

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ УРОВНЯ КИСЛОТНОСТИ СЫРНОГО ЗЕРНА В СЫРНОЙ ВАННЕ С ВИЗУАЛИЗАЦИЕЙ ПАРАМЕТРОВ

Матвейчук Н.М.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Беняш В.А.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Введение

Сыр представляет собой молочный или составной молочный продукт, изготавливаемый из молока и/или молочных продуктов с использованием или без использования специальных заквасок, технологий, обеспечивающих коагуляцию молочных белков с помощью молокосвертывающих ферментов или кислотным или термокислотным способом, с последующим отделением сырной массы от сыворотки, ее формованием, прессованием, посолкой, созревающий или без созревания, без добавления или с добавлением немолочных компонентов, которые вводятся не с целью замены составных частей молока [1].

При производстве сыров используют следующее оборудование: сепараторы-нормализаторы, пастеризаторы-охладители, ванны стандартизации молока перед свертыванием, сыроизготовители, механизмы подачи массы, посола и прессы. В аппаратах для выработки сырного зерна осуществляют коагуляцию белков молока, разрыхление сырной массы, постановку зерна и отбор определенного количества сыворотки [2].

В настоящее время механизация процессов выработки сырного зерна достигла такого уровня, который позволяет автоматизировать как отдельные операции, так и весь процесс в комплексе.

Описание автоматизации процесса

Процесс получения сырного зерна в ванне осуществляется в следующей последовательности. Пуск системы производится после нажатия кнопки «Пуск», ванна заполняется в течение определенного времени с использованием клапанов, до момента срабатывания датчиков уровня, после чего включается перемешивающий механизм. Частоту вращения режуще-вымешивающего инструмента выбирают в соответствии с технологической инструкцией. При непрерывном перемешивании молоко подогревается до температуры коагуляции белков. В сырье вносят бактериальную закваску, раствор сычужного фермента и другие компоненты и перемешивают до получения однородной массы. Мешалка работает по заданной программе. Программой предусмотрено включение механизма несколько раз. Ход процесса контролируется первичными преобразователями. По окончании перемешивания двигателя отключают, после чего происходит коагуляция белков молока. Когда сырный сгусток достигнет необходимой плотности, включают привод и разрезают сгусток путем вращения режуще-вымешивающего инструмента по часовой стрелке при минимальной частоте вращения инструмента. После разрезания сгустка производится отбор сыворотки, пока не достигнуто заданное значение рН. Затем включается исполнительный механизм, установленный на паропроводе для нагревания смеси зерна с сывороткой с переменной скоростью. Управление работой клапана, установленного на паропроводе, можно обеспечить программно с помощью контроллера при переменном аналоговом сигнале на выходе с контролем температуры. Контроль давления пара осуществляется манометром. Контроль температуры осуществляется электроконтактным манометрическим термометром. При температуре, равной 38 °С, вступает в действие система регулирования температуры по замкнутому принципу регулирования. Температура в ванне должна поддерживаться до конца обработки зерна.

Регулирование уровня кислотности сырного зерна в сырной ванне

В работе решена задача обеспечения требуемой кислотности сырного зерна при отборе сыворотки.

Для отбора сыворотки ванна оборудована автоматически управляемым отборником, подвешенным на подъемном механизме. Механизм опускания начинает погружать отборник в ванну до тех пор, пока специальный двухэлектродный датчик уровня, опускающийся совместно с отборником, не начнет погружаться в сыворотку. Датчик погружается до тех пор, пока его верхний электрод не соприкоснется с сывороткой. При этом включается насос перекачки сыворотки. Вместе с работой насоса, происходит постоянное сравнение отобранной сыворотки с рН-составляющей (происходит подача сыворотки к стеклянным электродам первичного преобразователя рН-метра). Кроме того, происходит постоянный контроль уровня сыворотки в отборнике, что позволяет регулировать скорость опускания согласно уровню и текущему значению рН-составляющей. Если кислотность не достигает значения 6.05 и уровень сыворотки понизится и отойдет от нижнего электрода датчика, автоматически включается механизм опускания отборника, и датчик уровня вновь погружается в ванну. После того как будет достигнуто заданное значение рН-составляющей по датчику, подъемный механизм вернет отборник в исходное положение и автоматически включится режуще-вымешивающее устройство. При рН 6,05 включается насос для перекачивания смеси зерна и оставшейся сыворотки, тем самым подавая сигнал опорожнения ванны [1].

