

УДК 637.1.02

**ТЕХНОЛОГИЯ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА
КОМБИНИРОВАННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ РАЗНЫХ ДЛИН ВОЛН**

**TECHNOLOGY OF MILK PASTEURIZATION BY COMBINED IMPACT
OF ELECTROMAGNETIC RADIATION OF DIFFERENT WAVE LENGTHS**

А. В. Родионова, М. В. Белова, О. В. Михайлова, Г. А. Александрова

A. V. Rodionova, M. V. Belova, O. V. Mikhailova, G. A. Aleksandrova

*ФГБОУ ВПО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Чебоксары*

Аннотация. Представлена схема технологии пастеризации молока комплексным воздействием физических факторов, таких как электромагнитное поле сверхвысокой частоты, ультрафиолетовые лучи и ультразвуковые колебания.

Abstract. The article provides the technology scheme for milk pasteurization by combined impact of physical factors such as microwave electromagnetic field, ultra-violet rays and ultrasonic fluctuations.

Ключевые слова: *гомогенизация, ультразвуковая кавитация, пьезоэлектрические элементы, электромагнитное излучение сверхвысокой частоты, резонаторная камера, эндогенный нагрев, пастеризация молока.*

Keywords: *homogenization, ultrasonic cavitation, piezoelectric elements, microwave electromagnetic radiation, resonating chamber, endogenous heating, milk pasteurization.*

Актуальность исследуемой проблемы. В рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы (утверждена постановлением Правительства РФ от 14 июля 2012 г. № 717) большое внимание уделяется процессам качественной переработки молока.

Основная доля производства молока за 2012 год приходится на Приволжский федеральный округ и составляет 10062,2 тыс. тонн, а на территории Чувашской Республики эта цифра составила 491,0 тыс. тонн. Поэтому направление исследования по разработке техники нового поколения с использованием физических факторов, обеспечивающих снижение энергетических затрат, повышение производства высококачественного и конкурентоспособного продукта, пользующегося потребительским спросом на рынке, является актуальным.

В связи с этим целью настоящей работы является разработка и обоснование конструктивно-технологических параметров и режимов работы пастеризатора, позволяющего улучшить качество молока при сниженных энергетических затратах за счет комплексного воздействия физических факторов.

Материал и методика исследований. Объектом исследования являются технологическое оборудование и процесс пастеризации молока комплексным воздействием электромагнитных излучений разных длин волн.

Предмет исследования – выявление закономерностей процесса пастеризации молока при комплексном воздействии таких физических факторов, как электромагнитное поле сверхвысокой частоты, ультразвуковые колебания и бактерицидный поток ультрафиолетовых лучей.

Главная задача – это получение высококачественного молока с более длительным сроком хранения. С целью ее решения нами проанализированы физические способы, которые имеются сегодня в современной технологии. Это и магнитная обработка, и инфракрасные пастеризаторы, и электродные пастеризаторы и др. Есть технологии обеззараживания молока комплексным воздействием ультрафиолетовых и инфракрасных лучей.

Результаты исследований и их обсуждение. Проанализируем энергетические затраты на пастеризацию молока при использовании разных физических факторов (табл. 1).

Таблица 1

Анализ удельного расхода электроэнергии при разных способах обеззараживания молока

Способы	Удельный расход электроэнергии, Вт·ч/г
Электродный пастеризатор «Атена», 220 В	0,071
Высокочастотный пастеризатор молока (Виноградова, 40,68 МГц)	0,05...0,06
Установка для обработки молока УОМ-ИК-1	0,016...0,025
Активизатор молока (УФ- и ИК-воздействия)	0,0178...0,021
Установка бактерицидной обработки молока УБО-М (УФ-воздействие)	0,0166...0,019
Электропастеризатор А1-ОПЭ-1000 (ИК-воздействие)	0,028
Проектируемая установка для сверхвысокочастотного обеззараживания молока	0,02...0,048

Анализ показывает, что высокие энергетические затраты соответствуют использованию электродного и высокочастотного пастеризаторов. Установки с использованием других физических факторов функционируют при удельном расходе электроэнергии 0,02...0,05 Вт·ч/г. При разработке конструкции пастеризатора учтены все преимущества и недостатки использования физических факторов, в том числе ультразвуковых колебаний, реализованных в диспергаторе проточного типа, содержащем пьезопреобразователи с накладками, выполненными заодно с концентраторами (патент РФ № 2221633 С2, МПК В01F11/02, 2004) [1]. Диспергатор имеет сложное конструктивное исполнение, что затрудняет сборку и разборку отдельных узлов для мойки и чистки рабочих поверхностей. Исполнение рабочей камеры не исключает образования застойных зон. Качество гомогенизации и пастеризации молока при данном способе воздействия оставляет желать лучшего. Рациональное комбинирование воздействий электромагнитных излучений разных длин волн с ультразвуковыми колебаниями позволит улучшить качество пастеризованного молока при любом уровне бактериальной обсемененности.

Разработанное нами устройство, на которое подана заявка на изобретение № 2013103937 от 29.01.2013, будет реализовано в линии пастеризационно-охладительной установки.

На рис. 1 изображена схема пастеризатора с комбинированным воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), ультразвуковых колебаний и ультрафиолетового излучения. Установка для пастеризации молока состоит из цилиндрического экранного корпуса 1, СВЧ-генератора 2 с магнетроном 3, цилиндрической перфорированной резонаторной камеры 4, расположенной в ситовом экранном корпусе 5, ультразвуковых генераторов 7 с пьезоэлектрическими элементами 6, счетчика молока 8, ультрафиолетового облучателя 9, кварцевой трубки 10, циркуляционного насоса 13.

