

# РАЗДЕЛ 1. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

УДК 664.6, 664.7

## ВЫБОР ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕМ СЛИВОЧНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА СПОСОБОМ СБИВАНИЯ

В.А. Балюбаш, С.Е. Алёшичев, Ю.Л. Малахов

*Приведенные результаты исследований связаны с определением и выбором каналов управления многофакторным объектом на примере маслоизготовителя непрерывного действия. Установлено, что в настоящее время управление процессом производства сливочного масла способом непрерывного сбивания сливок осуществляются в основном по трем каналам: температуре сливок, поступающих на сбивание, частоте вращения мешалки сбивателя и подачи нормализующего компонента. При этом не всегда удается оперативно обеспечивать поддержание на требуемом уровне основного показателя качества готового продукта – содержания влаги в масле, особенно в переходных режимах, обусловленных нестабильностью параметров сырья. Анализ показал, что для решения этой проблемы необходимо увеличение числа информационных каналов управления. В результате исследований определен дополнительный канал управления – по величине зазора между лопастями мешалки сбивателя и стенками цилиндра сбивателя, позволяющий в сочетании с другими каналами повысить уровень и оперативность внесения управляющих воздействий.*

*Ключевые слова: сливочное масло, содержание влаги, управляющие воздействия, каналы управления, коэффициент передачи.*

Важнейшим параметром процесса производства сливочного масла, на выработку которого направляется порядка 40 % молока, производимого в стране, является влагосодержание [1]. В маслоизготовителях непрерывного действия (МНД) наиболее распространенной системой управления влагосодержанием является, как правило, аппаратно-технологическая структура каналов управления маслоизготовителя, использующая изменение частоты вращения мешалки сбивателя или/и подачу насосом-дозатором нормализующего компонента в технологическую зону обработки масляного зерна [2, 3]. Недостатком отмеченных систем управления является обусловленное технологически допустимым диапазоном ограничение частоты вращения мешалки сбивателя и подачи нормализующего компонента для корректировки отклонения влажности масла в пределах до 2,0 %, что отвечает условиям эффективного управления только при ограниченном уровне и частоте поступления возмущающих воздействий. Возрастающая производительность оборудования, переменный состав сырья, наличие в технологической структуре биотех-

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2017

нологических и теплофизических процессов и сочетания непрерывных и непрерывно-дискретных режимов работы технологического оборудования обуславливают появление скачкообразных возмущающих воздействий и, соответственно, значительных отклонений влажности масла. Для совершенствования разработанной многоканальной системы управления влагосодержанием сливочного масла, необходимо увеличение числа каналов управления в аппаратно-технологической структуре производства сливочного масла, процессов созревания и сбивания сливок, формирующих влажность готового продукта [4, 5, 6]. По материалам аппаратно-технологического анализа процессов созревания и сбивания сливок в табл. 1 приведены технологические и аппаратные характеристики процесса производства сливочного масла для формирования структуры многоканальной системы, обеспечивающей сокращение времени запаздывания, повышение суммарного коэффициента передачи каналов и рациональной селективности их работы [7, 8].

Анализ показывает, что на стадии со-

зревания сливок только параметр температуры процесса созревания является регули-

Таблица 1 – Характеристики процесса производства сливочного масла

Факторы процесса производства сливочного масла	Наименование фактора	Ед. изм.	Мин. значение	Макс. значение	Ном. значение	Коэффициент передачи
Аппаратурные (маслоизготовитель)	Частота вращения мешалки сбивателя	с <sup>-1</sup>	18,0	30,0	22,0	1,0
	Температура сливок, поступающих на сбивание	°С	8,0	11,0	9,5	2,5
	Подача нормализующего компонента	%	0,0	2,0	1,0	1,0
Технологические (созревание сливок)	Содержание жира в сливках	%	38,0	45,0	41,5	0,8
	Температура созревания сливок	°С	4,0	7,0	5,5	0,9
	Кислотность сливок	°Т	12,0	18,0	15,0	0,2

руемым, а параметры содержания жира и кислотности контролируемыми, но неуправляемыми и их значения могут отличаться при подключении очередного сливоксозревательного резервуара и, соответственно, изменять содержание влаги сливочного масла. В этом случае в системе управления процессом производства сливочного масла необходимо предусмотреть контроль состояния нерегулируемых параметров на стадии созревания сливок и, через блок управления провести необходимую корректировку, используя аппаратурные каналы управления, корректирующие содержание влаги масла в структуре маслоизготовителя.

