

УДК 637.2 + 621.313

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА СЛИВОЧНОГО МАСЛА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

<sup>1</sup>Решетник Е.И., <sup>1</sup>Максимюк В.А., <sup>1</sup>Держапольская Ю.И., <sup>2</sup>Ерёмин Е.С.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный аграрный университет»,

Благовещенск, e-mail: dalgau@tsl.ru;

<sup>2</sup>ФЛ ОАО «БМК» Тамбовский маслозавод, Тамбовка

Данная статья рассматривает возможность модернизации технологической линии производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок посредством внедрения в неё векторного преобразователя частоты вала электродвигателя насоса и микропроцессорного измерителя-регулятора. Производительность насоса регулируется с помощью штатного переменного потенциометра блока преобразователя со щита управления технологической линии. Настройка производительности насоса осуществляется по величине давления высокожирных сливок на выходе из насоса в нагнетательный трубопровод и по значению давления масла на выходе из маслообразователя. Логическая схема функционирования технологической линии производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок построена на основе набора функциональных блоков, содержащихся в программируемом логическом контроллере, встроенном в векторный преобразователь частоты. Внедрение частотного преобразователя и микропроцессорного измерителя-регулятора в технологическую линию производства сливочного масла позволит обеспечить необходимую производительность, увеличить межремонтный период работы насосной части и экономии электрической энергии.

**Ключевые слова:** векторный преобразователь частоты, электродвигатель, насос, маслообразователь, производительность, высокожирные сливки, сливочное масло, технологическая линия

## MODERNIZATION PRODUCTION LINE BUTTER IN ORDER TO INCREASE PRODUCTIVITY OF THE EQUIPMENT

<sup>1</sup>Reshetnik E.I., <sup>1</sup>Maksimyuk V.A., <sup>1</sup>Derzhapolskaya Y.I., <sup>2</sup>Eremin E.S.

<sup>1</sup>Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Far

Eastern State Agrarian University, Blagoveschensk, e-mail: dalgau@tsl.ru;

<sup>2</sup>Branch ОАО «БМК» Tambov Creamery, Tambovka

This article examines the possibility of modernizing production line of butter by converting high fat cream by means of the introduction into it the frequency converter vector motor shaft of the pump and the microprocessor controller. Pump capacity is adjusted via a variable potentiometer converter unit with control panel production line. Adjusting pump performance is performed by the pressure value on the high-fat cream pump outlet of the discharge line and by the value of oil pressure at the outlet of butter-making unit. The logic circuit operation of the production line production of butter by converting high fat cream is based on a set of functional blocks contained in the programmable logic controller, built-in vector frequency inverter. Introduction of frequency converter and microprocessor controller in-line production of butter will ensure the necessary performance, increase the turnaround time of the pump parts and saving electrical energy.

**Keywords:** frequency converter vector, electric motor, pump, butter-making unit, performance, high fat cream, butter, processing line

Сливочное масло – это традиционный продукт питания людей различного возраста и социальных групп. Его употребляют в натуральном виде и в качестве составляющего компонента в кулинарных блюдах.

Сливочное масло богато витаминами и жирными кислотами, которые в организме человека используются для синтеза незаменимых аминокислот и других органических веществ. Наибольший интерес представляют полиненасыщенные жирные кислоты, обладающие высокой биологической ценностью, которые представлены арахидоновой ( $\approx 0,2\%$ ), линолевой ( $\approx 3,2\%$ ) и линоленовой кислотой ( $\approx 0,7\%$ ). Данные кислоты участвуют в клеточном обмене ве-

ществ, являются факторами роста у детей, обладают антисклеротическим действием.

Полиненасыщенные жирные кислоты играют большую роль в обеспечении нормального углеводно-жирового обмена, а также в регулировании окислительно-восстановительных процессов, протекающих в организме человека, и нормализации холестерина обмена [1].

Пищевая ценность сливочного масла обусловлена наличием в нём минеральных веществ, водо- и жирорастворимых витаминов, лактозы. В сливочном масле большое содержание витамина А, необходимого для роста клеток, образования зрительного пурпура, защиты эпителия и т.д.,

а также витамина D – для построения эпидермы и костной ткани, предупреждения рахита.

