

УДК 637.02я73

**УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**HEAT TREATMENT INSTALLATION FOR BLOOD OF BUTCHER'S BEASTS  
WHEN USING ELECTROMAGNETIC RADIATIONS**

**М. В. Белова, Н. Т. Уездный**

**M. V. Belova, N. T. Uezdny**

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

**Аннотация.** В статье представлено описание разработанной установки для варки крови убойных животных с применением энергии электромагнитных излучений разных длин волн.

**Abstract.** The article describes the developed installation for cooking blood of butcher's beasts when using the energy of electromagnetic radiations of waves of different length.

**Ключевые слова:** *сверхвысокочастотная установка, кровь убойных животных, инфракрасный нагрев.*

**Keywords:** *superhigh-frequency installation, blood of butcher's beasts, infrared heating.*

**Актуальность исследуемой проблемы.** Физические свойства, химический состав и биологическая ценность крови убойных животных определяют различные направления их использования. Наличие в крови высокоценных белков указывает на целесообразность преимущественного применения ее для производства кормовых добавок [4]. В связи с этим поиск энергосберегающих технологий, обеспечивающих качественную переработку крови убойных животных и использование ее в виде белкового корма для животных, актуален.

**Материал и методика исследований.** В теоретических исследованиях применены основы теории электромагнитного поля, теории процесса диэлектрического нагрева. Экспериментальные исследования в лабораторных и производственных условиях проводились в соответствии с частными методиками. Основные расчеты и обработка результатов экспериментальных исследований выполнялись с применением методов математической статистики и регрессионного анализа при использовании теории активного планирования многофакторного эксперимента. Параметры установки измеряли с помощью современных цифровых приборов, а структуру сырья и качество готового продукта оценивали через органолептические, физико-химические показатели по методикам, рекомендованным соответствующими стандартами.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Задачей проектирования установки является расчет и конструирование сверхвысокочастотной и инфракрасной нагревательной камеры для термической обработки крови убойных животных. Расчет заключается в установлении связей основных параметров, определяющих технологический процесс.

Энергоподвод к сырью (крови) в электромагнитном поле способствует значительной интенсификации процесса коагуляции, повышению качества продукта и создает благоприятные условия для автоматизации производства вареной крови. Наиболее перспективен для нагревательных установок энергоподвод в электромагнитном поле инфракрасного (ИК) и сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазонов [1].

В процессе ИК-излучений процесс нагрева интенсифицируется благодаря значительной плотности теплового потока на поверхности продукта (на порядок больше, чем при конвективном нагреве), рассеянию в сырье потока, поглощенного поверхностным слоем, и частичному проникновению энергии внутрь продукта. Для крови, содержащей влагу различных форм связи, большое значение имеет соотношение частоты колебаний электромагнитного поля и частоты колебаний молекул воды. При достижении резонанса указанных частот возможен переход влаги в менее прочную форму связи, что дает определенный энергетический эффект [2]. Так, порядок частоты колебаний молекул воды составляет примерно  $10^{12}$  Гц, что близко к частоте ИК-излучения, и энергия потока квантов может быть достаточна для преодоления энергии связи адсорбционной влаги [2].

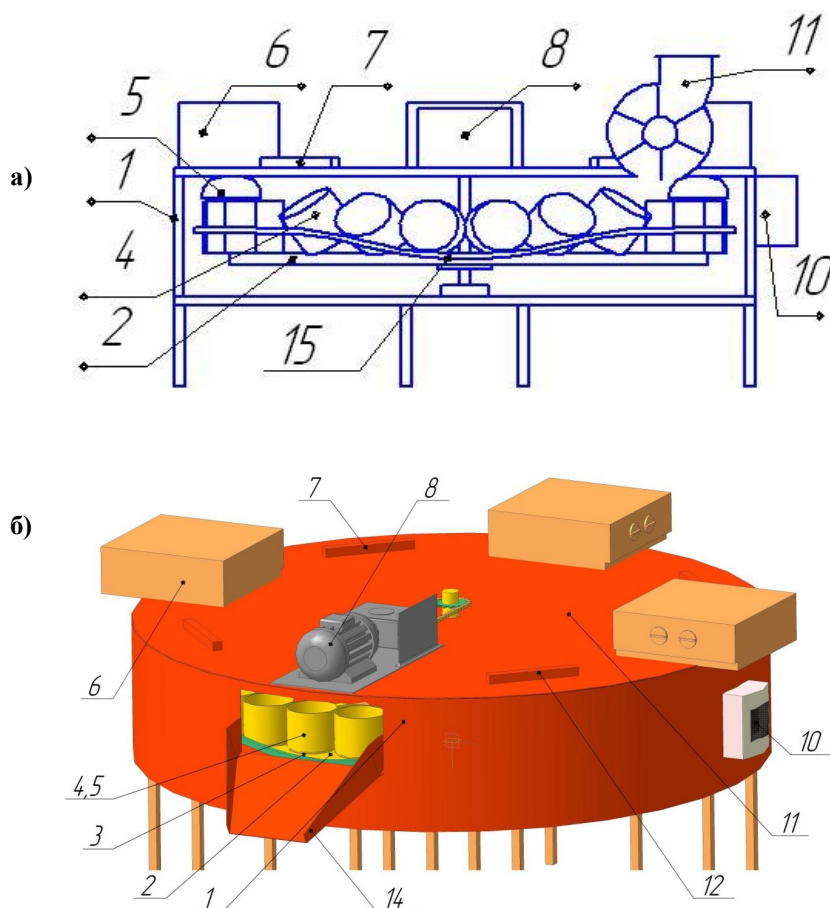
При СВЧ-воздействии преобразование энергии электромагнитного поля в теплоту происходит полностью в объеме материала, что обуславливает еще большую интенсификацию процесса. Значительные перспективы имеет применение комбинированных методов энергоподвода, таких как СВЧ- и ИК-излучения.

