

УДК 664.64

Выбор аппаратурно-технологических каналов управления в процессах производства пищевых продуктов

Д-р техн. наук Балубаш В.А., канд. техн. наук Алёшичев С.Е.,

канд. техн. наук Добряков В.А. sergspbcrpf@rambler.ru

Университет ИТМО

191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9

Технологические процессы производства пищевых продуктов представляют собой сложные многофакторные технические системы, на работу которых значительное влияние оказывают различные аппаратурные и технологические факторы.

При разработке систем стабилизации выходных параметров многофакторных систем необходимо учитывать ряд технологически допустимых пределов изменения режимов работы каналов управления, по которым вносятся управляющие воздействия.

Аппаратурно-технологический анализ многофакторных процессов производства пищевых продуктов показал, что выполнение достаточно высоких требований к качеству стабилизации влажности может быть реализовано с использованием многоканальной системы управления.

Предложена процедура выбора аппаратурно-технологических каналов управления многоканальными процессами производства пищевых продуктов с учетом возможного изменения параметров неуправляемых возмущающих воздействий.

Ключевые слова: управление, многоканальность, технологические процессы.

Choice of process control channels in the processes of food production

D.Sc. Balubash V.A., Ph.D. Aleshichev S.E.,

Ph.D. Dobryakov V.A. sergspbcrpf@rambler.ru

University ITMO

191002, Russia, St. Petersburg, Lomonosov str., 9

Technological processes of food production are complex multifactorial technical systems whose work is strongly influenced by various instrumental and technological factors.

In the development of systems of stabilization of output parameters multifactor systems should take into account a number of technologically limits change modes of control channels, which made control actions.

Hardware-technological analysis of multifactorial processes of food production showed that the implementation of a sufficiently high quality requirements stabilize humidity can be implemented using a multi-channel control system.

A procedure for the selection of hardware and process control channels multichannel processes of food production, taking into account possible changes in the parameters of uncontrolled disturbances.

Keywords: management, multi-channel and, manufacturing processes.

Технологические процессы производства пищевых продуктов с точки зрения автоматизации представляют собой сложные многофакторные технические системы. Как правило, на работу таких систем значительное влияние оказывают различные аппаратурные и технологические факторы, что необходимо учитывать при выборе каналов управления.

При разработке систем стабилизации выходных параметров многофакторных процессов необходимо учитывать технологически разрешенные диапазоны изменения аппаратурных режимов каналов, по которым вносятся регулирующие воздействия, а также возможность предвычисления неуправляемых внешних возмущающих воздействий, обусловленных, например, поступлением партий сырья с параметрами, отличающимися от параметров предыдущей партии. Чаще всего это может быть обусловлено нестабильностью технологических параметров исходного сырья, поступающего, например, из различных источников, влияние на которые невозможно или ограничено. А если аппарат является технологически завершающим процесс, то требования к качеству и надежности стабилизации параметров готового продукта еще более повышаются, поскольку исключается возможность последующей корректировки или исправления брака.

Аппаратурно-технологический анализ многофакторных процессов производства пищевых продуктов, обеспечивающих выпуск продукции с нормированным содержанием влаги, например, при производстве сливочного масла, сухого молока, творога и др. показал, что выполнение достаточно высоких требований к качеству стабилизации влажности может быть реализовано с использованием многоканальной системы управления [1].

Приведенная на рис. 1 обобщенная структура многоканальной системы стабилизации выходных параметров предусматривает сочетание принципа управления по возмущению, используя предвычисление ожидаемых внешних неуправляемых возмущающих воздействий с пересчетом в микроконтроллере в эквивалентное воздействие по выходным параметрам продукта, и управление по отклонению выходных параметров с использованием аппаратурных каналов объекта, оказывающих влияние на формирование выходных параметров. При этом с учетом времени запаздывания обеспечивается готовность системы к оперативной стабилизации выходных параметров при ожидаемом поступлении внешнего возмущающего воздействия, а в условиях обычных эксплуатационных возмущений выбор каналов внесения регулирующих воздействий может быть подчинен принятому в программе управления критерию оптимизации.

