

УДК 664.03

## Структура многоканальной системы управления процессом сушки молочных продуктов

д-р техн. наук Балюбаш В.А. sergspbcrpf@rambler.ru  
канд. техн. наук Алёшичев С.Е. sergspbcrpf@rambler.ru  
канд. техн. наук Добряков В.А. sergspbcrpf@rambler.ru

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО  
Институт холода и биотехнологий  
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

*Рассматривается сушка молочных продуктов с точки зрения повышения качества показателей процесса стабилизации влажности готового продукта за счет снижения времени запаздывания, в частности, путем оперативного предвычисления изменения содержания сухих веществ или температуры сгущенного молока, поступающего на распыление.*

**Ключевые слова:** содержание влаги, сухое молоко, показатели качества.

---

## Structure multichannel control system drying process of milk

*D.Sc.* Baljubash V.A., *Ph.D.* Aljoshichev S.E., *Ph.D.* Dobryakov V.A.

*Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics.  
Institute of Refrigeration and Biotechnology  
191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*We consider the drying of dairy products from the point of view of improving the quality of performance of the process of Stabilisation moisture of the finished product by reducing the time delay, in particular through the rapid prediction of changes in the content of dry matter or temperature condensed milk supplied to the spray.*

**Keywords:** moisture content, milk powder, quality indicators.

---

В технологическом процессе производства молочных продуктов одним из важнейших нормируемых параметров является влажность готового продукта. Она формируется при распылительной сушке предварительно сгущенного молока горячим воздухом, который при этом охлаждается от 140-150 °С до 70-80 °С. Высокая скорость сушки, обусловленная соприкосновением распыленных до размера 20-100 мкм частиц

молока с горячим воздухом, а также значительное число аппаратурно-технологических факторов, формирующих влажность готового продукта, представленных на структурно-параметрической схеме (рис. 1), усложняют управление параметром влажности готового продукта.

Совершенствование качественных показателей переходного процесса регулирования влажности готового продукта может быть обеспечено снижением времени запаздывания  $\tau_{\text{зап}}$  и повышением уровня регулирующего воздействия системы управления, например, путем снижения величины динамического коэффициента регулирования  $R_{\text{дин}}$ .

Снижение  $\tau_{\text{зап}}$  соответственно уменьшит отношение  $\tau_{\text{зап}} / T_{\text{п}}$  ( $T_{\text{п}}$  – постоянная времени), что соответственно повысит показатели качества переходных процессов регулирования [1].

В структуре системы управления аппаратурно-технологическим комплексом (АТК) производства сухих молочных продуктов снижение  $\tau_{\text{зап}}$  может быть обеспечено введением оперативного предвычисления изменения содержания сухих веществ или температуры сгущенного молока, поступающего на распыление и, соответственно, внесение коррекции в систему управления [2].

Повышение регулирующего воздействия при отклонении влажности готового продукта может быть обеспечено суммарным воздействием каналов управления, формирующих параметр влажности. Для организации структуры такой многоканальной системы управления необходимо провести оценку уровней влияния на параметр влажности в виде безразмерных коэффициентов формирования влажности ( $K_{\text{фв}}$ ):

$$K_{\text{фв}} = \frac{\Delta W / W_{\text{н}}}{\Delta S / S_{\text{н}}}$$

где  $\Delta W$  – изменение значения влажности готового продукта, вызванное изменением возмущающего фактора, %;  $W_{\text{н}}$  – номинальное значение влажности готового продукта, %;  $\Delta S$  – изменение значения фактора формирования параметра влажности;  $S_{\text{н}}$  – номинальное (технологическое) значение фактора формирования параметра влажности.

Приведенная на рис. 2 структурная схема системы стабилизации влажности в процессе производства сухих молочных продуктов позволяет реализовать отмеченные требования, предъявляемые к многоканальным системам управления.

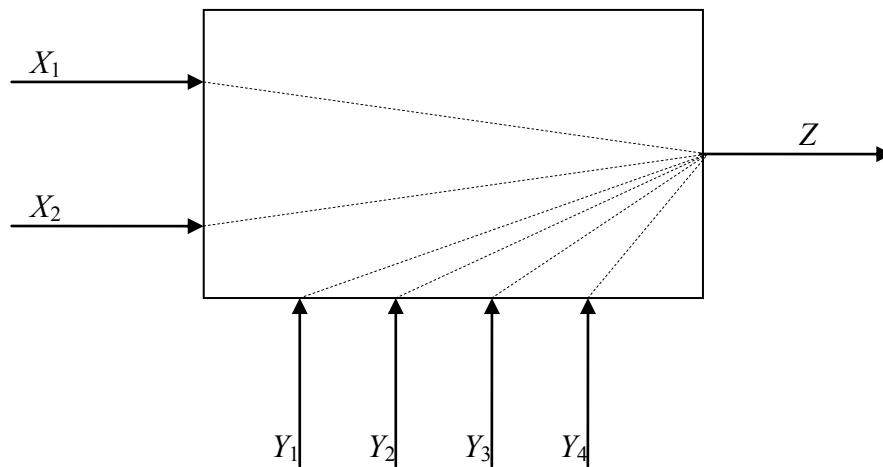


Рис. 1. Структурно-параметрическая схема процесса сушки молочных продуктов

$X_1$  – содержание сухих веществ в сгущенном молоке, %;

$X_2$  – температура сгущенного молока, °С;

$Y_1$  – расход сгущенного молока, т/ч;

$Y_2$  – частота вращения распылительного диска, с<sup>-1</sup>;

$Y_3$  – температура воздуха, входящего в сушильную башню, °С;

$Y_4$  – влажность горячего воздуха, %;

$Z$  – влажность сухого молока, %



Рис. 2. Структурная схема стабилизации сухих молочных продуктов по влажности

## Список литературы:

1. Балюбаш В.А. и др. Совершенствование систем управления аппаратурно-технологическими комплексами пищевой промышленности / В.А. Балюбаш, С.Е. Алешичев, В.А. Добряков // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2012. - №1. [Электронный ресурс]: <http://processes.open-mechanics.com>
2. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. АСУТП цельномолочных и молочно-консервных производств. М.: «Колос», 1993. – 300 с.