Для повышения эффективности управления следует дополнить структуру управления на стадии сбивания каналом управления температурой сливок внутри мешалки сбивателя, частотой вращения шнеков, а также использовать узел разработанного устройства для оперативного изменения величины зазора лопастей мешалки в сбивателе.

Учитывая, что изменение температуры в процессе сбивания на 1 °С приводит к изменению влажности сливочного масла на 2,5 %, технологическими инструкциями ограничено повышение температуры смеси масля-

ного зерна и пахты в конце операции сбивания по отношению к температуре сливок, поступающих на сбивание на 3-4 °С. Отсутствие аппаратурного оперативного контроля и, соответственно, управления возникающим перепадом температур обуславливает колебание содержания влаги в масле. Предложена система управления, исключающая отклонение величины перепада температур от технологически допустимого значения и, таким образом, стабилизирующая содержание влаги в сливочном масле (рис. 1).

Структурная схема, представленная на рис. 1, включает сбиватель 1 с мешалкой сбивателя 2 и охлаждающей рубашкой сбивателя 3. На входе в сбиватель установлен первичный преобразователь 4 температуры сливок, поступающих на сбивание, внутри сбивателя установлен первичный преобразователь 5 температуры смеси масляного зерна и пахты. Сигналы от этих первичных преобразователей постоянно поступают в управляющий комплекс 6, который определяет разность полученных значений от преобразователей 5 и 4 (перепад температуры сливок внутри сбивателя) и сравнивает ее с технологически допустимым значением.

## ВЫБОР ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕМ СЛИВОЧНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА СПОСОБОМ СБИВАНИЯ

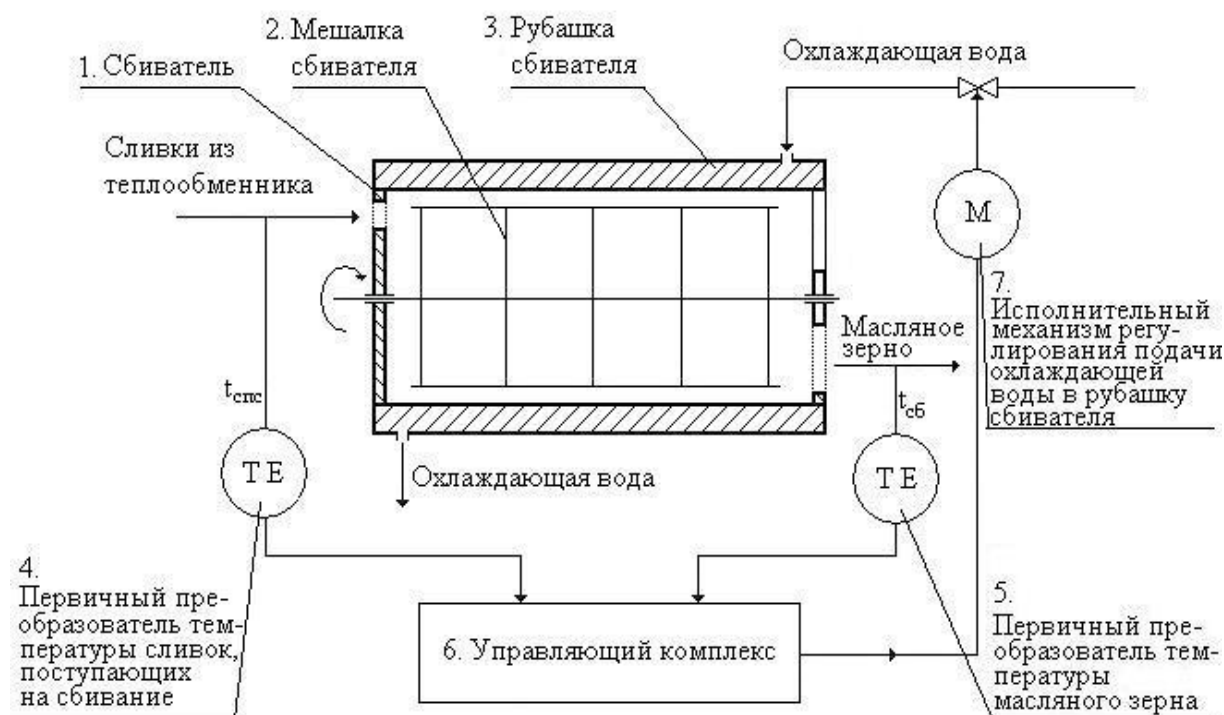


Рисунок 1 – Структура системы стабилизации прироста температуры сливок в сбивателе маслоизготовителя

При превышении разности температур технологически допустимого значения управляющий комплекс 6 в соответствии с величиной полученной разности значений формирует управляющее воздействие количество подаваемой охлаждающей воды в рубашку сбивателя 3 и подает его на исполнительный механизм 7, который изменяет подачу охлаждающей воды в рубашку сбивателя 3, приводя, тем самым, перепад температуры внутри сбивателя к заданному значению.