Так, например, в технологических процессах производства творога и сливочного масла стабилизация влажности готового продукта является одной из основных операций управления. Это обусловлено тем, что производство отмеченных продуктов составляет

свыше 60% от общего объема молочных продуктов и стабилизация влажности на заданном уровне определяет не только качественные показатели готового продукта, но и технико-экономическую эффективность процесса [2].

Известные решения автоматического регулирования влажности в непрерывном потоке предусматривают внесение управляющих воздействий, как правило, только по аппаратно-технологическим каналам структуры аппарата, в котором завершается формирование параметра влажности готового продукта. Автоматическое регулирование влажности творога осуществляется на стадии механического отделения сыворотки от сгустка путем изменения производительности обезвоживателя барабанного типа или сепаратора при изменении соответственно угла наклона барабана или расхода сгустка через сепаратор [3]. Стабилизация влажности сливочного масла производится на стадии сбивания сливок в маслоизготовителе путем внесения нормализующего компонента и изменения числа оборотов мешалки сбивателя [4].

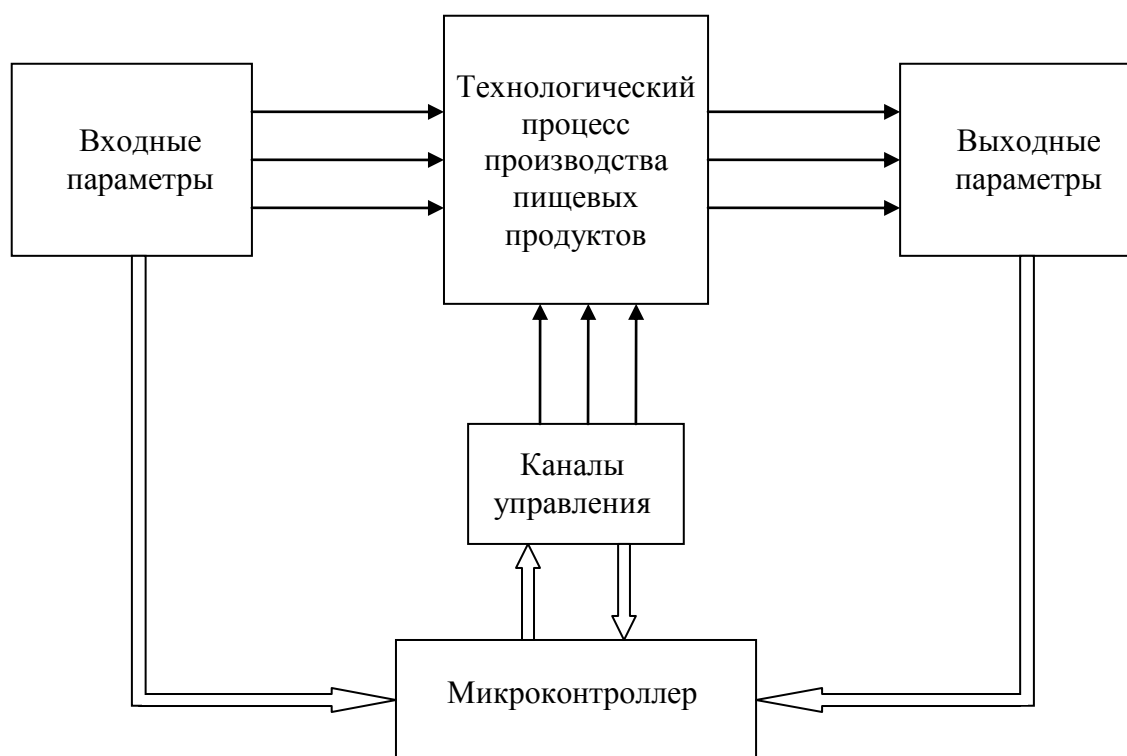


Рис. 1. Структура многоканальной системы стабилизации выходных параметров

Недостатком отмеченных способов стабилизации влажности является нарушение синхронизации процесса по производительности, аппаратно-технологическая ограниченность величины регулирующих воздействий, нарушение степени дисперсности влаги и снижение возможности оптимизации показателей качества системой регулирования.