Рабочая емкость представляет собой систему двух цилиндрических экранных корпусов, причем на внешний цилиндр 1 с наружной стороны установлены источники ультразвуковых колебаний – пьезоэлементы 6, а на внутренний цилиндрический ситовый корпус 5 намотана кольцевая спираль. Сверхвысокочастотный генераторный блок 2 установлен на крышку экранного корпуса, а с ее внутренней стороны закреплена перфорированная резонаторная камера 4 так, что в нее направлен магнетрон. На верхней части цилиндрического корпуса 1 имеется патрубок, соединенный с трубопроводом, насосом 13 и системой вентилей 12. Трубопровод включает участок, выполненный из кварцевой трубы, над которой размещен УФ-облучатель.

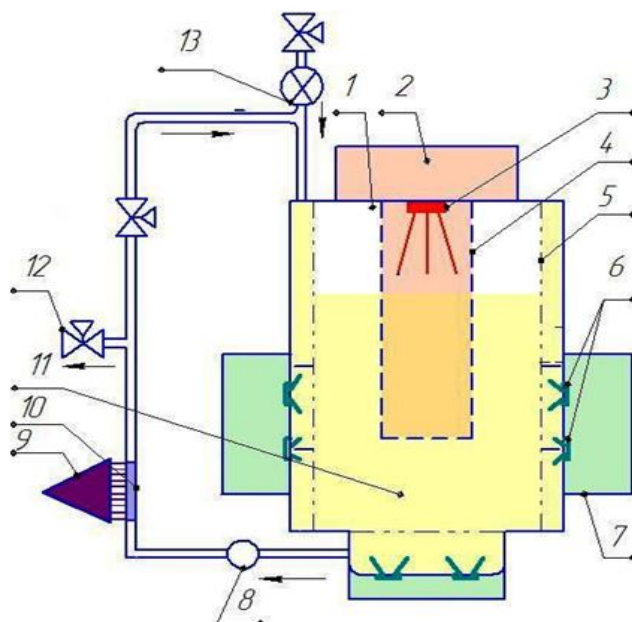


Рис. 1. Пастеризатор с комбинированным воздействием ЭМП СВЧ, ультразвуковых колебаний и бактерицидного потока ультрафиолетовых лучей:

- 1 – цилиндрический экранный корпус (рабочая емкость); 2 – СВЧ-генератор;
 3 – источник СВЧ-энергии – магнетрон; 4 – цилиндрическая перфорированная резонаторная камера;
 5 – ситовый экранный корпус; 6 – источники ультразвуковых колебаний – пьезоэлементы;
 7 – ультразвуковые генераторы; 8 – счетчик молока; 9 – ультрафиолетовый облучатель;
 10 – кварцевая трубка; 11 – пастеризуемое молоко; 12 – вентиль; 13 – циркуляционный насос

Процесс обеззараживания молока комбинированным воздействием физических факторов осуществляется следующим образом. С помощью насоса 13 молоко подается в рабочую емкость 1, где поток молока находится в турбулентном режиме за счет напора насоса и кольцевой спирали, исключающей застойные зоны.

В рабочей емкости одновременно происходит:

- кавитационный нагрев за счет пьезоэлектрических элементов 6 ультразвукового генератора 7;
- диэлектрический нагрев в резонаторной камере 4 СВЧ-генератора 3;
- обеззараживание за счет бактерицидного потока УФ-лучей в тонком слое кварцевой трубы 10.

В процессе кавитации и прохождения через ситовый цилиндр 5 в турбулентном режиме молоко гомогенизируется, что усиливает эффект воздействия УФ-лучей. С целью исключения искажения кавитационных процессов в молоке воздействием электромагнитных излучений СВЧ-диапазона пьезоэлементы изолированы ситовым экраном корпусом, который одновременно выполняет фильтрацию твердых взвешенных частиц. Предварительный эндогенный нагрев происходит у поверхности резонаторной камеры за счет краевого эффекта излучений через перфорацию, а основной диэлектрический нагрев – в перфорированной резонаторной камере за счет токов поляризации. При пастеризации молока термообработка должна быть такой, чтобы погибли споры всех болезнетворных микробов. СВЧ-нагрев обладает следующим преимуществом: за счет перераспределения энергии электромагнитного поля во всем объеме продукта между клетками микроорганизмов и средой можно осуществить такие режимы термообработки, при которых клетки будут нагреваться быстрее, чем окружающая их среда. Пастеризацию молока можно произвести при меньших температурах и за более короткое время.

В зависимости от уровня бактериальной обсемененности молока конструкция предусматривает вариант многократного циклического воздействия физических факторов.

Критерий оценки исследования: снижение энергетических затрат на процесс пастеризации молока на основе комплексного анализа его микробиологических показателей.

Конечный результат – изготовление лабораторного образца производительностью 400...500 кг/ч, потребляемой мощностью 2,7 кВт. Годовой экономический эффект от применения установки составит 346 752 руб. при объеме выпускаемой продукции свыше 500 тыс. тонн/год.

Прикладное значение исследований заключается в использовании технического устройства для пастеризации молока комбинированным воздействием электромагнитных излучений разных длин волн в составе пастеризационно-охладительной установки в фермерских хозяйствах.

Резюме. Разработанный способ обеззараживания молока посредством диэлектрического нагрева и кавитационных процессов в сочетании с бактерицидным потоком УФ-лучей позволит улучшить его микробиологические показатели и увеличить срок хранения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 2221633 РФ, МПК В01F11/02. Ультразвуковой диспергатор проточного типа / Г. Н. Червоненко, М. Г. Червоненко, Н. Е. Червоненко ; патентообладатель Червоненко Г. Н. – № 2001117271/15 ; заявл. 26.06.2001 ; опубл. 20.01.2004. Бюл. № 16. – 9 с.