ФГОУ впо

«Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»

На правах рукописи



**Ш4.2 0 0.0 0 8439 - БУШ Низар Касем**

ОБОСНОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗИРОВАННЫХ
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВАРКИ ЯИЦ

1. - Технологии и средства механизации сельского хозяйства
2. - Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве

Диссертация

на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научные руководители:

Д.т.н., профессор - Новикова Г.В. Д.в.н., профессор - Кириллов Н.К.

Чебоксары, 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ 4

1. [СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА 10](#bookmark0)
	1. Анализ существующих способов и технических средств для

варки пищевых продуктов 10

* 1. [Характеристики яиц 20](#bookmark4)
		1. [Яйцо как объект переработки 20](#bookmark5)
		2. [Диэлектрические характеристики пищевых продуктов 23](#bookmark7)
		3. [Физико-механические свойства яйца 28](#bookmark8)
	2. [Выводы, цель и задачи 30](#bookmark10)
1. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ

МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВАРКИ ЯИЦ 34

* 1. [Основы диэлектрического нагрева 34](#bookmark11)
		1. [Общие сведения 34](#bookmark12)
		2. [Динамика процесса диэлектрического нагрева яйца 38](#bookmark13)
	2. [Теоретическое обоснование режимных параметров механизиро­ванной диэлектрической установки для варки яиц 43](#bookmark15)
		1. Обоснование кинематических и конструктивных параметров

цепного транспортера 43

* + 1. [Согласование условия вращения яйца и роликов 46](#bookmark14)
		2. [Обоснование скорости вращения яиц и роликов 52](#bookmark29)
		3. Согласование расстояний между роликами и осями роликов с

размером яйца 54

* + 1. Обоснование экспозиции воздействия ЭМП СВЧ на яйца 56

2.3. Выводы по главе . 65

1. МЕТОДИКА И СРЕДСТВА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

ИССЛЕДОВАНИЙ 66

* 1. Методика проектирования установок с использованием СВЧ

з

генераторов 66

* 1. [Описание разработанных механизированных диэлектрических установок для варки яиц 71](#bookmark46)
		1. [Механизированная диэлектрическая установка ярусного типа 71](#bookmark47)
		2. Механизированная диэлектрическая установка каретного типа

периодического действия 77

[3.3. Выводы по главе 86](#bookmark52)

1. [РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 87](#bookmark53)
	1. [Г рафики диэлектрического нагрева пищевых продуктов 87](#bookmark54)
	2. Расчет режимных параметров разработанных механизированных

диэлектрических установок 94

* 1. [Обоснование эффективной производительности механизирован­ной диэлектрической установки и времени варки яиц 106](#bookmark55)
	2. [Выводы по главе 110](#bookmark57)
1. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ 111

* 1. Технико-экономическая оценка внедрения механизированных

диэлектрических установок для варки яиц 111

* + 1. Технико-экономическая оценка внедрения механизированной

диэлектрической установки ярусного типа 111

* + 1. Технико-экономическая оценка внедрения механизированной диэлектрической установки каретного типа периодического действия 117
	1. [Меры безопасности при эксплуатации диэлектрических устано­вок 123](#bookmark65)

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ 126

ЛИТЕРАТУРА 128

[ПРИЛОЖЕНИЯ 139](#bookmark66)

Приложение 1. Акты испытания диэлектрических установок и ис­пользования материалов диссертации в учебном процессе

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ вариантов исполнения механизированных диэлектрических установок для варки яиц циклическим способом воздействия ЭМП СВЧ показал, что при транспортировании яиц поверх микроволновой печи (в зоне действия излучателя) удельные энергозатраты достаточно высокие и составляют более 16 Вт-ч/шт. При этом транспортирование яиц в гнездах радиопрозрачных кассет по рабочей площадке не исключает нарушение целостности скорлупы. Существующие роликовые транспортеры, позволяющие без потерь перемещать яйца, не вращают их вокруг продольной или поперечной оси.
2. Разработаны теоретические положения, характеризующие транспортирующий механизм, позволяющий вращать яйца вокруг продольной или поперечной оси в процессе перемещения внутри рабочей камеры и циклического воздействия ЭМП СВЧ. Равномерное воздействие электромагнитного поля сверхвысокой частоты на яйца достигается за счет транспортирования их внутри объемного резонатора с вращением вокруг продольной или поперечной оси с помощью роликового транспортера, причем размеры роликов и межосевое расстояние должны быть согласованны с размерами яйца.

Кинематический анализ движения яиц при транспортировании с помощью роликовой каретки позволил теоретически и экспериментально согласовать расстояния между роликами и их осями с размерами яйца; скорости вращения яиц и роликов. Оптимальные размеры элементов каретки следующие: радиус роликов 10 мм, межосевое расстояние 35 мм, межроликовое расстояние 10 мм.

1. Эффективные режимы варки яиц в механизированных диэлектрических установках:

- каретного типа периодического действия при производительности 70... 100 шт/ч соответствуют скорости транспортирования яиц 0,05 м/с, времени варки 2,7 мин, скважности процесса воздействия ЭМПСВЧ 0,48; энергозатраты при этом равны 12 Вт-ч/шт;

- ярусного типа при производительности 160 шт/ч соответствуют времени варки 5 мин, скважности процесса 0,42, а удельные энергозатраты - 5, 5 Вт-ч/шт. Глубина проникновения электромагнитного поля сверхвысокой частоты 12,24 см.

1. В результате производственных испытаний механизированных диэлектрических установок ярусного и каретного типов установлено, что скорость нагрева яиц не должна превышать 1,11 °С/с, а время нагрева не должно превышать время паузы.

Вероятность «взрыва» яиц снижается с уменьшением времени циклического нагрева при сохранении скважности процесса воздействия ЭМП СВЧ близкой к 0,5, для чего можно увеличить скорость передвижения роликового транспортера в объемном резонаторе до 0,1 м/с, выше которой яйца перекатываются по роликам, не вращаясь вокруг своей оси.

Технико-экономическая оценка внедрения диэлектрических установок для варки яиц показывает, что экономия за счет снижения эксплуатационных затрат составляет 0,89...0,95 руб/шт