Установленная по результатам исследований зависимость влажности творога и сливочного масла от режимов на стадии тепловой обработки творожного сгустка и сливок позволила сформировать системы автоматической стабилизации влажности с использованием дополнительных каналов внесения регулирующих воздействий.

Структурная схема системы автоматической стабилизации влажности творога с введением дополнительного регулирующего воздействия по каналу температуры на стадии тепловой обработки сгустка приведена на рис. 2.

Она включает первичный преобразователь влажности творога 1, вторичный преобразователь 2 в комплекте с задатчиком 3, блок регулирования 4, исполнительный механизм 5, которые формируют и передают регулирующее воздействие по каналу обезвоживания творожного сгустка, программный контроллер 6, блок регулирования 7, исполнительный механизм 8, которые дополнительно формируют и передают регулирующее воздействие по каналу тепловой обработки сгустка.

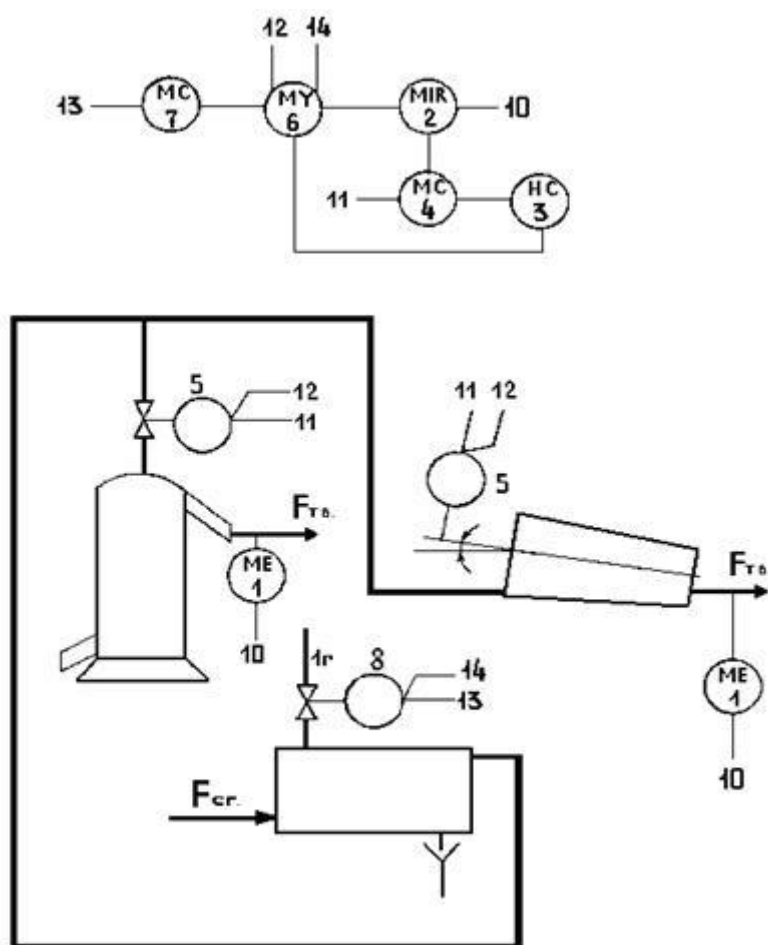


Рис. 2. Структурная схема системы автоматической стабилизации влажности творога с введением дополнительного регулирующего воздействия по каналу температуры на

стадии тепловой обработки сгустка.