Пищевая ценность сливочного масла повышается за счёт наличия в нём фосфолипидов, особенно лецитина, попадающего в него с оболочек жировых шариков. Фосфолипиды в комплексе с белками участвуют в построении мембран клеток организма. Также они входят в состав миелиновых оболочек нервных клеток, являются неотъемлемыми компонентами ферментов и относятся к тем веществам, потребность в которых резко увеличивается при повышенных нервных нагрузках.

В настоящее время интерес потребителей к натуральному сливочному маслу очень высок, так как многие стали отказываться от употребления спредов и других масложировых продуктов, выработанных на основе растительных жиров.

В связи с ростом потребления сливочного масла становится актуальным усовершенствование технологической линии производства сливочного масла с целью выхода оборудования на установленную заводскую мощность, а также экономии энергоресурсов и увеличения производительности за счёт снижения времени простоя во время ремонтных работ.

Технологический процесс производства сливочного масла заключается в концентрировании жировой части и отделении других составляющих молока до требуемого содержания жира в готовом продукте, который обладает заданными структурно-механическими свойствами [2].

Выработка сливочного масла в зависимости от способа концентрации жира и формирования структуры продукта делится на два вида – сбивание сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия и преобразование высокожирных сливок в маслообразователях цилиндрического и пластинчатого типов (линия Милешина). Наибольшее распространение в нашей стране получил метод преобразования высокожирных сливок, т.к. он менее сложен и более экономичен.

Сущность метода преобразования высокожирных сливок заключается в концентрировании жировой фазы молока (сливок), нагретых до температуры 40–45 (60–80)°С, сепарированием до содержания её в готовом масле. При этом сначала на промежуточной стадии процесса получают высокожирные сливки.

Процесс выработки сливочного масла методом преобразования включает следующие технологические операции: приёмку и сортировку молока; подогрев, сепарирование молока и получение сливок; тепловую и вакуумную обработку сливок; сепарирование

сливок и получение высокожирных сливок; нормализацию состава высокожирных сливок в соответствии с основными параметрами химического состава вырабатываемого вида масла; расчёт и внесение бактериальной закваски и поваренной соли (при выработке кисломолочного и солёного масла); преобразование высокожирных сливок в масло; фасование и упаковывание масла.

Однако основными этапами производства сливочного масла методом преобразования являются:

- получение высокожирных сливок с требуемым содержанием жира в зависимости от вида вырабатываемого масла;

- термомеханическая обработка высокожирных сливок для преобразования их в масло с заданным значением влаги.

Технологический процесс производства сливочного масла осуществляется в непрерывном потоке, и его продолжительность составляет от 1 до 1,5 часов, начиная с приёмки молока или сливок и заканчивая получением готового продукта. Процесс маслообразования в аппарате составляет 3–4 минуты.

Производство любого продукта питания постоянно совершенствуется, что осуществляется за счёт внедрения нового высокотехнологического оборудования или совершенствования самого технологического процесса, это касается и метода преобразования высокожирных сливок в сливочное масло [4].

К размещению технологической линии по производству сливочного масла предъявляют определенные требования. Оборудование должно быть размещено и смонтировано по ходу производственно-технологического процесса с учётом расположения и величины площади маслоцеха завода, его естественной освещённости и связи с другими производственными помещениями, а также с учётом удобства обслуживания линии, фасовки, упаковки и транспортирования масла в камеру хранения.

Проведены исследования о возможности применения векторного преобразователя частоты электродвигателя насоса и микропроцессорного измерителя-регулятора в технологической линии производства сливочного масла методом преобразования.

Векторный преобразователь частоты ВЕСПЕР, серии E2-8300 со встроенным PLC-контролером – устройство, предназначенное для регулирования скорости вращения трёхфазных асинхронных электродвигателей без обратной связи [5].

Основное применение данного векторного преобразователя частоты – управление агрегатами с невысокой динамикой изменения нагрузки и небольшим диапазоном регулирования по скорости.

Векторный преобразователь частоты имеет 3 режима управления:

1. 0000: Векторное (общего назначения) – применяется при постоянной и быстроменяющейся нагрузке, предназначен для большинства практических применений.

