе реализованы следующие технические решения:

- использован искробезопасный барьер в измерительном преобразователе Ш-703И, связанном непосредственно с термодатчиками, установленными в силосах;
- понижено напряжение электропитания реле в коммутаторах шкафов РШ-2Г до 3 В по сравнению с использовавшимся ранее напряжением 220 В;
- заменены открытые реле в шкафах РШ-2Г на герметичные герконовые РЭС-44.

Метрологическая стабильность системы определяется прежде всего качеством контактов (изменение сопротивления измерительной линии на 0,23 Ом приводит к погрешности системы в 1°С). Поэтому в измерительном канале системы все соединения «под винт» были заменены на паяные контакты, а в коммутаторах КСНУ применены реле РЭС-44, имеющие стабильное сопротивление контактов.

Основные функции АСКТ

Применение в системе ПЭВМ и возможность использования языков программирования высокого уровня позволили существенно расширить традиционные функции систем термометрии и организовать графический интерфейс общения оператора с системой.

АСКТ реализует следующие функции:

- выполнение по команде оператора циклического опроса датчиков, преобразование полученных результатов и запись их на жесткий диск ПЭВМ;
- выполнение по команде оператора измерений температуры в заданном силосе и индикация результатов на экране монитора ПЭВМ;
- диагностика метрологических характеристик системы;
- формирование базы данных по результатам 30 измерений;



Рис. 2. Стенд для отработки технических решений системы контроля температур

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

Таблица 1. Технические характеристики АСКТ

Диапазон измеряемых температур	от -30 до +50°С
Абсолютная погрешность измерения с учетом погрешности термоподвески, не хуже	1,5°С
Время измерения температуры в одной точке, не более	1,4 с
Тип используемых термоподвесок	любые стандартные
Количество контролируемых силосов	не ограничено
Пульт диспетчера ПЭВМ	IBM PC
Удаление ПЭВМ от элеватора, не более	1200 м
Интерфейс связи ПЭВМ с аппаратурой элеватора	RS-485 (витая пара или радиоканал)

- определение скорости измерения температуры в каждой точке измерения;
- распечатка результатов измерений по всем силосам для любого из 30 измерений;
- построение круговых диаграмм, характеризующих распределение силосов по группам температур, после каждого измерения;
- построение графиков изменения температуры в каждой точке контроля для любого из 30 измерений;
- построение гистограммы распределения во времени силосов с критическими значениями температур (≥30°С);
- автоматизированная настройка системы на конкретный объект при внесении в него изменений.

Основные технические характеристики АСКТ приведены в табл. 1.

В АСКТ используется операционная система MS-DOS версии не ниже 3.30. Система запрограммирована с использованием языка программирования Visial Basic for DOS.

На рис. 3-5 показаны примеры экранов, отображаемых на операторском дисплее в различных режимах работы программного обеспечения.

Алгоритм измерения температуры

В качестве измерительного преобразователя (ИП) в АСКТ используется стандартное устройство Ш-703И, работающее с линиями связи различной длины (сопротивление одного провода должно находиться в диапазоне от 0,1 до 10 Ом) и имеющее повышенную помехоустойчивость и встроенный барьер искробезопасности. Это позволяет применять его на элеваторах любых размеров и конфигурации. Класс точности ИП должен быть не хуже 0,25.

Нормальная работа ИП возможна при постоянном наличии нагрузки на входе, эквивалентной термометру сопротивления.

При резком изменении величины нагрузки (обрыв линии, большой перепад температур, неисправность датчика и т. п.) в ИП возникают переходные процессы, которые сказываются на результатах измерений и требуют времени после коммутации каналов для завершения этих переходных процессов.

