

## Литература

1. Чемоданов Б.К. и др. Математические основы теории автоматического регулирования. Том 2. Учебное пособие для вузов. М., «Высшая школа», 1977, 454 стр.
2. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического регулирования, издание третье, исправленное. Бесекерский В.А., Попов Е.П., издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1975, 768 стр.
3. Simulink, И.В.Черных. "Simulink: Инструмент моделирования динамических систем" [Электронный ресурс]: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/>

УДК 631.9

**АВТОМАТИЗАЦИЯ АКТИВНОГО ВЕНТИЛИРОВАНИЯ ЗЕРНА****Богданов С.И.**, к.т.н., доцент, **Рябцев В.Г.**, д.т.н., профессор,**Жильцова Н.С.**, **Маркин М.А.**

ВолГАУ, г. Волгоград, Российская Федерация

Хранение зерна – комплекс мероприятий, способствующих сохранению запасов зерна. Правильная организация хранения зерна позволяет полностью сохранить его качество и свести к минимуму потери массы. Успех хранения зависит от подготовки хранилищ и партий зерна, соблюдения режима хранения. Для временного хранения влажного зерна широко применяется активное вентилирование, которое выполняется продуванием массы зерна подогретым воздухом. При активном вентилировании подсушиваются зерновые насыпи и предупреждается его самосогревание. Активное вентилирование исключает травмирование зерна, что всегда в той или иной степени происходит во время пропуска зерновых масс через зерноушилки, зерноочистительные машины и при перемещении транспортными механизмами [1-3].

Целью работы является разработка ресурсосберегающей технологии хранения зерна с использованием автоматизированной системы управления технологическим процессом активного вентилирования на основе программируемого логического контроллера фирмы ОВЕН.

Для обеспечения подсушивания зерна и уменьшения относительной влажности воздуха его необходимо подогреть с учетом текущей наружной температуры. График зависимости температуры теплого агента, который применяется для вентилирования зерна, от температуры наружного воздуха приведен на рис. 1 и представлен в виде тренда:

$$y = -0.8197x + 25.591.$$

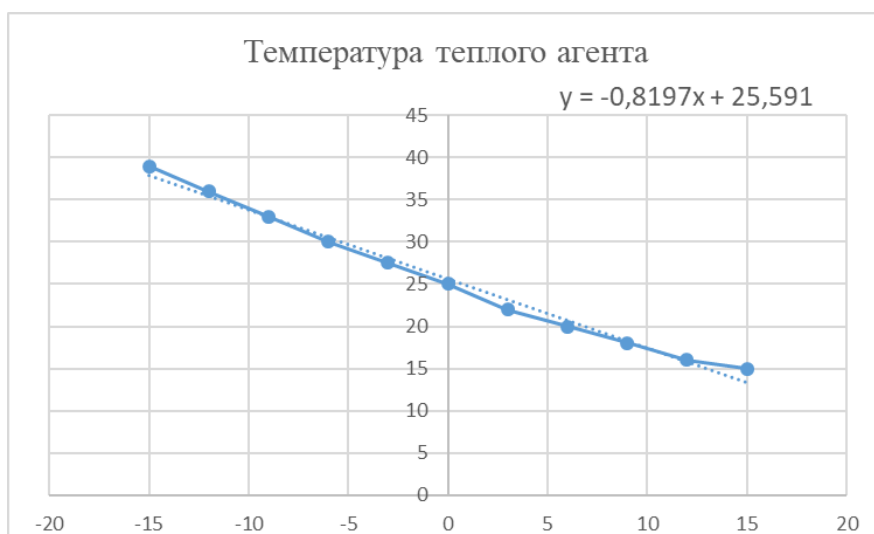


Рисунок 1 – График зависимости температуры теплого агента от температуры наружного воздуха

С учетом допустимого отклонения на  $\pm 10$  °С температуры теплого агента от значений, вычисленных согласно тренда, область его допустимых значений имеет вид:

$$-1.8645x+53.871 \leq z \leq -1.8645x+63.871.$$

Снижение температуры теплового агента при увеличении температуры наружного воздуха уменьшает затраты тепловой энергии и повышает эффективность активного вентилирования зерна.

Система автоматизации состоит из следующих компонентов:

- блока питания 24 В;
- аналогово-цифрового преобразователя (АЦП);
- ПЛК 100-24 Р-М;
- модема для передачи данных;
- датчиков температуры;
- датчика влажности зерна.

Для автоматизации вентилирования зерна применен ПЛК 100-24 Р-М фирмы ОВЕН, который обеспечивает получение следующих основных технических параметров и количественных характеристик:

- тактовая частота центрального 32-х разрядного RISC процессора на базе ядра ARM9 – 200 МГц;
- объем оперативной памяти – 8 Мб;
- объем энергонезависимой памяти - 4 Мб;
- напряжение питания ПЛК 100 -220 Р-М – 220 В переменного тока;
- среда программирования – CoDeSys 2.3.8.1 и старше;
- скорость обмена по протоколам RS от 4800 до 115200 bps;
- максимальная частота сигнала, подаваемого на дискретный вход при программной обработке 10 кГц;
- обеспечивается передача данных на верхний уровень в SCADA-систему;
- интерфейсы: RS-232, RS-485 обеспечивают поддержку модулей ввода/вывода ОВЕН Mx110 и операторских панелей, а также связь со SCADA-системой.

Для формирования команд изменения температуры теплового агента при вентилировании зерна в среде CoDeSys на языке ST написана программа, пример визуализации которой приведен на рис. 2.

По программе от датчиков поступают значения температур теплового агента и наружного воздуха. Если температура теплового агента находится ниже области допустимых значений, то программа выдаёт надпись: «УВЕЛИЧЬТЕ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕПЛОГО АГЕНТА». Если температура теплового агента находится выше области допустимых значений, выдается надпись: «УМЕНЬШИТЕ ТЕМПЕРАТУРУ ТЕПЛОГО АГЕНТА». Если температура теплового агента находится внутри области допустимых значений, то на экран монитора выдается надпись: «НОРМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА ТЕПЛОГО АГЕНТА».

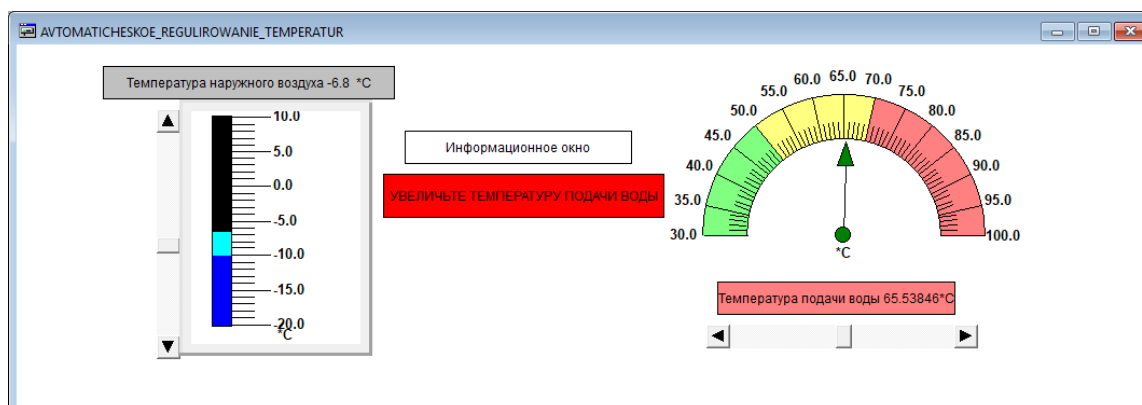


Рисунок 2 – Визуализация программы в режиме увеличения температуры теплового агента

При температуре наружного воздуха равной 15°C нагревание воздуха прекращается и вентилирование зерна осуществляется наружным воздухом без его подогрева.

Для измерения аналоговых сигналов, преобразования измеренных величин в значение физической величины и последующей передачи этого значения по сети RS-485 применен модуль аналогового ввода MB110-2A.

В качестве входных датчиков модуля могут быть использованы:

- термометры сопротивления;
- термопары (термоэлектрические преобразователи);
- активные преобразователи с выходным аналоговым сигналом в виде постоянного напряжения, сопротивления или тока.

Для задания режима работы модуля MB110-2A необходимо настроить его конфигурацию. С этой целью модуль MB110-2A подключается к компьютеру, используя преобразователь интерфейсов RS-485-USB. Во время конфигурирования прибора при определении сетевых настроек выбирается протокол ModBus.

Автоматическое регулирование температуры теплого агента обеспечивает снижение потребления электроэнергии для генерирования теплого агента, что снижает затраты на хранение зерна. Внедрение системы автоматизации технологического процесса активного вентилирования зерна возможно в небольших фермерских хозяйствах.

#### Литература

1. Автоматизация технологических процессов: Учебное пособие / Фурсенко С.Н., Якубовская Е.С., Волкова Е.С. – М.: НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2015. – 377 с.
2. Активное вентилирование зерна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hitagro.ru/aktivnoe-ventilirovanie-zerna/>
3. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов: учебник / И. Ф. Бородин, Ю. А. Студник. – М.: Колос, 2007. – 344 с.

УДК 621.385.6

### **РАДИОВОЛНОВЫЕ УСТАНОВКИ ДЛЯ РАЗМОРАЖИВАНИЯ ВЯЗКОГО СЫРЬЯ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ**

**Тихонов А.А.<sup>1</sup>**, к.т.н., доцент, **Романюк Н.Н.<sup>2</sup>**, к.т.н., доцент,  
**Казаков А.В.<sup>1</sup>**, д.б.н., доцент, **Новикова Г.В.<sup>1</sup>**, д.т.н., профессор

<sup>1</sup>НГСХА, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

<sup>2</sup>БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Размораживание вязкого сырья при низких эксплуатационных затратах является актуальной задачей.

Целью исследований является разработка радиоволновых установок для размораживания сырья без экранирующего корпуса с резонаторами, обеспечивающими высокую напряженность электрического поля и непрерывный режим работы с соблюдением электромагнитной безопасности. Разработаны сверхвысокочастотные (СВЧ) установки, в том числе с квазистационарным резонатором (рисунок 1) и биконическим резонатором.

СВЧ установка с квазистационарным резонатором содержит квазистационарный резонатор, состоящий из тороидальной части 1, образованной коаксиально расположенными цилиндрами и верхним кольцевым основанием 3, и конденсаторной части, представленной нижним основанием 5 центральной части резонатора и нижним перфорированным основанием резонатора 9. В центральной части 2 квазистационарного резонатора расположена приемная емкость 4 в виде усеченного конуса из неферромагнитного материала, содержащая заслонку. На нижнем основании 5 конденсаторной части резонатора имеется центральное отверстие, куда пристыкован малым основанием неферромагнитный усеченный конус, диаметр малого основания которого менее четверти длины волны. Образующие усеченного конуса соприкасаются с окружностью центральной части резонатора 2. К нижнему перфорированному основанию резонатора пристыкована неферромагнитная накопительная емкость 10.