

## **Структура модели процесса производства сливочного масла в маслоизготовителе непрерывного действия**

Д. т. н. В.А. Балюбаш, аспирант С.Е. Алёшичев

При производстве сливочного масла способом непрерывного сбивания формирование параметра влажности происходит в процессе резервуарного созревания сливок и при сбивании в маслоизготовителе.

Физико-химические параметры процесса созревания сливок и их уровень влияния на формирование влажности готового продукта, а также аппаратурно-технологические режимы процесса сбивания в маслоизготовителе определяют влажность готового продукта. Эти факторы необходимо учитывать при выборе принципа управления и разработке алгоритмов системы регулирования влажности с целью получения продукта с нормированной величиной влажности и качественными характеристиками.

Известные структурные решения стабилизации влажности предусматривают внесение управляющих воздействий по величине отклонения влажности готового продукта от нормированного значения, обусловленного комплексным возмущающим воздействием. Эти воздействия формируются комплексом внешних факторов со стороны сливок, поступающих на сбивание и внутренних – возникающих в маслоизготовителе. С учетом значительного времени запаздывания системы регулирования указанные принципы стабилизации не обеспечивают оптимальности управления по параметру влажности и качественным показателям готового продукта.

В этой связи предлагается дополнительно применить смешанный принцип стабилизации влажности готового продукта, который предусматривает внесение, с учетом времени запаздывания системы, упреждающего управляющего воздействия на основе предварительного прогнозирования возмущающих воздействий, возникающих на стадии созревания сливок. Реальность предвычисления величины этих возмущений обоснована установлением уровня влияния параметров стадии сливкосозревания на влажность готового продукта и наличием временной технологической паузы между окончанием процесса созревания и началом процесса сбивания, что позволяет обеспечить системы управления необходимой информацией.

Блок-схема такой структуры управления (рис. 1) включает операции сбора информации о величине технологических параметров в сливкосозревательных резервуарах и передачу их в управляющий вычислительный комплекс (УВК). УВК преобразует информацию в эквивалентные отклонения влажности, которые с упреждением поступают на вход систем стабилизации влажности маслоизготовителя, если эти отклонения могут привести к нарушению номинального уровня влажности

масла на выходе. Последовательность команд управления во времени подчинена очередности подключения сливокостревательных резервуаров и выбору оптимального канала внесения регулирующего воздействия.

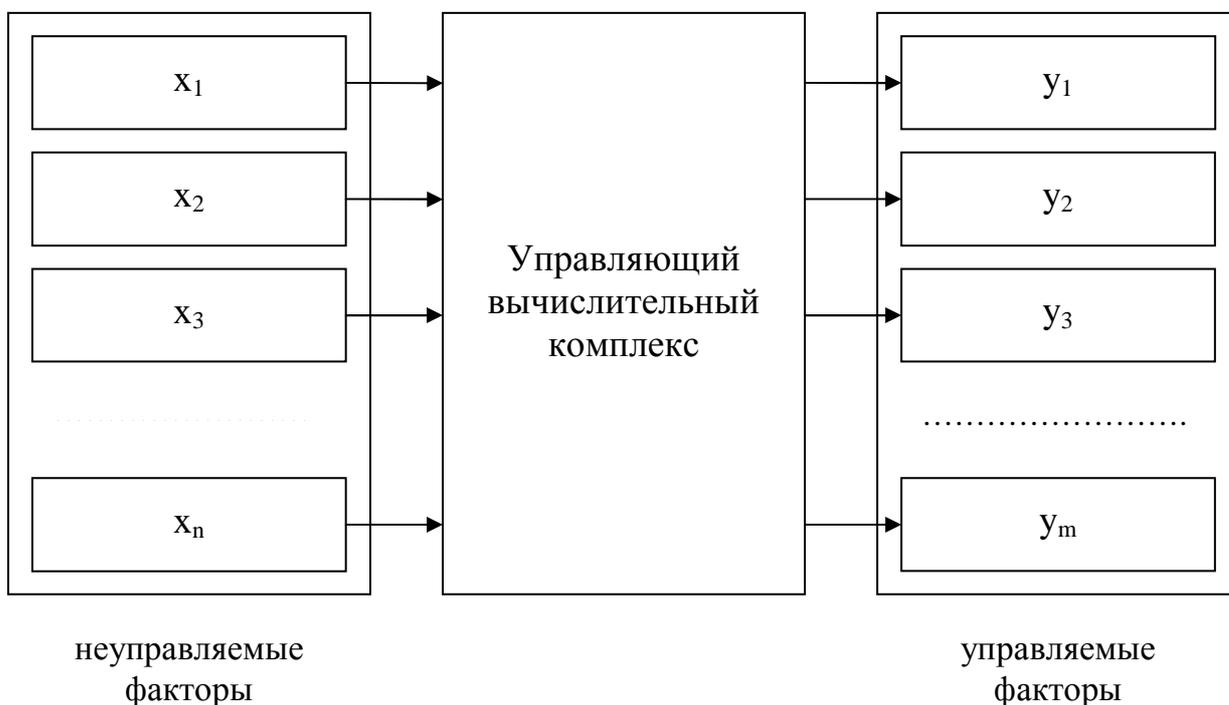


Рис. 1. Блок-схема структуры управления процессом производства сливочного масла в МНД

Для разработки алгоритма работы системы стабилизации влажности, реализующей предлагаемый принцип управления, необходимо разработать математическую модель уровней влияния физико-химических параметров на стадии созревания сливок и аппаратурно-технологических параметров маслоизготовителя.

При разработке структуры математической модели целесообразно использовать экспериментально-статистические методы. В этом случае, после выделения основной группы факторов, определяющих формирование влаги в масле на стадиях процесса, необходимо выбрать вид формы связи между факторами и содержанием влаги. В указанной зависимости основные факторы процесса представляют собой неслучайные величины. Влияние же неучтенных факторов может вызвать расхождения между рассчитанными значениями содержания влаги в масле и действительными. Наиболее эффективно [1] статистическое моделирование сложных, многофакторных процессов в условиях ограниченного выбора определяющих факторов осуществляется методами регрессионного анализа. При этом целесообразно обратиться к линейной зависимости, так как теория, методы исследования и расчета линейных моделей разработаны глубже остальных и требуют меньшего объема вычислений. Вопрос применимости такой модели решается на основании проверки её адекватности.

В соответствии с вышеизложенным, а также рекомендациями [2], исходя из принципа простоты математической интерпретации, зависимость содержания влаги в масле может быть представлена в виде системы, состоящей из:

- Системы уравнений, характеризующих состояние объекта

$$\begin{cases} Z_{1i} = \bar{a}_0 + \sum_{i=1}^n a_i x_i \\ Z_{2i} = \bar{b}_0 + \sum_{j=1}^m b_j y_j \end{cases} \quad (1)$$

где  $Z_{1i}, Z_{2i}$  – содержание влаги в сливочном масле;

$a_0, a_i$  – коэффициенты регрессии, отражающие степень влияния неуправляемых факторов;

$x_i$  – неуправляемые факторы процесса;

$b_0, b_j$  – коэффициенты регрессии, отражающие степень влияния управляемых факторов;

$y_j$  – управляемые факторы процесса;

$i = 1, 2, 3 \dots n$ ;

$j = 1, 2, 3 \dots m$ .

- Ограничений диапазонов изменения переменных:

$$Z_{1i \min} < Z_{1i} < Z_{1i \max};$$

$$Z_{2i \min} < Z_{2i} < Z_{2i \max};$$

$$x_{i \min} < x_i < x_{i \max};$$

$$y_{j \min} < y_j < y_{j \max}.$$

- Целевой функции, отражающей процесс производства сливочного масла в МНД (по критерию качества продукции):

$$L(Z_{1i}, Z_{2i}) \rightarrow \min \quad (2)$$

После выбора вида целевой функции определяются численные значения управляющих воздействий  $y_j$  на процесс производства сливочного масла, оптимальных для партии сырья (сливок) с заданными характеристиками  $x_i$  [3].

Следует отметить, что в регрессионных уравнениях, отражающих степень влияния управляемых факторов, удобно использовать как абсолютные значения, так и непосредственно отклонения действительных значений указанных факторов от их номинальных показателей.

Ограничения, накладываемые на факторы процесса, обусловлены диапазоном, определяемым аппаратурно-технологическими параметрами процесса.

Разработка математической модели обеспечит возможность реализации автоматической системы управления технологическим процессом производства сливочного масла.

## **Список литературы**

1. Пилипенко Н.И. Стабилизация содержания влаги в масле маслоизготовителем непрерывного действия. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Л.: ЛТИХП, 1985. – 305 с.
2. Блехман И.И., Мышкис А.Д., Поновко Я.Г. Прикладная математика. Предмет, логика, особенности подходов. Киев, Наукова думка, 1976. — 267 с.
3. Стегаличев Ю.Г. и другие. Контроль и автоматическое управление качеством продукции. Учебное пособие. – СПб.: СПбГАХПТ, 1996. — 120 с.