

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-

изводства продукции, что требует эффективной автоматизированной системы управления технологическими линиями. Кроме того, сегодня важным являются условия энергоэффективности и снижения затрат на энергоресурсы [1, с. 3]. Рассмотрим пути модернизации автоматизированной системы управления, обеспечивающей высокое качество продукции и энергосбережение.

В состав линии приготовления витаминного молока входит установка пастеризации, сепаратор, гомогенизатор, резервуары с дозатором витаминного порошка. Витамин С плохо переносит высокую температуру, поэтому его необходимо вносить после того, как молоко остыло после обработки [2]. Так как линия поточная, то включение оборудования должно вестись обратно ходу продукта, а останов по ходу. С целью обеспечения энергосбережения следует устанавливать оптимальную загрузку линии с помощью насоса-дозатора с регулируемым приводом. Также необходимо обеспечить плавный пуск двигателей высокой мощности (гомогенизатора и сепаратора).

В процессе производства витаминизированного молока необходимо контролировать с помощью датчиков, показанных на схеме автоматизации (рисунок 1), следующие параметры: уровень в технологических емкостях (уравнительный бак, танк, резервуар), температура молока при пастеризации, температура горячей и охлаждающей воды, жирность молока в потоке при нормализации. Сложный алгоритм управления требует использования в качестве устройства управления контроллера, к которому подключена панель оператора, чтобы была возможность наблюдения за процессом производства витаминизированного молока.

Качество витаминизированного молока зависит от точности поддержания температуры его пастеризации, а также дозирования витамина С. Это условие при реализации автоматизированной системы управления требует поиска оптимальных параметров настройки программного регулятора, определить которые можно в ходе моделирования работы системы.

В контур регулирования входит объект автоматизации – установка пастеризации, датчик температуры, программный регулятор, функцию которого выполняет контроллер, клапан подачи пара для обеспечения температуры горячей воды в секции нагрева. Управляемая величина – температура пастеризации молока; управляющая – температура горячей воды, возмущающее – наружная темпе-

ратура. Определив математическое описание всех звеньев контура регулирования по литературным данным [3], получаем структурную схему (рисунок 2), адаптированную для моделирования в пакете MATLAB [4].

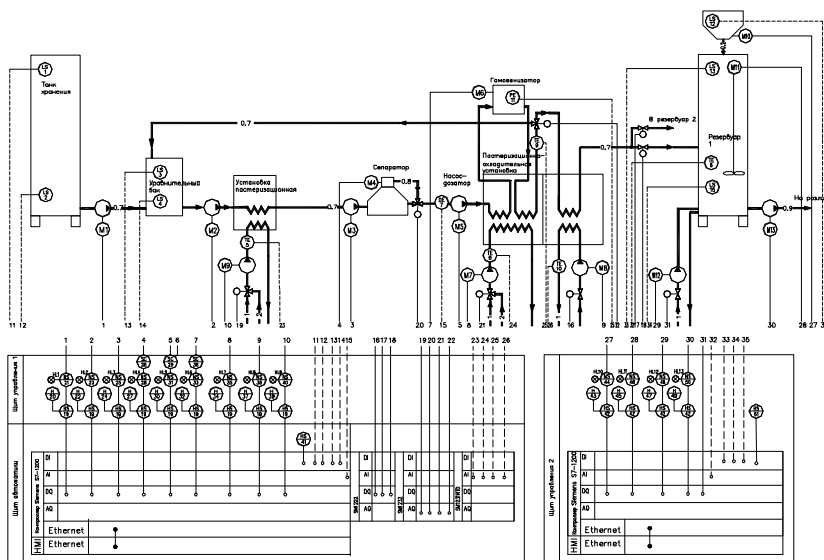


Рисунок 1 – Схема автоматизации линии по производству витаминизированного молока

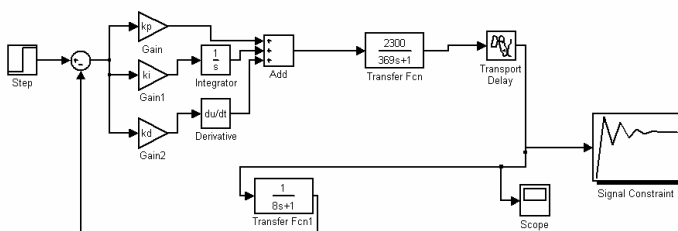


Рисунок 2 – Структурная алгоритмическая схема контура регулирования температуры пастеризации молока

