

УДК 664.002

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ УСТАНОВКИ
ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ КРОВИ УБОЙНЫХ ЖИВОТНЫХ**

**JUSTIFICATION OF PARAMETERS
OF HEAT TREATMENT UNIT FOR BLOOD OF BUTCHER'S BEASTS**

Н. Т. Уездный, М. В. Белова, Г. В. Новикова

N. T. Uezdny, M. V. Belova, G. V. Novikova

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

Аннотация. В статье предложена методика согласования конструктивно-технологических параметров установки для варки крови убойных животных с применением энергии электромагнитных излучений разных длин волн с режимами ее работы.

Abstract. The article suggests the algorithm of coordination of constructive and technological parameters for the heat treatment unit for the blood of butcher's beasts with the use of the energy of electromagnetic radiations of waves of different length.

Ключевые слова: алгоритм, термообработка, кровь убойных животных, электромагнитные излучения разных длин волн.

Keywords: algorithm, heat treatment, blood of butcher's beasts, electromagnetic radiations of waves of different length.

Актуальность исследуемой проблемы. На предприятиях мясной промышленности осуществляют убой сельскохозяйственных животных и производят из продуктов убоя пищевую и кормовую продукцию. Используемое сырье – кровь – лабильно ко многим внешним факторам, в том числе к микробиальному загрязнению. Основными требованиями, предъявляемыми к технологиям переработки крови убойных животных, являются безотходность и обязательное выполнение санитарно-ветеринарных предписаний и норм. Разработка технических средств переработки крови возможна на базе исследований его свойств и их трансформации в процессе обработки, допустимых режимов энергетических воздействий. Традиционные процессы переработки крови убойных животных энергоемки, связаны с потреблением большого количества электроэнергии, пара и воды.

В связи с этим создание современного высокоэффективного оборудования для термообработки крови убойных животных является одной из актуальных задач в мясной промышленности.

Большой вклад в разработку механизированных способов термообработки крови убойных животных на протяжении последних 20 лет внесли работы известных ученых: В. И. Ивашова, А. И. Бредихина, А. И. Пелеева, В. М. Горбатова, И. А. Рогова, М. Л. Файвишевского и др. Несмотря на наличие различных подходов к способам и средствам термообработки крови убойных животных, в работах вышеназванных ученых недостаточное внимание уделено изучению влияния многих технологических факторов на качество получаемого продукта. Анализ исследований, выполненных многими авторами, позволяет

выделить три основные технологические операции, требующие механизации и дальнейшего совершенствования: термообработку сырья в поточном режиме при сочетании СВЧ- и ИК-энергоподводов, измельчение вареной крови убойных животных, упаковку и замораживание продукта.

Материал и методика исследований. Источниками СВЧ-энергии служили генераторы разных марок с полезной мощностью до 800 Вт, а ИК-излучений – лампы BLY195-405. Частоту вращения привода ротора контролировали с помощью фототахометра Digital Tachometer ДТ–2234А. Регулирование частоты вращения привода ротора осуществляли с помощью преобразователя частоты марки СИМР-F7Z42P2. Мощность потока электромагнитных излучений около установки измеряли с помощью прибора ПЗ-33. Измерение температуры в продукте осуществляли с помощью цифрового контролера E5CN, а исследование распределения теплового потока по поверхности продукта – с помощью тепловизора FLIR i3 [1], [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Разработана установка для термообработки крови убойных животных с использованием электромагнитного поля сверхвысокой частоты и инфракрасного нагрева в поточном режиме (рис. 1). Транспортирование сырья осуществляется в термостойких диэлектрических контейнерах, расположенных под углом в цилиндрических передвижных объемных резонаторах СВЧ-генератора. Рабочая камера расположена в экранирующем корпусе. Сырье с помощью насоса подается в передвижные резонаторные камеры дозированно за счет специального датчика положения камер и редукционного клапана [2], [3], [4].

