

Секция 1 «ЭНЕРГЕТИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ»

УДК 631.171

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ КАРТОФЕЛЕХРАНИЛИЩА

А.С. Кадебская, студент 4 курса АЭФ

Научный руководитель: Е.С. Якубовская

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,*

г. Минск, Республика Беларусь

Одной из ключевых задач при хранении картофеля является поддержание оптимального микроклимата в хранилище, поскольку отклонения температуры и влажности приводят к потерям урожая из-за прорастания, гниения и болезней [1]. Кроме того, сегодня важным являются условия энергоэффективности и снижения затрат на энергоресурсы. Рассмотрим пути модернизации автоматизированной системы управления микроклиматом картофелехранилища, обеспечивающей сохранность продукции и энергосбережение.

Требования к микроклимату в картофелехранилище определяются ТКП 45-3.02-143-2009 [2], в котором идет ссылка нормы технологического проектирования [3]. Здесь должны поддерживаться требуемая температура и влажность в зависимости от периода хранения картофеля.

В первый (лечебный период) необходимо создать условия для наиболее быстрого заживления механических повреждений клубней, а также для просушки картофеля. При поступлении влажного картофеля в хранилище его необходимо непрерывно вентилировать до осушки наружным воздухом, а затем периодически (4–6 раз в сутки) вентилировать рециркуляционным воздухом по 15–30 мин с интервалами 4–6 час. Температура вентиляционного воздуха в этот период не регулируется и находится в пределах +12–18 °С, относительная влажность 90–95%. Продолжительность лечебного периода 10–14 суток. Скорость оmyвающего клубни воздушного потока в насыпи продукта не ниже 0,1 м/сек.

Во второй период, период охлаждения, температуру картофеля снижают до оптимального для хранения значения. Вентилирование в это время необходимо только при условии, что наружная температура на 2–3 °С ниже температуры массы картофеля. Интенсивность вентиляции должна обеспечить снижение температуры до +2–4 °С в течении 20–40 суток. Температура вентиляционного воздуха, поступающего в массу продукции, должна быть, возможно, низкой, но не ниже +1 °С.

В третий период, период хранения, при помощи активной вентиляции нужно поддерживать в хранилище и массе картофеля оптимальную для хранения температуру в пределах +2–4 °С. Продолжительность работы вентиляции в это время должна быть минимальной: вентиляция включается при достижении картофелем температуры +4 °С и снижает температуру до +2 °С, после чего отключается. При нормальной температуре систему вентиляции необходимо включать 4–6 раз в сутки на 15–30 минут для предупреждения повышения температуры и влажности. Не следует допускать переохлаждения верхних слоев картофеля и конденсации на них влаги. Температура вентиляционного воздуха должна быть не ниже +1 °С. Поддерживают заданные параметры с помощью активного вентилирования. Интенсивность вентилирования должна быть 70 м³/т·ч для семенного картофеля, продовольственного – 50 м³/т·ч [3].

Исходя из технологических требований, контроллер как устройство управления микроклиматом картофелехранилища должен обеспечить поддержание температуры приточного воздуха, температуры и влажности в массе картофеля в зависимости от периода хранения, температуры воздуха верхней зоны картофелехранилища, защиту от замораживания. Для этого необходим также набор датчиков температуры и исполнительные устройства, места установки которых показаны на схеме автоматизации (рисунок 1).

Необходимо отметить, что весной для обеспечения заданной температуры активного вентилирования может быть недостаточно. В этом случае необходимо использовать охлаждающие установки [4, с. 263]. При этом требуется использовать плавный закон управления, что требует подбора параметров настройки программного регулятора, реализуемого в контроллере.

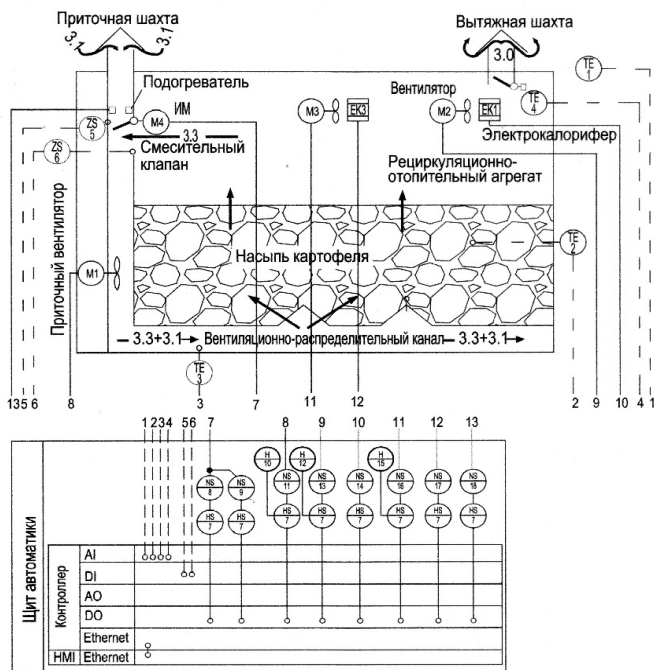


Рисунок 1 – Схема автоматизации поддержания микроклимата в картофелехранилище

В контур регулирования входят: объект – картофелехранилище, как объект регулирования температурой в воздушно-распределительном канале, датчик температуры в канале, сравнивающее и регулирующее устройство, которым является контроллер, регулирующий орган – клапан подачи хладагента непрерывного действия. Определив математическое описание всех звеньев контура регулирования по литературным данным [4] получаем структурную схему (рисунок 2), адаптированную для моделирования в пакете MATLAB [5].

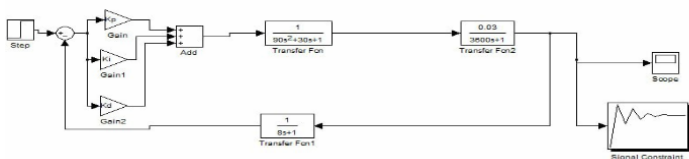


Рисунок 2 – Структурная алгоритмическая схема контура регулирования температуры в воздушно-распределительном канале картофелехранилища

В результате подбора параметров заикливание происходит в точке со следующими значениями коэффициентов настройки: $k_p = -4,2673 \cdot 10^4$; $k_i = -1,1111 \cdot 10^4$; $k_d = -2,8653 \cdot 10^4$. Данные значения должны быть установлены в программном регуляторе.

Таким образом, при модернизации автоматизированной системы управления микроклиматом картофелехранилища контроллер, как устройство управления, должен обеспечивать поддержание температуры приточного воздуха, температуры и влажности в массе картофеля в зависимости от периода хранения, температуры воздуха верхней зоны картофелехранилища, защиту от замораживания. Точное поддержание технологических параметров по периодам хранения обеспечит сохранность продукции.

Литература

1. Технология хранения картофеля. Автоматизация и эффективные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstip.ru/news/2218-tehnologiya-khraneniya-kartofelya-avtomatizatsiya-i-effektivnye-resheniya>. – Дата доступа: 18.03.2025.
2. ТКП 45-3.02-143-2009 (02250) Здания и помещения для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Строительные нормы проектирования. – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2009. – 24 с.
3. ОНТП 6-88. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции. – М., 1988. – 33 с.
4. Якубовская, Е.С. Автоматизация технологических процессов и оборудования в АПК : учебное пособие. – Минск: БГАТУ, 2024. – 380 с.
5. Дьяконов, В. П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® в математике и моделировании. Сер. «Библиотека профессионала» / В. П. Дьяконов. – М. : СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.

УДК 631.171

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ПРОИЗВОДСТВА ВИТАМИНИЗИРОВАННОГО МОЛОКА

Н.Ю. Щепко, студент 4 курса АЭФ

Научный руководитель: Е.С. Якубовская

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,*

г. Минск, Республика Беларусь

Качество производства молочной продукции определяется точностью поддержания технологических параметров в процессе про-