Процесс сбивания сливок необходимо осуществлять при определенной величине зазора между краем лопасти мешалки сбивателя и внутренней стенкой цилиндра сбивателя. Величина изменения зазора находится в пределах от 2 до 6 мм, а выбор оптимальной величины зазора в отмеченном диапазоне для изменения содержания влаги в масле определяется содержанием жира в сливках и температурой сбивания сливок, а также при использовании сливок жирно-кислотного состава, зависящего от времени года.

В известных устройствах для сбивания сливок технологическая необходимость из-

менения зазора связана с затратами времени при квалифицированном обслуживании.

Предложено устройство, которое упрощает по сравнению с известным решением операцию изменения величины зазора и обеспечивает оперативность исполнения (рис. 2).

Предлагаемое устройство снабжено поводком, укрепленном на валу с возможностью осевого перемещения при помощи червячной пары, при этом лопасти мешалки имеют пазы, расположенные под углом к оси вала, а стержни и поводок связаны с лопастями при помощи пальцев, входящих в пазы.

Оси пальцев и пазов создают параболу, что является благоприятной формой для достижения оптимальных условий сбивания.

Принцип работы устройства: Подготовленные сливки поступают через патрубок 13 на распределительное приспособление 3, после равномерно распределяются на вращающиеся лопасти 7 вала 2. В процессе продвижения продукта к выходному патрубку 14 происходит агрегация жировых шариков и их

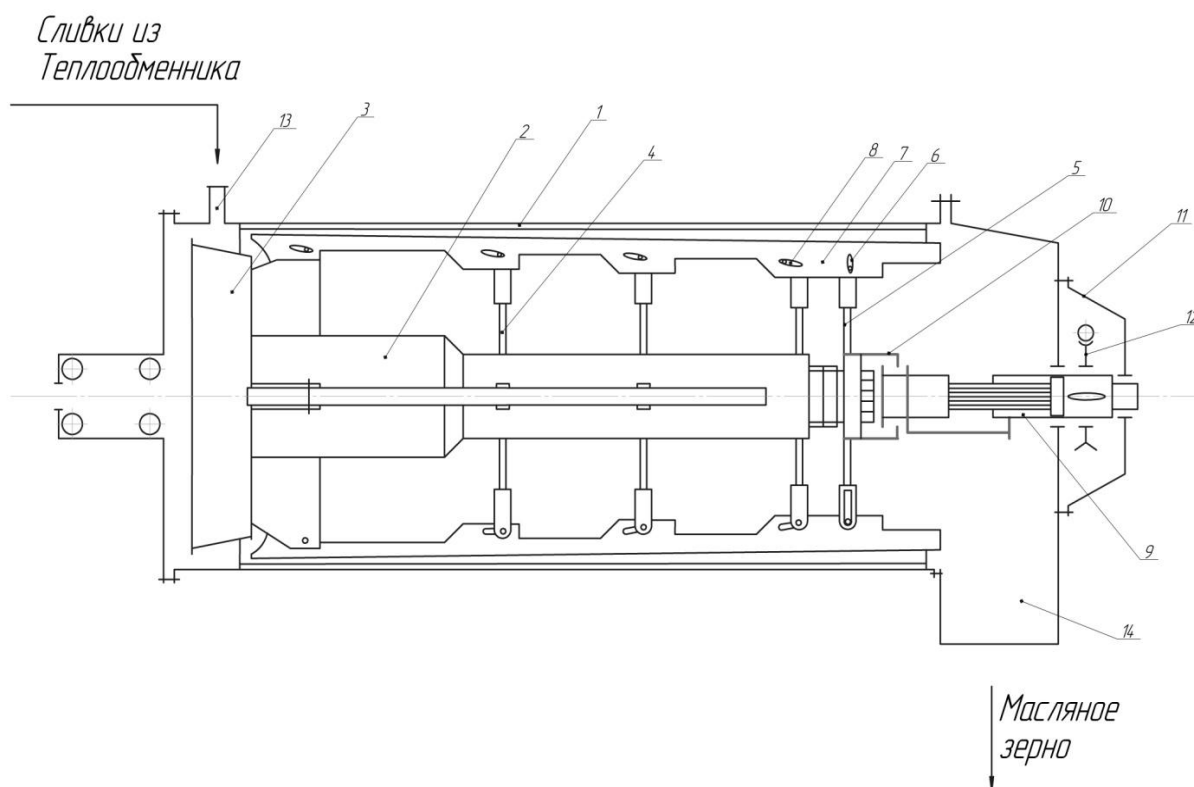


Рисунок 2 – Общий вид устройства:

