

3. Левин, В. И. Комплексное применение регуляторов роста и биогу-муса при выращивании картофеля / В. И. Левин, А. С. Петрухин, Т. В. Ха-баров / Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства. – 2016. – № 10. – С. 321–326.

4. Антипкина, Л. А. Обоснование эффективности обработки семян и растений дайкона регуляторами роста / Л. А. Антипкина, Я. В. Костин, В. И. Левин // Принципы и технологии экологизации производства в сельском, лесном и рыбном хозяйстве : Материалы 68-й Международной на-учно-практической конференции, посвященной Году экологии в России. – Рязань, 2017. – С. 231-235.

5. Левин, В. И. Фитогормональная регуляция прорастания семян хлебных злаков / В. И. Левин, Н. Н. Дудин // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротех-нологий : Материалы Международной научно-практической конферен-ции. – Рязань, 2018. – С. 180-184.

УДК 631.171

*Е.С. Якубовская, ст. преподаватель, А.И. Бородин, студент,
Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск,*

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА В ЛИНИИ СКВАШИВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕФИРА

Ключевые слова: система автоматического регулирования, температура пастеризации, качество регулирования.

Key words: automatic control system, pasteurization temperature, control quality.

Аннотация. В статье показана важность точного поддержания техно-логических параметров для обеспечения качества продукции. Раскрыты результаты моделирования работы системы автоматического регулирования температурой пастеризации молока при производстве кефира.

Abstract. The article shows the importance of accurately maintaining technological parameters to ensure product quality. The results of modeling the operation of an automatic temperature control system for milk pasteurization in the production of kefir are disclosed.

При производстве кефира используют термостатный или резервуарный способ [1]. Второй предпочтительнее для промышленного производства. Он основан на использовании высокообъемных емкостей. Пастеризованное молоко направляют в емкость, добавляют закваску, периодически перемешивают, по окончании созревания разливают по тарам. Но при этом способе предъявляют высокие требования к контролю технологических параметров на стадии сквашивания [2, с. 193].

В состав технологического оборудования линии сквашивания молока при производстве кефира (рис. 1) входит цистерна охлажденного сырого молока (ЦОСМ), уравнильный бак (УБ), пастеризационно-охлаждающая установка (ПО) с выдерживателем (В), сепаратор (СМ), гомогенизатор (Г), танк сквашивания (РКН), емкость с закваской, насосы, клапаны.

Для управления линией следует использовать контроллер, который выполняет следующие функции: согласованная работа оборудования (функция управления), поддержание температуры пастеризации молока, охлаждения молока (функция регулирования), точное дозирование компонентов в танк для сквашивания молока, контроль готовности продукта в танке, контроль уровня по технологическим емкостям (функция визуализации).

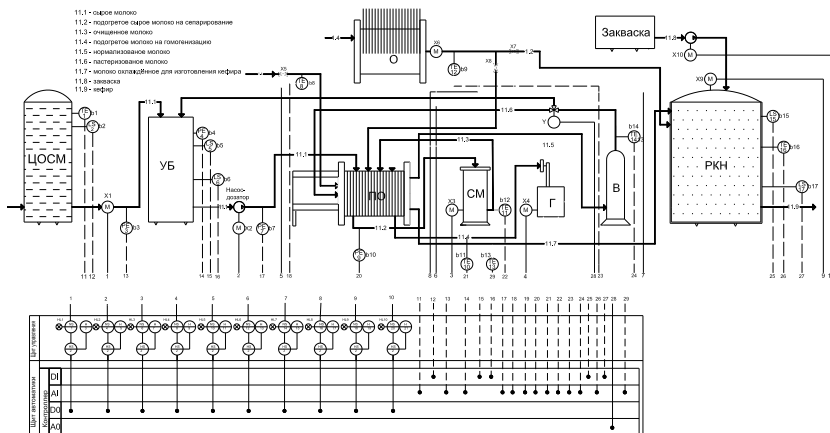


Рисунок 1. Схема автоматизации линии сквашивания молока при производстве кефира

Качество готовой продукции определяется точностью поддержания технологических параметров – температуры пастеризации и охлаждения молока. Проанализировать качество регулирования температуры

пастеризации можно в процессе моделирования работы системы автоматического регулирования, реализованной программно. Для этого необходимо получить математическое описание такой системы и представить в виде, удобном для анализа в пакете MATLAB (рис. 2).

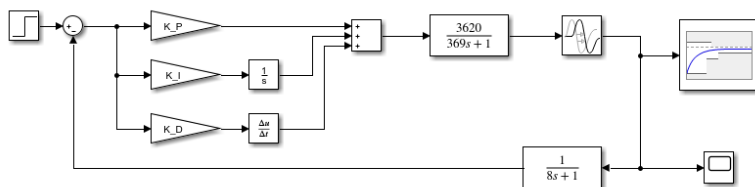


Рисунок 2. Структурная алгоритмическая схема системы автоматического регулирования температуры пастеризации молока

В процессе моделирования необходимо подобрать параметры программного регулятора, обеспечивающие наилучшее качество регулирования, чтобы затем использовать в программе управления.