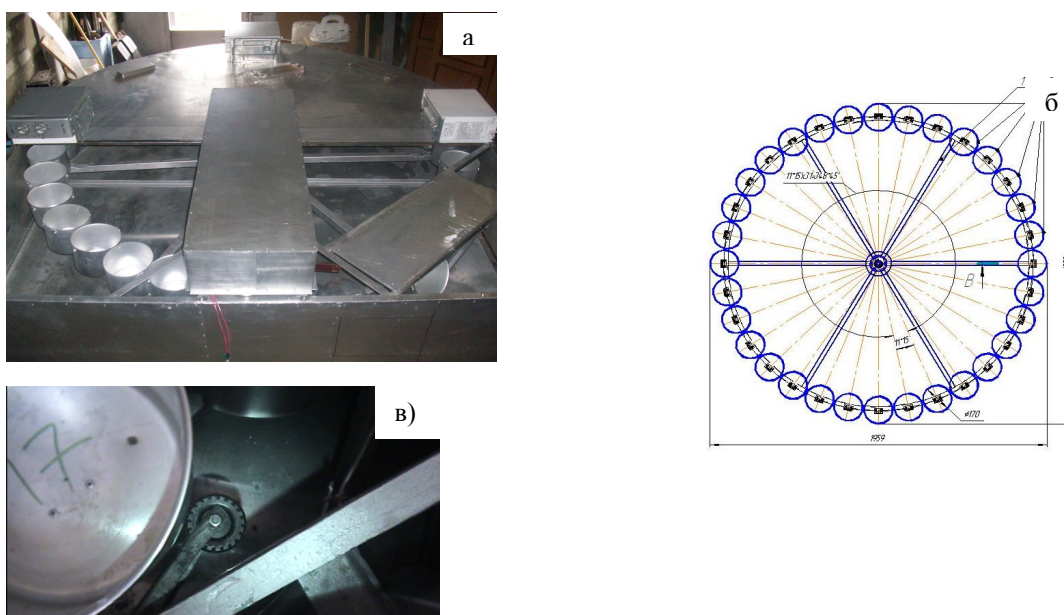


Рис. 1. Расположение резонаторных камер на грузонесущем роторе (а) и его схематическое изображение (б), датчик положения (в)

Разработанная методика механизированной термообработки крови убойных животных предусматривает варку сырья за счет многократного циклического воздействия электромагнитных излучений разных длин волн.

Для согласования конструктивно-технологических параметров установки с режимами ее работы разработана методика (табл. 1) в соответствии со следующими исходными данными:

- диаметр ротора D ($R=1$ м);
- диаметр резонаторной камеры d (15,32 см);
- размеры ИК-ламп $l_{ИК}$ (20 см);
- начальная температура сырья $T_{нач.}$ (15 °С);
- конечная температура продукта $T_{кон.}$ (78...80 °С);
- количество резонаторных камер на роторе N (32 шт.);
- производительность установки Q (40...60 кг/ч);
- общая продолжительность обработки $\tau_{общ.}$ (продолжительность одного оборота ротора равна 288 с);
 - масса загрузки сырья в резонаторную камеру $G_{р.к}$ (150 г);
 - количество источников энергоподвода N (3 лампы ИК-излучения, 3 СВЧ-генератора);
 - удельная мощность СВЧ-генератора $P_{уд}$ (5,33 Вт/г);
 - приращение температуры при воздействии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) $\Delta T_{СВЧ}$ (40 °С);
 - приращение температуры при воздействии ИК-излучения $\Delta T_{ИК}$ (23...25 °С);
 - продолжительность нагрева для достижения приращения температуры $\Delta T_{СВЧ}$ тремя генераторами (1 мин);
 - продолжительность нагрева для достижения приращения температуры $\Delta T_{СВЧ}$ одним генератором (20 с);
 - общая продолжительность паузы $\tau_{пауза}$ (150 с);
 - продолжительность загрузки сырья $\tau_{загрузка}$ (9 с) и выгрузки продукта $\tau_{выгрузка}$ (9 с).

Таблица 1

Методика согласования конструктивно-технологических параметров установки с режимами ее работы [3]