1 – цилиндрический корпус; 2 – вал; 3 – распределительное приспособление; 4 – стержни; 5 – поводок; 6 – палец; 7 – лопасть (била); 8 – паз; 9 – дополнительный вал; 10 – полумуфта; 11 – корпус; 12 – червячная пара; 13 – патрубок для подачи сливок на сбивание; 14 – патрубок для выхода масляного зерна

комкование. Оптимизация технологического процесса сбивания достигается возможностью установления необходимой величины зазора между лопастями мешалки и внутренней поверхностью цилиндрического корпуса в процессе сбивания. Для этого с помощью червячной пары 12 корпусу 11 придается вращательное движение. Одновременно дополнительный вал 9 перемещается горизонтально и увлекает за собой муфту 10 с поводками 5. Лопастями 7, установленными на стержнях 4, поводком 5 в зависимости от направления вращения перемещаются в горизонтальном направлении вправо и влево. Положение лопастей 7 в цилиндрическом корпусе 1 определяется сопряжением пазов 8 и пальцев 6 стержней 4.

Пазы 8 в лопастях 7 выполнены под определенными углами, различными у каждого из стержней 4. Пальцы 6 укреплены на стержнях 4 жестко. При сопряжении пазов 8 и пальцев 6 их оси создают параболу, и лопасти 7 устанавливаются в цилиндре с измененным по длине угловым зазором. Этот за-

зор увеличивается по направлению выходного патрубка и так же создает параболу, что оптимизирует энергетический режим сбивания сливок в масло, так как величина комков масляного зерна увеличивается в направлении выходного патрубка.

Предложенный выбор дополнительных информационных каналов управления аппаратно-технологическим комплексом производства сливочного масла позволяет повысить уровень и оперативность внесения управляющих воздействий, обеспечивая тем самым повышение качественных показателей сливочного масла и экономических факторов производства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихомирова Н.А. Технология молока и молочных продуктов. Технология масла (технологические тетради) Учеб. пособие. – СПб: ГИОРД, 2011. – 144 с.

2. Грищенко А.Д. Сливочное масло. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 295 с.

**ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 1 2017**

## ВЫБОР ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЕМ СЛИВОЧНОГО МАСЛА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА СПОСОБОМ СБИВАНИЯ

3. Сборник технологических инструкций по производству сливочного и топленого масла / Под ред. Ф.А. Вышемирского – Углич: НПО «Углич», 1994. – 364 с.

4. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Добряков В.А. // Структура многоканальной системы управления процессом сушки молочных продуктов: [Электронный ресурс] Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2013. – №3. <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>.

5. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Пастухов А.С. / Формирование алгоритмов многоканального управления в процессах производства пищевых продуктов // Научный журнал «Современная наука и инновации» - 2016. - № 2(14). – С. 79-85.

6. Балюбаш В.А., Алёшичев С.Е., Добряков В.А. // Выбор аппаратурно-технологических каналов управления в процессах производства пищевых продуктов: [Электронный ресурс] Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2014. – №3. <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>.

7. Патент РФ № 2497355, А01J 15/00. Способ стабилизации сливочного масла при его производстве в маслоизготовителях непрерывного

действия / С.Е. Алёшичев (РФ), В.А. Балюбаш (РФ), Г.А. Ересько (UA), Ю.В. Майборода (UA), опубл. 10.11.2013, Бюл. № 31.

8. Патент РФ № 2298918, А01J15/00. Способ стабилизации процесса нормализации сливочного масла по влажности / С.Е. Алёшичев (РФ), В.А. Балюбаш (РФ), опубл. 20.05.2007, Бюл. № 14.

**Балюбаш Виктор Александрович**, д.т.н., профессор кафедры компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, Университет ИТМО, e-mail: [9206599@mail.ru](mailto:9206599@mail.ru).

**Алёшичев Сергей Евгеньевич**, к.т.н., доцент кафедры компьютерных систем управления в энергетике и биоиндустрии, Университет ИТМО, e-mail: [sergspbcrf@rambler.ru](mailto:sergspbcrf@rambler.ru), +79219206599.

**Малахов Юрий Леонидович**, аспирант кафедры процессы и аппараты пищевых производств, Университет ИТМО, e-mail: [yua@sopura.com](mailto:yua@sopura.com)