В результате подбора параметров заикливание происходит в точке со следующими значениями коэффициентов настройки: коэффициент пропорциональности – 0,003, интегрирования – $6 \cdot 10^6$, дифференцирования – 0,05. Данные значения должны быть установлены в программном регуляторе, реализуемом в контроллере,

чтобы обеспечить требуемую точность поддержания температуры пастеризации. Результаты моделирования работы системы автоматического регулирования показали приемлемое качество регулирования (рисунок 3), выражаемое следующими параметрами: статическая ошибка отсутствует, перерегулирование – 10%, время регулирования 130 с.

Отслеживать важные технологические параметры можно с помощью панели оператора, подключенной к контроллеру [5, с. 103]. Также с панели оператора можно корректировать при необходимости заданные значения параметров. Кроме того, можно обеспечить ручное управление оборудованием в режиме наладки.

Таким образом, при модернизации автоматизированной системы управления линией производства витаминизированного молока контроллер, как устройство управления, должен обеспечивать выполнение множества требований.

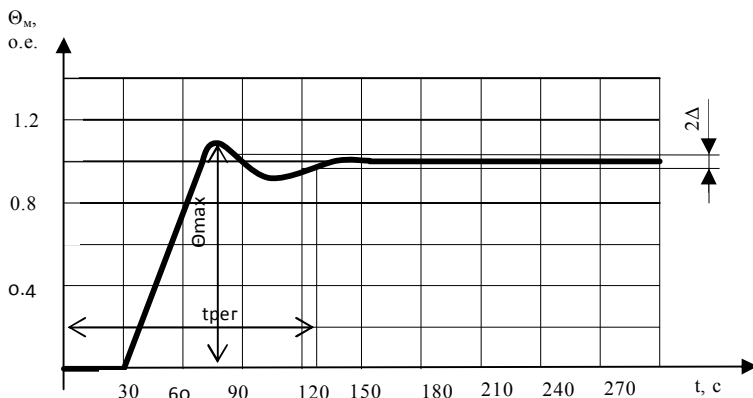


Рисунок 3 – Переходной процесс оптимизированной системы автоматического регулирования

Автоматизированная система управления должна точно поддерживать технологические параметры, обеспечивать оптимальную загрузку линии с помощью насоса-дозатора с регулируемым приводом, обеспечивать плавный пуск двигателей гомогенизатора и сепаратора, поддержание температуры предварительного нагрева молока и температуры пастеризации, а также температуры горячей

и холодной воды в контурах нагрева и охлаждения, дозирование витамина С при включенной мешалке и ее периодическое включение при выдерживании витаминизированного молока. Точное поддержание технологических параметров по всем контурам регулирования обеспечит высокое качество продукции.

Литература

1. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов: учеб. пособие/ М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2014. – 410 с.
2. Технология молочных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://milk-industry.ru/tehnologiya-molochnyh-produktov/192-moloko-vitaminizirovannoe.html>. – Дата доступа: 11.03.2025.
3. Якубовская, Е.С. Автоматизация технологических процессов и оборудования в АПК : учебное пособие. – Минск: БГАТУ, 2024. – 380 с.
4. 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.
5. Гируцкий, А.А. Технические средства автоматизации : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Автоматизация технологических процессов» / А.А. Гируцкий. - Минск : РИВШ, 2024. – 296 с.

УДК 631.171

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ МИКРОКЛИМАТОМ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕПЛИЦЕ

В.И. Щербак, студент 4 курса АЭФ

Научный руководитель: Е.С. Якубовская

*УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет»,*

г. Минск, Республика Беларусь

Использование теплиц пятого поколения в сельском хозяйстве является неотъемлемой частью для повышения эффективности тепличного производства. Появление зоны активного климата – совокупности инженерных систем, предназначенных для создания и регулирования микроклимата в теплицах путем автоматического регулирования температуры, влажности, потока воздуха и других параметров, позволяет добиться более точного поддержания всех