Для оптимизации системы регулирования воспользуемся блоком Signal Constraint. Воспользуемся методом градиентного спуска [3, с. 90]. При этом начальной точкой эксперимента будет: $K_P = 0,001$, $K_I = 0$, $K_D = 0$, что соответствует пропорциональному закону регулирования. В данной точке переходной процесс в системе характеризуется следующими параметрами: наличие статической ошибки (20 %), время регулирования – 200 с, перерегулирование отсутствует. В качестве критерия оптимизации выбраны показатели качества, определяемые по графику переходного процесса: отсутствие статической ошибки, перерегулирование – не более 20 %, время регулирования не более 150 с. В результате подбора параметров заикливание произошло в точке со следующими значениями коэффициентов: $K_P = 0,0025$; $K_I = 6 \cdot 10^{-6}$; $K_D = 0,046$. График переходного процесса оптимизированной системы автоматического регулирования приведен на рисунке 3 и характеризуется следующими показателями: статическая ошибка отсутствует, перерегулирование – 10%, время регулирования 130 с. Таким образом, при установке в программном регуляторе (рисунок 4) найденных коэффициентов настройки будет обеспечено приемлимое качество регулирования.

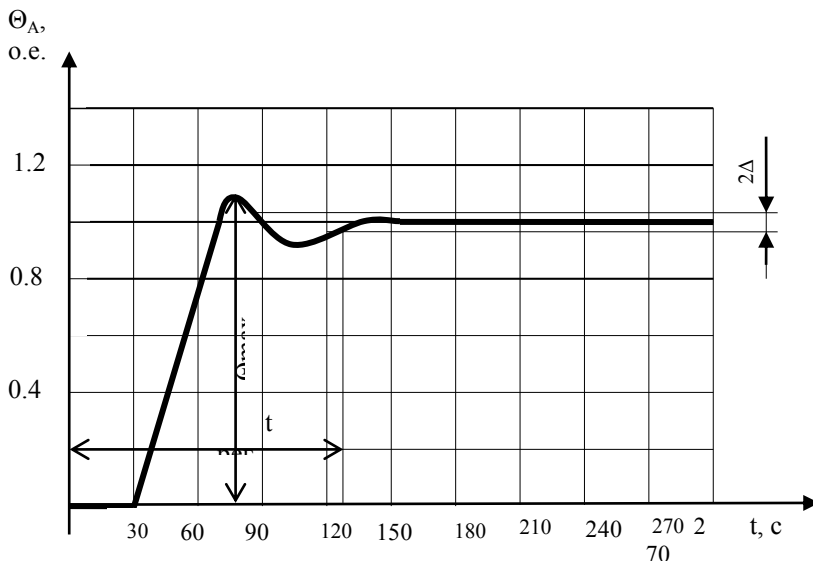


Рисунок 3. Переходной процесс оптимизированной системы автоматического регулирования

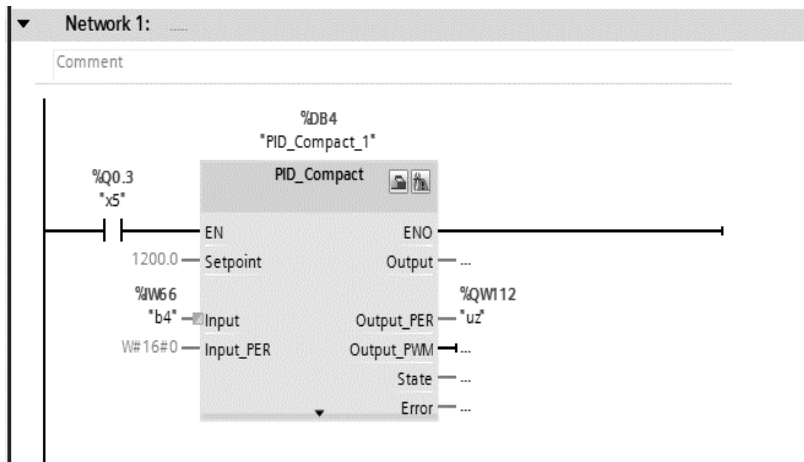


Рисунок 4. Организация программного ПИД-регулятора в блоке Cyclic Interrupt

Точное поддержание технологических параметров в процессе сквашивания молока обеспечит качество производимой продукции.

Результаты моделирования работы системы автоматического регулирования показали приемлемое качество регулирования выражаемое следующими параметрами: статическая ошибка отсутствует, перегулирование – 10%, время регулирования 130 с. Использование современных технических средств автоматизации позволяет обеспечить визуальный контроль за технологическим процессом, оперативное удаленное управление и в целом комплексную автоматизацию.

Список использованной литературы

1. Производство кефира / Русская ферма. ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://russkayaferma.ru/stati/proizvodstvo_kefira/?sphrase_id=1759967. – 3.04.2024.
2. 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.
3. Якубовская, Е.С. Проектирование систем автоматизации: учебное пособие / Е.С.Якубовская. – Минск : БГАТУ, 2018. – 360 с.

УДК:631.95:631.5

*В. Л. Сельманович, канд. с.-х. наук, доцент,
Учреждение образования «Белорусский государственный
аграрный технический университет», г. Минск*

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ БИОЛОГИЗАЦИИ И ЭКОЛОГИЗАЦИИ ИНТЕНСИФИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Ключевые слова: сельское хозяйство, экология, гумус, плодородие почв,биологизация,интенсификация,агросистема,кормопроизводство,минерализация.

Key words: agriculture, ecology, humus, soil fertility, biologization, intensification, agricultural system, feed production,mineralization.

Аннотация. Современное сельское хозяйство находится на таком этапе развития, когда следует серьезно задуматься об экологической безопасности производства продукции сельского хозяйств, подумать о сохранении и воспроизводстве плодородия почв, о биологизации земледелия и пересмотре технологических подходов в ведении сельскохозяйственного производства.