При отклонении влажности творожной массы от заданного значения блок регулирования 4 формирует регулирующее воздействие по каналу обезвоживания. Исполнительный механизм 5 вносит это воздействие. А сигнал с реохорда обратной связи исполнительного механизма 5 передается на программный контроллер 6, который при наличии сигнала рассогласования $\square M$, получаемого на основании сравнения сигналов от датчика 3 и вторичного преобразователя 2, передает сигнал блоку регулирования 7, который формирует регулирующее воздействие по каналу тепловой обработки сгустка, эквивалентное отклонению влажности творожной массы. Исполнительный механизм 8 вносит это воздействие, изменяя режим теплообмена в аппарате тепловой обработки сгустка, а сигнал с реохорда обратной связи поступает на программный контроллер. Регулирующее воздействие, внесенное по каналу обезвоживания, вызовет восстановление заданного значения влажности с небольшим запаздыванием, но изменит оптимальный режим обезвоживания. Дополнительное регулирующее воздействие по каналу тепловой обработки сгустка окажет влияние на влажность творога со значительно большим запаздыванием, что выразится в появлении сигнала рассогласования влажности с противоположным знаком. Блок регулирования 4 сформирует регулирующее воздействие и через исполнительный механизм 5 вернет работу обезвоживателя в оптимальный режим. Наличие сигнала на входе программного контроллера от реохорда обратной связи исполнительного механизма 8 будет обеспечивать блокировку передачи управляющего сигнала на исполнительный механизм 7 самого программного устройства до момента восстановления оптимального режима обезвоживания, после чего программный контроллер переведет устройство в первоначальное состояние.

Предлагаемая структура регулирования влажности творога обеспечит стабилизацию производительности и синхронизацию режимов работы оборудования технологической линии с сокращением энергозатрат при механическом обезвоживании сгустка.

Структурная схема системы автоматической стабилизации влажности сливочного масла, получаемого способом непрерывного сбивания с введением дополнительного регулирующего воздействия по каналу температуры сливок, поступающих на сбивание, приведена на рис. 3.

Она содержит теплообменник 1 для сливок, мешалку сбивателя 2, шнековый обработчик 3 с насосом-дозатором 4 нормализующего компонента, являющиеся конструктивными элементами маслоизготовителя непрерывного действия. На выходе сливочного масла из маслоизготовителя установлен первичный преобразователь 5 влажности, который через микроконтроллер 6 связан с исполнительным механизмом 7

насоса-дозатора, исполнительным механизмом 8 регулирования частоты вращения привода мешалки сбивателя 9 и исполнительным механизмом 10 регулирования температуры сбивания сливок. Микроконтроллер 6 формирует регулирующее воздействие (количество подаваемого нормализующего компонента, частоту вращения мешалки сбивателя и температуру сбивания сливок) и обеспечивает взаимодействие каналов регулирования влажности в соответствии с величиной и знаком отклонения влажности от заданного значения.

При отклонении влажности масла от заданного значения в меньшую сторону (уменьшение влажности) сигнал с первичного преобразователя 5 поступает в микроконтроллер 6, который формирует управляющий сигнал на увеличение подачи нормализующего компонента.