Задаем конструктивные параметры ротора-конвейера: диаметр, ширину грузонесущей платформы – для определения длины конвейера ($L = 2 \cdot \pi \cdot R$)
Определяем конструктивные размеры резонаторной камеры по добротности и напряженности электрического поля ($d_{р.к}, h_{р.к}$) и их количество N в зависимости от длины окружности ротора
Задаем производительность установки с учетом заданной мощности источников энергии и их количества ($Q = G_{общ.}/\tau_{общ.}$), $G_{общ.} = G_{р.к} \cdot N$ – общая масса загрузки
Экспериментально определяем необходимое приращение температуры при СВЧ- ($\Delta T_{свч}$) и ИК- ($\Delta T_{ик}$) воздействии, зная общее приращение температуры для варки крови – 78...80 °С
Экспериментально определяем продолжительность воздействия ЭМП СВЧ ($\tau_{свч}$) при соответствующей удельной мощности генератора $P_{уд}$ (5,33 Вт/г) с учетом приращения температуры 40 °С
Вычисляем массу загрузки сырья в одну резонаторную камеру при заданной удельной мощности генератора $G_{р.к}$
Определяем общую продолжительность обработки крови ($\tau_{общ.} = \tau_{свч} + \tau_{ик} + \tau_{пауза} + \tau_{выгрузка} + \tau_{загрузка}$)
Вычисляем продолжительность ИК-излучений как разность из общей продолжительности обработки, с учетом продолжительности паузы между источниками ($\tau_{пауза}$), выгрузки ($\tau_{выгрузка}$) и загрузки сырья ($\tau_{загрузка}$)
Согласовываем общую продолжительность обработки сырья ($\tau_{общ.}$) с угловой (ω) и линейной (v) скоростью ротора

Общая продолжительность обработки складывается из следующих слагаемых:

$$\begin{aligned}\tau_{\text{общ}} &= \tau_{\text{свч}} + \tau_{\text{ик}} + \tau_{\text{пауза}} + \tau_{\text{выгрузка}} + \tau_{\text{загрузка}} \\ \tau_{\text{общ}} &= 60 + 60 + 150 + 9 + 9 = 288 \text{ с.} = 4,8 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Линейная скорость ротора вычисляется по формуле $v = \omega \cdot R$, м/с, где ω – угловая скорость привода ротора, 1/с ($n = 1/4,8 = 0,21$ об/мин, $\omega = 0,022 \text{ с}^{-1}$):

$$v = \omega \cdot R = 0,022 \cdot 1 = 0,022 \text{ м/с.}$$

Скорость передвижения резонаторных камер через длину окружности ротора равна $v_{\text{р.к}} = 6,28/288 = 0,022 \text{ м/с}$.

В результате апробирования установки в производственных условиях выявлено следующее: снижение удельных энергетических затрат на термообработку крови убойных животных с 0,2 до 0,16 кВт·ч/кг; улучшение качества вареной крови на 9 баллов; снижение бактериальной обсемененности продукта с $4,4 \cdot 10^6$ КОЕ (колониобразующая единица)/см³ до 10 000 КОЕ/см³; увеличение срока хранения продукта в потребительской таре с 2 до 5 суток при температуре не выше 3...5 °С.

Резюме. Согласованы нагруженная добротность (400) и объем резонаторной камеры (2,5 л), обеспечивающие эффективную величину напряженности электрического поля (600 В/см) в сырье при термообработке до 78...80 °С для снижения бактериальной обсемененности в продукте на два порядка.

Установлено, что эффективными режимами термообработки крови убойных животных в установке производительностью 40...50 кг/ч являются удельная мощность 5,33 Вт/г, общая продолжительность процесса варки 288 с.

Выявлено, что ротор диаметром 2 м, транспортирующий 32 цилиндрических объемных резонатора внутренним диаметром 0,153 м, обеспечивает производительность установки 40...50 кг/ч при скорости передвижения (0,021) м/с.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белова, М. В. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / М. В. Белова, Г. А. Александрова, Д. В. Поручиков, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 12–15.
2. Белова, М. В. Установка для термообработки крови сельскохозяйственных животных / М. В. Белова, Б. Г. Зиганшин, Н. Т. Уездный // Вестник Казанского государственного университета. – 2013. – № 3 (29). – С. 53–56.
3. Лукина, Д. В. Алгоритм согласования параметров и режимов работы СВЧ-активатора хлебопекарных дрожжей / Д. В. Лукина, Г. В. Новикова // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства»: Мосоловские чтения. Вып. XV. – Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2013. – С. 121–123.
4. Науменко, О. В. Обоснование применения СВЧ-индукционной установки для выпечки творожных изделий / О. В. Науменко, Г. В. Новикова // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. – 2012. – № 2 (74). Ч. 1. – С. 112–115.
5. Новикова, Г. В. Обоснование пропускной способности рабочей камеры установки для термообработки фарша / Г. В. Новикова, Т. М. Григорьева, Д. В. Поручиков // Знания молодых: наука, практика и инновации : сборник научных трудов международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей : в 2 ч. Ч. 2. