

УДК 637.52.37

**ТЕРМООБРАБОТКА И ПОСОЛ КУСКОВОГО МЯСНОГО СЫРЬЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**HEAT TREATMENT AND SALTING OF MEAT PIECES BY MEANS  
OF ENERGY OF ELECTROMAGNETIC RADIATION**

**Д. В. Поручиков, О. В. Михайлова**

**D. V. Poruchikov, O. V. Mikhaylova**

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

**Аннотация.** В статье приведено описание разработанной установки для посола, массирования и термообработки мясного сырья с использованием энергии электромагнитных излучений сверхвысокочастотного и инфракрасного диапазонов.

**Abstract.** The article describes the developed unit for salting, malaxating and heat treatment of raw meat by means of energy of electromagnetic radiation and infrared.

**Ключевые слова:** *электромагнитное поле сверхвысокой частоты, лампы гриль, трубчатая резонаторная камера, массирование мясного сырья, охлаждение, посолочный рассол, фильтрационно-диффузионный процесс.*

**Keywords:** *electromagnetic field of ultrahigh frequency, grill lamp, tubular resonating chamber, malaxating of meat, cooling, brine for salting, filtrational and diffusive process.*

**Актуальность исследуемой проблемы.** Производство колбасных изделий в 2012 г. в России составило 23,4 млн т, в том числе 10 % – это копченые изделия. Тенденции развития техники для производства мясных изделий показывают, что современным требованиям в наибольшей степени отвечают технологии и технические средства, обеспечивающие высокое качество продукции при минимальных энергетических затратах.

Целью нашего исследования явилась разработка и обоснование параметров установки для массирования и термообработки мясного сырья при производстве копченых изделий, обеспечивающей ускорение процесса посола и варки кускового сырья при сниженных энергетических затратах.

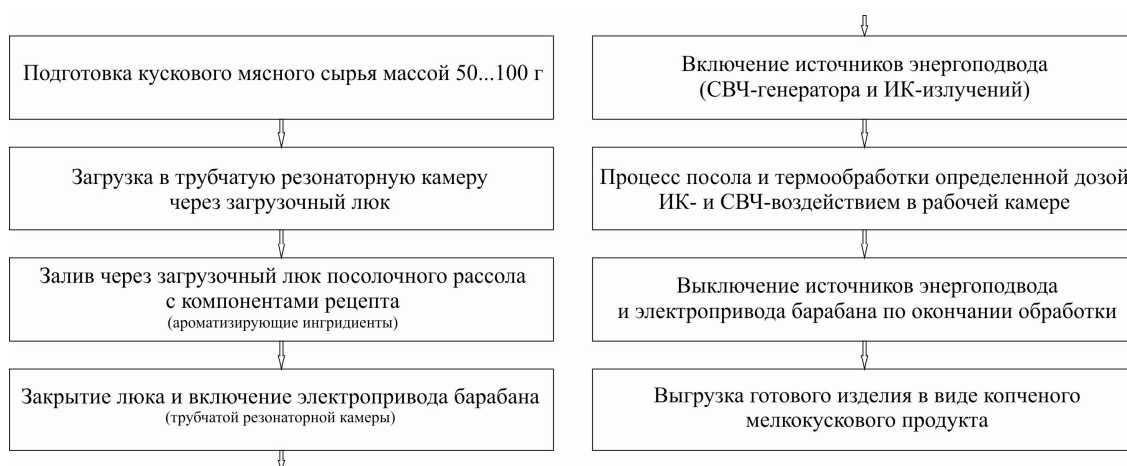
**Материал и методика исследований.** *Теоретическое решение* вопросов, касающихся процесса массирования сырья и термообработки, выполнено с использованием основных положений теории диэлектрического нагрева, теоретической механики, теории машин и механизмов и основ процесса массообмена, теории дифференциального и интегрального исчисления [4]. При выполнении *экспериментальных исследований* применен метод математического планирования многофакторного эксперимента. Аппроксимация и обработка экспериментальных данных выполнена с использованием компьютерной программы «Excel». Общую методологическую основу исследований составляют положения системного анализа и математической статистики с использованием программы «Statistic».