Для надежного срабатывания реле после выдачи управляющего сигнала выборки корпуса и управляющего сигнала выборки шкафа РШ-2Г выполняются задержки длительностью 0,1 с. После выдачи управляющего сигнала выборки термоподвески выполняется задержка дли-



Рис. 3. Просмотр значений температур по отдельным силосам

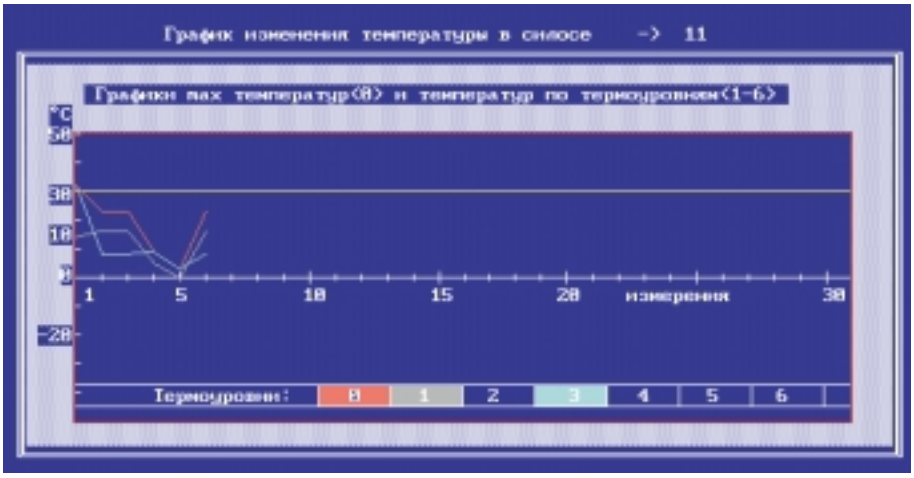


Рис. 4. График изменения температуры в силосе



Рис. 5. Анализ состояния зерна по температуре

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru

тельностью 0,4 с. Если корпус, релейный шкаф или термоподвеска уже выбраны, повторная выборка не производится.

После выборки термоподвески вместо нагрузочного резистора ко входу измерительного преобразователя Ш-703И подключаются по очереди 6 термодатчиков, производится их опрос и нагрузочный резистор опять подключается ко входу ИП Ш-703И.

В результате экспериментальных исследований фактических динамических характеристик ИП установлено, что в режиме с коммутируемым входным сигналом гарантированное время установления входного сигнала (время, в течение которого выходной сигнал ИП входит в зону допускаемого значения основной погрешности) составляет 1,4 с.

Применение следующего алгоритма позволяет увеличить достоверность и в ряде случаев уменьшить время измерения температуры.

Через 0,5 с после подключения термодатчика выполняется серия из минимум трёх и максимум десяти измерений с интервалом 0,1 с. Если разность между результатами трёх последовательных измерений не превышает 0,1°С, то последнее измеренное значение температуры считается достоверным. При этом минимальное время съёма показаний термодатчика составляет 0,7 с (если понадобилось только 3 измерения), а максимальное — 1,4 с (если понадобилось выполнить все 10 измерений).

Перспективы использования АСКТ

Элеваторы являются весьма распространенными объектами агропромышленного комплекса в странах СНГ. Предложенный вариант системы контроля температур в силосах типа АСКТ без микроконтроллера существенно упростил систему и сделал ее самой экономичной из известных аналогичных систем. Благодаря своей простоте АСКТ обладает более высокими показателями надежности и метрологическими характеристиками.

АСКТ имеет существенные перспективы развития при переходе на современные ПЭВМ, так как эта техника позволяет использовать такие программные средства, как Windows и Visual Basic for Windows, обеспечивая высококачественный графический интерфейс с пользователем.

Документация на АСКТ (ТЗ и типовые решения) прошла экспертизу в ГОСНИИ Госстандарта Украины (г. Львов) и получила положительную оценку. Методики метрологической аттестации и поверки системы АСКТ утверждены Госстандартом Украины. Указанная документация ориентирована на массовое тиражирование АСКТ для элеваторов различных типов и назначения. ●

(C) 1998 СТА Тел.: (095) 234-0635 Факс: (095) 330-3650 http://www.cta.ru