Проведена разработка схемы регулирования уровня кислотности сырного зерна, включающая:

- синтез САУ – на основании словесного описания алгоритма управления технологическим процессом построена функциональная схема САУ (рис. 1),
- внедрение частотно регулируемого привода для отбора сыворотки,
- расчет передаточных функций всех составляющих частей электропривода и построение структурной схемы САУ,
- получение в ходе имитационного моделирования с применением последовательного симплекс метода коэффициентов ПИД регулятора, удовлетворяющих требованиям технического задания,
- разработку и реализацию на языке SFC программа управления для контроллера.

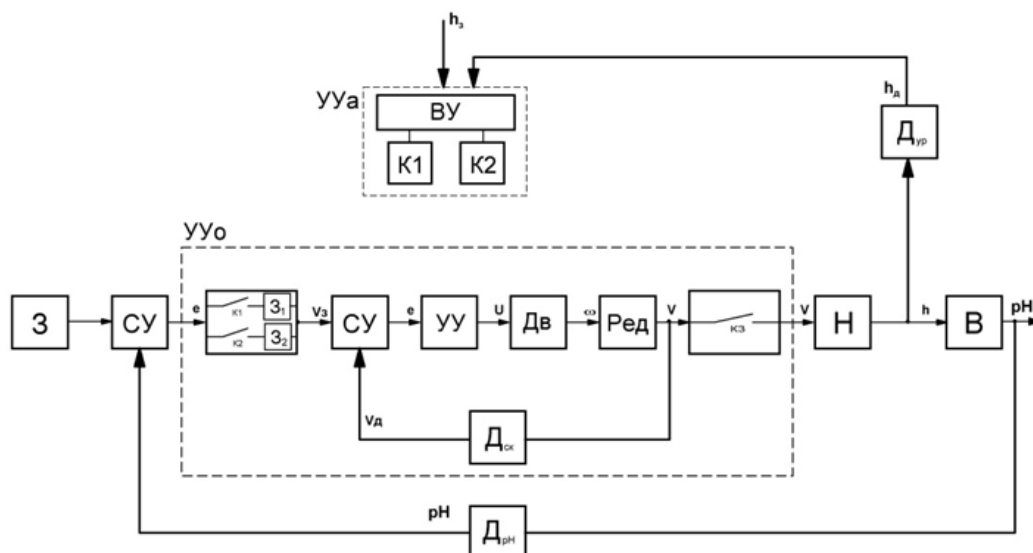


Рисунок 1 - Функциональная схема регулирования уровня кислотности сырного зерна

З – задатчик; СУ – сравнивающее устройство; УУ – устройство управления

Дв – асинхронный двигатель; Ред – редуктор; Н – насос откачки сыворотки; В – сырная ванна; ВУ – вычислительное устройство; Д_{ур} – двухэлектродный датчик уровня; Д_{ск} – датчик скорости; Д_{рН} – датчик контроля рН-составляющей

В разработанной схеме реализована адаптивная система автоматического управления, которая позволяет получить информацию в процессе функционирования и использования этой информации для управления.

По характеру изменений в основном управляющем устройстве $УУ_0$, производимых управляющим устройством $УУ_a$, в процессе адаптации происходят изменения структурной схемы управляющего устройства $УУ_0$ основной САУ. Здесь воздействие датчика уровня на управляющее устройство адаптации $УУ_a$, влияет на управляющее устройство $УУ_0$ основной САУ, вызывая изменения не численных значений параметров, а структурной схемы $УУ_0$. На основании показаний датчика уровня адаптивное устройство управления определяет скорость опускания отборника в сыворотку. Основным звеном данной системы является частотно регулируемый асинхронный электропривод.