**Результаты исследований и их обсуждение.** Известно, что переменное механическое воздействие вызывает наряду с диффузионным обменом интенсивное перемещение рассола, направленное к равномерному распределению продукта. Существующие в настоящее время устройства для фильтрационного распределения посолочных веществ в мелкокусковом сырье недостаточно эффективны. Исследования показали, что посол целесообразно осуществлять в условиях активных электрофизических воздействий в процессе тепловой обработки [3]. Полученные нами новые знания позволили разработать способ и установку для одновременного проведения процессов массирования и термообработки кускового мясного сырья. Нами предлагается совмещать два энергоемких процесса, используемых при производстве копченых изделий: массирование и термообработку сырья.

Объектом исследования является установка для массирования и термообработки мясного сырья, технология варки кускового мясного сырья экзо-эндогенным нагревом в процессе посола и массирования.

Предметом исследования является выявление закономерностей фильтрационно-диффузионных процессов, происходящих при одновременном воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ), ИК-лучей и при механическом массировании во вращающейся трубчатой резонаторной камере СВЧ-генератора.

Составлена операционно-технологическая схема процесса массирования и термообработки мелкокускового мясного сырья (рис. 1).

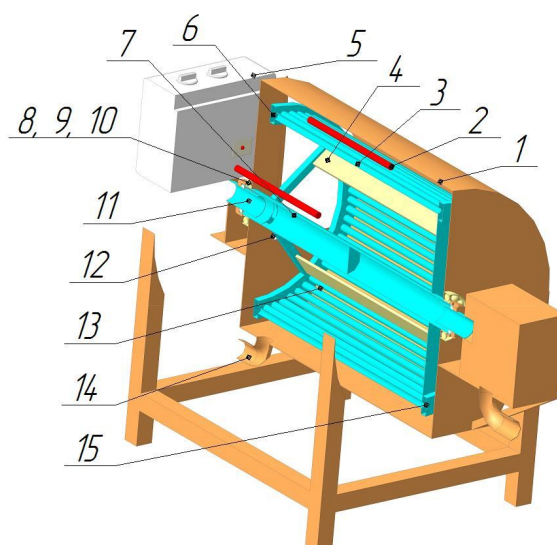


**Рис. 1. Операционно-технологическая схема процесса массирования и термической обработки мелкокускового мясного сырья**

На рис. 2 приведено пространственное изображение установки для посола и термообработки мясного сырья. Установка содержит в цилиндрическом экранирующем корпусе 1 трубчатую резонаторную камеру 3, с торца которой направлен излучатель от генераторного блока 5 с магнетроном. Полюс вал 7 проложен через центральную ось трубчатой резонаторной камеры 3. При этом вал жестко соединен с торцевым полым диском 15 и кольцевой трубой 6 резонаторной камеры 3. Вал 7 установлен в подшипниковый узел 8. Трубчатая резонаторная камера 3 вращается от мотор-редуктора. На дне цилиндрического экранирующего корпуса 1 имеется сливной патрубок 14. С внутренней стороны резо-

наторная камера содержит лопасти 4. Один конец трубчатой резонаторной камеры полностью закрыт полым диском 15, а другой конец закольцован трубой 6. Под цилиндрическим экранирующим корпусом 1 установлены ИК-лампы 2. Через щели 13 между трубами резонаторной камеры 3 посолочный рассол просачивается на дно экранирующего корпуса 1 и заливает часть мясного сырья, находящегося в камере 3.

Она работает следующим образом. Мясное сырье и посолочный рассол загружается через загрузочный люк 12. Затем подают теплоноситель в трубы резонаторной камеры 3 через муфту 11. Теплоноситель (горячая вода) из трубопровода, через муфту 11 поступает в правую камеру, так как в полом валу 7 имеется заглушка. Затем, обойдя трубчатую резонаторную камеру 3, поступает в левую камеру и через трубу возвращается в трубопровод сети. Стопорная гайка 10 и прокладка 9 до подшипникового узла 8 ограничивают вытекание теплоносителя [1].