2. 0001: Векторное для вентиляторной нагрузки – используется при переменном моменте, подходит для работы с нагрузками вентиляторного типа (насосы, вентиляторы).

3. 0002: Режим  $U/f$  – используется в тех случаях, когда к преобразователю подключается несколько двигателей, а также когда мощность преобразователя превышает мощность двигателя более чем на одну ступень или применён нестандартный двигатель. В режиме  $U/f$  необходимо установить константы группы 10 в соответствии со свойствами нагрузки.

Преобразователь E2-8300 имеет встроенный программируемый логический контроллер (ПЛК), и пользователь может, при необходимости, ввести последовательную схему с персонального компьютера (работающего под Windows) с помощью специальной программы Drive Link.

Встроенный ПЛК используется для создания не очень сложных схем функционирования различных установок, использующих преобразователь частоты, с целью повышения степени автоматизации управления технологическими процессами. Это позволяет в ряде случаев отказаться от использования внешних контроллеров.

ПЛК содержит набор функциональных блоков, из которых может быть построена логическая схема функционирования объекта. Каждый функциональный блок выполняет одну функцию взаимодействия между своими входами и выходами. Также имеется возможность формировать любое количество логических функций И, ИЛИ и НЕ в пределах общего числа блоков одного проекта (не более 160). Это обеспечивается средствами программирования без использования дополнительных функциональных блоков.

Блоки, оперирующие аналоговыми величинами, используют значения переменных, записанные в специальном регистре.

Измеритель-регулятор микропроцессорный одноканальный ТРМ1 совместно с преобразователем предназначен для измерения и регулирования температуры и других физических параметров, значение которых внешним датчиком может быть преобразовано в сигналы постоянного тока или напряжения [6].

Прибор может быть использован для измерения и регулирования технологических процессов в различных отраслях промышленности, коммунального и сельского хозяйства.

Измеритель-регулятор позволяет осуществлять следующие функции:

– измерение температуры или других физических величин (давления, влажности, расхода уровня и т.п.) в одной точке с помощью стандартных датчиков, подключаемых к универсальному входу прибора;

– скоростные изменения (0,1 с) с использованием унифицированных датчиков тока или напряжения;

– регулирование измеряемой величины по двухпозиционному (релейному) закону;

– отображение текущего измерения на встроенном светодиодном цифровом индикаторе;

– формирование выходного тока 4...20 мА или напряжения 0...10 В для регистрации или управления исполнительными механизмами по П-закону (при использовании в качестве выходного устройства цифро-аналогового преобразователя (ЦАП)).

Производительность насоса марки ВЗ-ОР2-А-2, предназначенного для перекачивания по трубам вязких молочных продуктов (сливки с жирностью не ниже 36%), регулируется со щита управления технологической линии с помощью штатного переменного потенциометра блока преобразователя [7].

Наибольшая производительность выставляется крышкой насоса, далее производится дальнейшая регулировка с помощью блока потенциометра за счёт изменения частоты вращения вала электродвигателя. Регулировка осуществляется в зависимости от величины давления высокожирных сливок на выходе из насоса в нагнетательный трубопровод и по значению давления сливочного масла на выходе из маслообразователя [3]:

– давление высокожирных сливок на выходе из насоса составляет не более 0,25 МПа;

– мощность электродвигателя насоса марки ВЗ-ОР2-А-2 – 0,75 кВт;

– мощность частотного преобразователя марки E2-8300 – 0,75 кВт.

Технологическая линия производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок представлена на рисунке.

Введение векторного преобразователя частоты и микропроцессорного измерителя-регулятора в технологическую линию производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок позволяет решить следующие задачи:

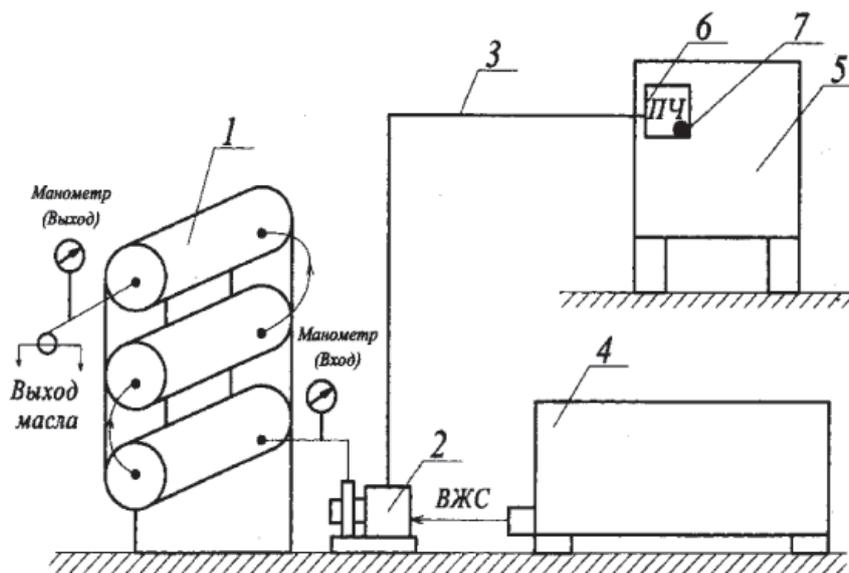
1) улучшение непрерывности и надёжности управления;

2) защита механизма;

3) уменьшение вибраций, исключение резонанса;

4) пуск свободно вращающегося электродвигателя;

5) ограничение момента.



*Технологическая линия производства сливочного масла методом преобразования высокожирных сливок:  
1 – маслообразователь; 2 – насос роторный; 3 – кабель к электродвигателю насоса;  
4 – ванна для высокожирных сливок; 5 – щит управления;  
6 – преобразователь частотный; 7 – потенциометр*

Векторный преобразователь частоты со встроенным PLC-контролером и микропроцессорный измеритель-регулятор позволят обеспечить заданную производительность и ресурс оборудования, уменьшить затраты на электрическую энергию и увеличить межремонтный период работы насосной части.

#### Список литературы

1. Андрианов Ю.П., Вышемирский Ф.А., Качераускис Д.В. и др. Производство сливочного масла. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1988. – 303 с.
2. Бредихин С.А., Юрин В.Н. Техника и технология производства сливочного масла и сыра. – М.: КолосС, 2007. – 319 с.
3. Бредихин С.А. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: КолосС, 2010. – 408 с.
4. Решетник Е.И., Щитов С.В., Ермолаева А.В., Еремин Е.С. Усовершенствование технологической линии производства сливочного масла // Научное обозрение. – 2013. – № 11. – С. 121–123.
5. Руководство по эксплуатации ВАЮУ.435Х21.006-01 РЭ.
6. Руководство по эксплуатации измерителя-регулятора микропроцессорного одноканального ТРМ1.
7. Руководство по эксплуатации насоса марки ВЗ-ОР2-А-2 РЭ.

#### References

1. Andrianov Y.P., Vishemirskii F.A., Kacherauskis D.V. i dr. Proizvodstvo slivochnogo masla. Spravochnik. M.: Agropromizdat, 1988. 303 p.
2. Bredihin S.A., Yurin V.N. Tehnika i tehnologiya proizvodstva slivochnogo masla i sira. M.: KolosS, 2007. 319 p.
3. Bredihin S.A. Tehnologicheskoe oborudovanie predpriyatii molochnoi promishlennosti. M.: KolosS, 2010. 408 p.
4. Reshetnik E.I., Schitov S.V., Ermolaeva A.V., Eremin E.S. Usovershenstvovanie tehnologicheskoi linii proizvodstva slivochnogo masla // Nauchnoe obozrenie. 2013. no. 11. pp. 121–123.
5. Rukovodstvo po ekspluatatsii VAYuU.435H21.006-01 RE.
6. Rukovodstvo po ekspluatatsii izmeritelya-regulyatora mikroprocessornogo odnokanalnogo TRM1.
7. Rukovodstvo po ekspluatatsii nasosa marki V3-OR2-A-2 RE.

#### Рецензенты:

Смирнова И.А., д.т.н., профессор, заведующая кафедрой «Технология молока и молочных продуктов», ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности», г. Кемерово;

Присяжная С.П., д.т.н., профессор кафедры «Энергетика», ФГБОУ ВПО «Амурский государственный университет», г. Благовещенск.