Визуализация параметров процесса

Кроме того, в работе проведена разработка экрана панели оператора для визуализации основных параметров процесса (рис. 2). Для этого использован контроллер Siemens S7-1200 [3] с панелью оператора.

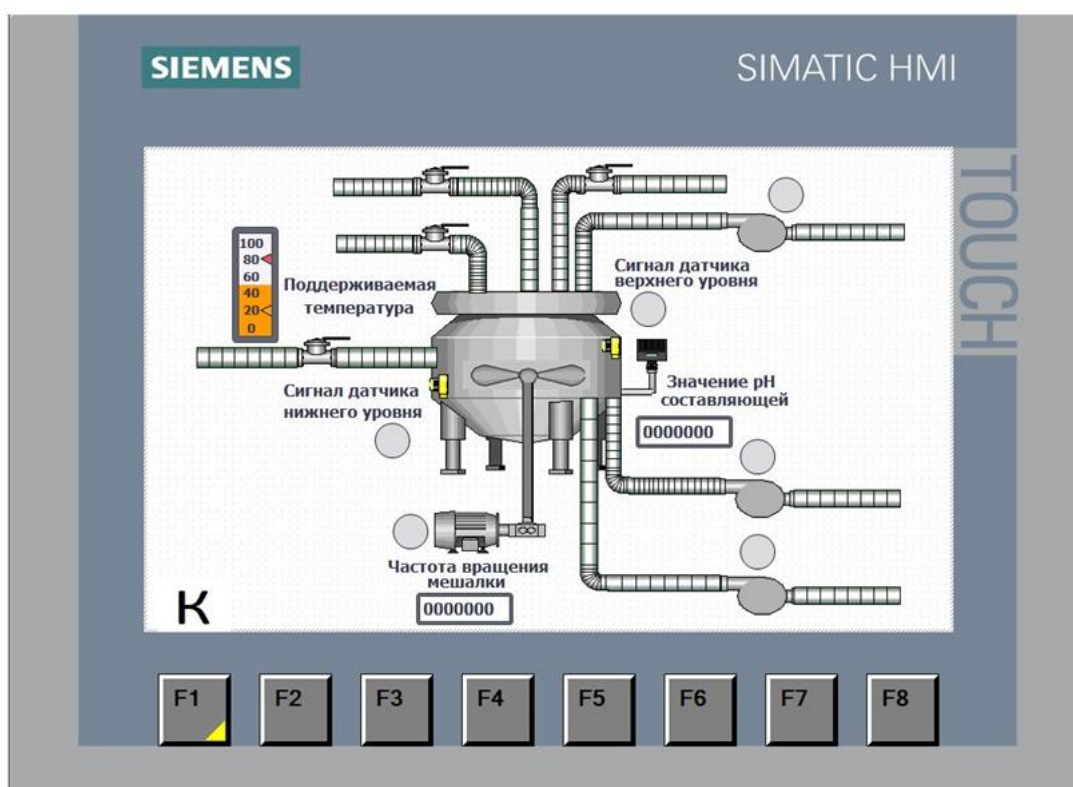


Рисунок 2 –Экран панели оператора

Таким образом обеспечена визуализация протекания процесса с контролем основных параметров – сигналов датчиков верхнего и нижнего уровня, частоты вращения мешалки, температуры и pH-составляющей.

Список литературы:

1. Брусиловский, Л.П. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности / Л.П. Брусиловский, А.Я Вайберг. – Москва: Пищевая промышленность, 1978. – 343с.
2. Курочкин, А.А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства/А.А Курочкин – Москва: КолосС, 2010. – 502 с.
3. SIEMENS. SIMATIC. S7. Программируемый контроллер. S7-1200. Системное руководство. – SIEMENS, 2009. – 398 с.