**Рис. 2. СВЧ-установка для массирования и термообработки мясного сырья: 1 – цилиндрический экранирующий корпус; 2 – ИК-лампы; 3 – трубчатая резонаторная камера; 4 – лопасти; 5 – генераторный блок с магнетроном и излучателем; 6 – кольцевая труба; 7 – полый вал; 8 – подшипниковый узел; 9 – диэлектрическая прокладка; 10 – стопорная гайка; 11 – муфта; 12 – люк; 13 – щель между трубами; 14 – сливной патрубок, 15 – полый диск**

Одновременно включают мотор-редуктор, который вращает вал 7 с резонаторной камерой 3 со скоростью, меньше критической. Начинается процесс массирования кускового мясного сырья, при этом за счет лопастей 4 куски мяса поднимаются до определенной высоты и падают, т. е. идет фильтрационно-диффузионный процесс. Посолочный рассол впитывается в ткани мясного сырья. Одновременно включают генераторный блок 5. За счет тепла от труб и воздействия ЭМП СВЧ эффект массопереноса при массировании мясного сырья дополнительно усиливается. Посолочные вещества в основном перераспределяются за счет воздействия ЭМП СВЧ. После окончания массирования мясного

сырья, остатки рассола сливают через сливной патрубок 14. СВЧ-генератор 5 включают на полную мощность, включают ИК-лампы 2, и по трубам резонаторной камеры 3 циркулирует пароводяная смесь. В таком режиме производят варку и копчение изделия. Далее выключают СВЧ-генератор 5, меняют теплоноситель в трубах на хладоноситель (водопроводная вода или охлаждающий рассол). При этом происходит охлаждение готовой продукции, после чего останавливают вращение резонаторной камеры, выключая мотор-редуктор. Открывают люк 12 и выгружают готовое копченое изделие.

**Резюме.** При одновременном механическом массировании и экзо-эндогенном нагреве кускового мясного сырья происходит равномерное распределение рассола в нем в щадящем режиме на низких оборотах рабочей камеры. При этом функцию барабана выполняет трубчатая резонаторная камера СВЧ-генератора. Это позволяет сохранить волокнистую структуру, равномерный стабильный цвет, сочность, типичный вкус копченого кускового продукта. За счет ускоренного преобразования нитрата (созревание) происходит интенсивное покраснение (мясо приобретает более стойкий цвет и сохраняет натуральный аромат), снижаются потери жидкости при термической обработке. Обработке можно подвергать все виды мяса птицы, КРС и баранины. Наиболее существенными факторами, влияющими на эффективность процесса посола, массирования и термообработки мелкокускового мясного сырья, являются продолжительность термической и механической обработки, количество добавляемого рассола и степень заполнения рабочей камеры. Исследования показывают, что существенное влияние на качественные показатели готовых мясопродуктов оказывают как сырьевые (32,9 %), так и технологические факторы (67,1 %). К наиболее весомым из технологических факторов относятся параметры термической обработки (17,0 % от общего выделенного числа факторов). Критерием оценки при оптимизации конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки служат энергетические затраты и качество готового изделия (варено-копченых мясных кусков) [2], [5]. Лабораторный образец имеет производительность 7...12 кг/ч, потребляемую мощность 3 кВт.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Белова, М. В. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / М. В. Белова, Г. А. Александрова, Г. В. Новикова, Д. В. Поручиков // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 12–15.
2. Васильева, И. Т. Инновационная энергосберегающая установка / И. Т. Васильева // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2011. – № 4 (72). Ч. 1. – С. 7–12.
3. Курочкин, А. А. Технологическое оборудование для переработки продукции животноводства / А. А. Курочкин, В. В. Ляшенко. – М. : Колос, 2001. – 552 с.
4. Уездный, Н. Т. Технология выпечки хлебобулочных изделий диэлектрическим нагревом / Н. Т. Уездный, И. Г. Ершова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 163–166.
5. Уездный, Н. Т. Экономическая эффективность применения СВЧ-установки для выпечки хлебобулочных изделий / Н. Т. Уездный, И. Г. Ершова, О. В. Науменко, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 167–170.