Технологический результат заключается в интенсификации процесса термообработки крови убойных животных в непрерывном режиме и в повышении качества готового продукта.

Установка для термообработки крови убойных животных (рис. 1, 2) содержит на монтажном столе с блоком управления 10 цилиндрический экранирующий корпус 1, внутри которого расположен ротор 2 в виде колеса. По всему периметру ротора посредством шарнирных петель 3 вертикально вмонтированы нижние части цилиндрических резонаторных камер 4 с силиконовым покрытием изнутри 13. Верхние части резонаторных камер 5 жестко закреплены под СВЧ-генераторами 6 так, что излучатели направлены внутрь камеры, а СВЧ-генераторы 6 и ИК-лампы 7 расположены с чередованием по периметру на верхнем основании экранирующего корпуса 1, где установлены дозатор 11, мотор-редуктор 8 для привода ротора 2 и имеется дверца 12. На боковой поверхности, в области расположения упорного элемента 15, вмонтирован выгрузной лоток 14.

Процесс термообработки крови убойных животных происходит следующим образом. Включают привод ротора 2 с помощью мотор-редуктора 8 и привод дозатора 11. Кровь (сырье) подают в горловину дозатора 11, откуда с помощью вращающегося затвора обеспечивается равномерная подача крови в резонаторные камеры (в нижние части 4) по мере их передвижения за счет вращения ротора 2 с помощью мотор-редуктора 8. По мере оказания резонаторных камер 4 с сырьем под соответствующими источниками 6 и 7 эти источники необходимо включать последовательно. При стыковке движущейся части резонаторной камеры 4 с неподвижным верхним ее основанием 5 от источника СВЧ-энергии 6 (магнетрона LG 2M214 или LG 2M226 мощностью 800...900 Вт) поток электромагнитных излучений будет направлен внутрь цилиндрической резонаторной камеры. Кровь подвергается воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты и эндогенно нагревается за счет токов поляризации. Далее за пределами СВЧ-генератора 6 сырье в цилиндрической части резонаторной камеры при транспортировании подвергается экзогенному нагреву за счет параллельно соединенных двух ИК-ламп 7 (BLY-195-405

мощностью 500 Вт, напряжением 120 В). При чередовании диэлектрического и инфракрасного нагревов происходит приращение температуры сырья до 95..100 °С. Затем при прикосновении к специальному упорному элементу 15 каждая резонаторная камера (нижняя часть 4) опрокидывается, продукт сползает в выгрузной лоток 14 за счет силиконового покрытия 13, имеющегося в каждой резонаторной камере. С помощью шарнирных петель 3 и специальных направляющих резонаторные камеры возвращаются в вертикальное положение, а далее в них дозируется новая порция сырой крови.



**Рис. 1. Установка для термообработки крови убойных животных:**

**а) вид сбоку, при открытой боковой поверхности экранирующего корпуса;**

**б) пространственное изображение (без дозатора); 1 – цилиндрический экранирующий корпус, 2 – ротор, 3 – шарнирная петля, 4, 5 – цилиндрическая резонаторная камера (4 – нижняя часть, 5 – верхняя часть), 6 – СВЧ-генератор с излучателем, 7 – лампы ИК-нагрева, 8 – мотор-редуктор с цепной передачей, 9 – натяжной ободок (не показан), 10 – блок пускозащитной аппаратуры (блок управления), 11 – дозатор, 12 – дверца, 13 – силиконовое покрытие (не показано), 14 – выгрузной лоток, 15 – упорный элемент**

Вареная кровь, выгруженная через лоток 14, фасуется в специальную потребительскую тару и размещается в холодильную камеру. Срок ее хранения при температуре 0...8 °С составляет не более 2 суток.



**Рис. 2. Расположение нижних частей резонаторных камер на роторе установки для термообработки крови убойных животных**

В испытательной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Чувашской Республике – Чувашии» проводили контроль мощности потока излучений установкой для термообработки крови убойных животных, имеется протокол испытаний. Графики изменения мощности потока СВЧ-энергии в зависимости от расстояния до источника, а также зависимость продолжительности работы персонала от мощности потока излучений СВЧ-энергии показывают, что мощность потока СВЧ-энергии на расстоянии (0,2...1,5) м от установки для термообработки крови убойных животных составляет (0,1...0,04) Вт/см<sup>2</sup>, что ниже допустимого уровня. Данную установку по безопасной норме СВЧ-излучения можно обслуживать на расстоянии 1...1,2 м в течение 6...8 часов [3].

**Резюме.** Разработанная установка позволяет провести термообработку крови убойных животных с производительностью 40...60 кг/ч, при этом удельные энергетические затраты составляют 0,16 кВт·ч/кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Антипов, С. Т. Машины и аппараты пищевых производств / С. Т. Антипов, И. Т. Кретов, А. Н. Остриков, В. А. Панфилов, О. А. Ураков. – М. : Высшая школа, 2001. – 703 с.
2. Гинзбург, А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А. С. Гинзбург. – М. : Пищепромиздат, 1985. – 336 с.
3. Пономарев, А. Н. Зависимость мощности потерь СВЧ-энергии от напряженности электрического поля / А. Н. Пономарев, М. В. Белова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2011. – № 2 (70). Ч. 1. – С. 119–122.
4. Файвишевский, М. Л. Переработка крови убойных животных / М. Л. Файвишевский. – М. : Колос, 1993. – 726 с.