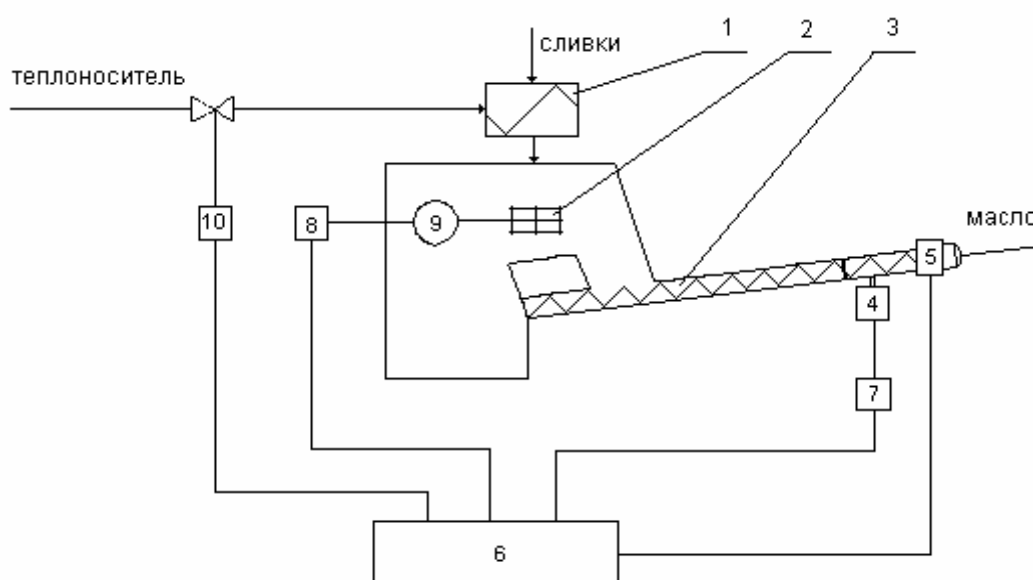


Рис. 3. Структурная схема системы автоматической стабилизации влажности сливочного масла

Этот сигнал подается на исполнительный механизм 7 насоса-дозатора 4 нормализующего компонента, увеличивая, тем самым, его производительность. Одновременно с этим микроконтроллер 6, формирует управляющие сигналы на изменение частоты вращения мешалки сбивателя и изменение температуры сбивания сливок и подает их соответственно на исполнительные механизмы 8 и 10, изменяя тем самым частоту вращения привода мешалки сбивателя 9 и температуру сбивания сливок, что увеличивает влажность масла. При достижении отклонения текущей влажности максимальной величины, микроконтроллер 6 сохраняет уровень управляющего воздействия по каждому каналу регулирования до момента, указанного ниже. Регулирующее воздействие, внесенное по каналу дозирования нормализующего компонента, вызовет восстановление заданного значения влажности, но не обеспечит

оптимальное распределение влаги в масле. Регулирующее воздействие по каналу регулирования частоты вращения мешалки сбивателя и каналу регулирования температуры сбивания сливок окажет влияние на влажность масла с запаздыванием, что выразится в появлении сигнала рассогласования влажности с противоположным знаком. При этом микроконтроллер 6 через исполнительный механизм 7 уменьшает подачу насосом-дозатором 4 нормализующего компонента до заданного (номинального) значения, сохраняя, при этом, уровень регулирующего воздействия по каналу изменения частоты вращения мешалки сбивателя и изменения температуры сбивания сливок без изменений и принимая его за новое номинальное значение. Таким образом, процесс нормализации сливочного масла по влажности по каналам изменения частоты вращения мешалки сбивателя и изменения температуры сбивания сливок «вытесняет» канал дозирования нормализующего компонента и приводит режим производства масла к оптимальному.

При отклонении влажности масла от заданного значения в большую сторону (увеличение влажности) сигнал с первичного преобразователя 5 поступает в микроконтроллер 6, который формирует управляющий сигнал на уменьшение подачи нормализующего компонента. Этот сигнал подается на исполнительный механизм 7 насоса-дозатора 4 нормализующего компонента, уменьшая, тем самым, его производительность вплоть до полного прекращения подачи нормализующего компонента (исключения канала дозирования нормализующего компонента). Одновременно с этим микроконтроллер 6 формирует управляющие сигналы на изменение частоты вращения мешалки сбивателя и изменение температуры сбивания сливок и подает их соответственно на исполнительные механизмы 8 и 10, изменяя тем самым частоту вращения привода мешалки сбивателя 9 и температуру сбивания сливок, что уменьшает влажность масла. При достижении отклонения текущей влажности максимального значения, микроконтроллер 6 сохраняет уровень управляющего воздействия по каждому каналу до момента, указанного ниже. Регулирующее воздействие, внесенное по каналу дозирования нормализующего компонента, вызовет восстановление (частичное восстановление) заданного значения влажности. Регулирующее воздействие по каналу регулирования частоты вращения мешалки сбивателя и каналу регулирования температуры сбивания сливок окажет влияние на влажность масла с запаздыванием, что выразится в появлении сигнала рассогласования влажности с противоположным знаком. При этом микроконтроллер 6 через исполнительный механизм 7 увеличивает подачу насосом-дозатором 4 нормализующего компонента до заданного (номинального) значения, сохраняя, при этом, уровень регулирующего воздействия по каналу изменения частоты вращения мешалки сбивателя и изменения температуры сбивания сливок и принимая его за новое номинальное значение. Таким образом, процесс нормализации сливочного масла по влажности по

каналам изменения частоты вращения мешалки сбивателя и изменения температуры сбивания сливок «вытесняет» канал дозирования нормализующего компонента и приводит режим производства масла к оптимальному.

В технологическом процессе производства сухого молока влажность готового продукта также является одним из важнейших нормируемых параметров. 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. 4), усложняют управление параметром влажности готового продукта [8].

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

Снижение $\tau_{зап}$ соответственно уменьшит отношение $\tau_{зап} / T_{п}$ ($T_{п}$ – постоянная времени), что соответственно повысит показатели качества переходных процессов регулирования [5].

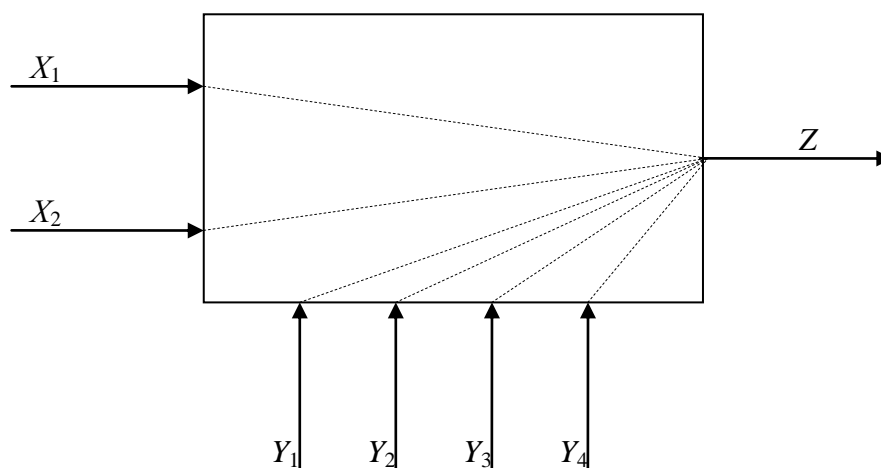


Рис. 4. Структурно-параметрическая схема процесса сушки молочных продуктов

- 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⁻¹;
- Y_3 – температура воздуха, входящего в сушильную башню, °С;

Y_4 – влажность горячего воздуха, %;
 Z – влажность сухого молока, %

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 [6].

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

Приведенная на рис. 5 структурная схема системы стабилизации влажности в процессе производства сухих молочных продуктов позволяет реализовать отмеченные требования, предъявляемые к многоканальным системам управления.



Рис. 5. Структурная схема стабилизации сухих молочных продуктов по влажности

Список литературы:

1. Алёшичев С.Е. Стабилизация выходных параметров в многофакторных объектах управления. [Текст] / С.Е. Алёшичев. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. Сб. докл. мол. ученых на ежегодн. научн. конф. СПбГЛТА: Вып. 12. – СПб., 2007. – С. 132–137.

2. Балюбаш В.А., Добряков В.А., Алёшичев С.Е. Каналы управления в системе стабилизации влажности при производстве творога и сливочного масла [Текст] / Сборник научных трудов. Тенденции развития торгово-технологического оборудования и повышения экономической эффективности предприятий торговли и общественного питания / Санкт-Петербургский торгово-экономический институт. – СПб., 2005. – С. 64-67.

3. Добряков В.А., Балюбаш В.А., Сабуров А.Г. Формирование системы стабилизации влажности в технологических процессах производства творога. / Прогрессивные технологии и оборудование пищевых производств. Тезисы докл. Всероссийской НТК. – СПб, 1999. – с. 5.

4. А.С. № 1163815 СССР. Способ автоматического управления процессом нормализации сливочного масла по влажности. / Балюбаш В.А. и др. – Б.И., 1985. - № 24.

5. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Добряков В.А. Совершенствование систем управления аппаратурно-технологическими комплексами пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств» 2012. №1.

6. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. АСУТП цельномолочных и молочно-консервных производств. М.: «Колос», 1993. – 300 с.

7. Алёшичев С.Е. Структура модели процесса производства сливочного масла в маслоизготовителе непрерывного действия [Текст] / В.А. Балюбаш, С.Е. Алёшичев. // Межвузовский сборник научных трудов. Часть II. Развитие теории и практики создания оборудования для переработки пищевой продукции. – СПб., 2005. – С. 49-53.

8. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Добряков В.А. Структура многоканальной системы управления процессом сушки молочных продуктов / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. №2.

9. Алёшичев С.Е., Балюбаш В.А. Способ стабилизации процесса нормализации сливочного масла по влажности. [Текст] / Патент на изобретение № 2298918, заявка №2005100932/13; опубл. 20.05.07, Бюл. № 14. – 5 с.: ил.

10. Алёшичев С.Е., Балюбаш В.А., Стегаличев Ю.Г. Способ стабилизации сливочного масла по влажности. [Текст] / Патент на изобретение № 2302108, заявка №2005118201/13; опубл. 10.07.07, Бюл. № 19. – 7 с.: ил.

11. Способ стабилизации кисломолочного масла по влажности. Патент Украины №70306. Опубл.11.06.2012. Бюл.№11

12. Способ регулирования влажности в кисломолочном масле и спредах. Патент Украины №72792. Опубл.27.08.2012. Бюл.№16.

13. Способ стабилизации влажности сливочного масла при его производстве в маслоизготовителях непрерывного действия. [Текст] / Патент на изобретение № 2497355; опубл. 10.11.2013, Бюл. № 31. – 5 с.: ил.

14. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Добряков В.А. Совершенствование систем управления аппаратурно – технологическими комплексами пищевой промышленности // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2012. №1.

15. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е. Анализ аппаратурно-технологического комплекса производства сливочного масла как объекта управления / Известия СПбГУНиПТ. – 2007. - №1.

16. Балюбаш В.А., Алешичев С.Е., Стегаличев Ю.Г. Факторы температуры сбивания сливок в структуре стабилизации влажности масла / Известия СПбГУНиПТ. – 2006. - №1.

17. Алёшичев С.Е. Формирование многоканальной системы стабилизации влажности сливочного масла. [Текст] / В.А. Балюбаш, С.Е. Алёшичев. // Сыроделие и маслоделие. – 2007. – № 2. – С. 45–46.

18. Технологические процессы пищевых производств. Структурно-параметрический анализ объектов управления: Учеб. пособие / Ю.Г. Стегаличев, В.А. Балюбаш, В.Н. Замарашкина – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 254 с.

19. Алёшичев С.Е. Аппаратурно - технологический анализ процесса производства сливочного масла применительно к задачам стабилизации влажности. [Текст] / С.Е. Алёшичев. // Деп. в ВИНТИ. «Проблемы техники и технологии пищевых производств. СПбГУНиПТ», 07.04.2005, № 465–В2005. – С. 9–16.

20. Абугов М.Б. и др. Технологические процессы и производства: Учеб. пособие / М.Б. Абугов, С.Е. Алёшичев, В.А. Балюбаш, Ю.Г. Стегаличев. – СПб.: НИУ ИТМО ИХиБТ, 2013. – 93 с.

References

1. Aleshichev S.E. Stabilization of output parameters in multiple-factor objects of management. S.E. Aleshichev. Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoi akademii. Sb. dokl. mol. uchenykh na ezhegodn. nauchn. konf. SPbGLTA: Vyp. 12. – SPb., 2007. – p. 132–137.

2. Balyubash V.A., Dobryakov V.A., Aleshichev S.E. Control paths in system of stabilization of humidity by production of cottage cheese and butter the [Text]. Collection of scientific works. Tendencies of development of trade processing equipment and increase of economic efficiency of trade enterprises and public catering – Sankt-Petersburgskii torgovo-ekonomicheskii institut. – SPb., 2005. – p. 64-67.

3. Dobryakov V.A., Balyubash V.A., Saburov A.G. Formation of system of stabilization of humidity in technological processes of production of cottage cheese. Progressivnye tekhnologii i oborudovanie pishchevykh proizvodstv. Tezisy dokl. Vserossiiskoi NTK. – SPb, 1999. p. 5.

4. A.S. № 1163815 SSSR. Way of automatic control of process of normalization of butter on humidity. Balyubash V.A. i dr. – B.I., 1985. - № 24.
5. Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Dobryakov V.A Improvement of control systems by hardware and technological complexes of the food industry. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. №1.
6. Brusilovskii L.P., Vainberg A.Ya. ASUTP of whole-milk and concentrated milk productions. M.: «Kolos», 1993. – 300 p.
7. Aleshichev S.E. Structure of model of process of production of butter in a masloizgotovitel of continuous action [Text]. V.A. Balyubash, S.E. Aleshichev. *Mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov. Chast' II. Razvitie teorii i praktiki sozdaniya oborudovaniya dlya pererabotki pishchevoi produktsii*. – SPb., 2005. – p. 49 53.
8. Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Dobryakov V.A. Structure of a multichannel control system of process of drying of dairy products . *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2013. №2.
9. Aleshichev S.E., Balyubash V.A. Way of stabilization of process of normalization of butter on humidity. [Text]. Patent na izobrenenie № 2298918, zayavka №2005100932/13; opubl. 20.05.07, Byul. № 14. – 5 p.: il.
10. Aleshichev S.E., Balyubash V.A., Stegalichev Yu.G. Way of stabilization of butter on humidity. [Text]. Patent na izobrenenie № 2302108, zayavka №2005118201/13; opubl. 10.07.07, Byul. № 19. – 7 p.: il.
11. Way of stabilization of kisloslivochny oil on humidity. Patent of Ukraine №70306. Opubl.11.06.2012. Byul.№11
12. A way of regulation of humidity in kisloslivochny oil and spreads. Patent of Ukraine №72792. Opubl.27.08.2012. Byul. №16.
13. Way of stabilization of humidity of butter by its production in the masloizgotovitelyakh of continuous action. [Text]. Patent na izobrenenie № 2497355; opubl. 10.11.2013, Byul. № 31. – 5 p.: il.
14. Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Dobryakov V.A. Improvement of control systems is hardware – technological complexes of the food industry. *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya «Protsessy i apparaty pishchevykh proizvodstv»*. 2012. №1.
15. Balyubash V.A., Aleshichev S.E. Analysis of a hardware and technological complex of production of butter as object of management. *Izvestiya SPbGUNiPT*. 2007. №1.
16. Balyubash V.A., Aleshichev S.E., Stegalichev Yu.G. Factors of temperature of knocking down of cream in structure of stabilization of humidity of oil. *Izvestiya SPbGUNiPT*. – 2006. - №1.
17. Aleshichev S.E. Formation of multichannel system of stabilization of humidity of butter. [Text]. V.A. Balyubash, S.E. Aleshichev. *Syrodellie i maslodellie*. 2007. № 2. p. 45–46.

18. Technological processes of food productions. Structural and parametrical analysis of objects of management: Studies. grant. Yu.G. Stegalichev, V.A. Balyubash, V.N. Zamarashkina – Rostov n/D: Feniks, 2006. – 254 p.

19. Aleshichev S.E. It is hardware - the technological analysis of process of production of butter in relation to problems of stabilization of humidity. [Text]. S.E. Aleshichev. Dep. v VINITI. «Problemy tekhniki i tekhnologii pishchevykh proizvodstv. SPbGUNIPT», 07.04.2005, № 465–V2005. – p. 9–16.

20. Abugov M.B. i dr. Technological processes and productions: Studies. grant. M.B. Abugov, S.E. Aleshichev, V.A. Balyubash, Yu.G. Stegalichev. SPb.: NIU ITMO IKhiBT, 2013. – 93 p.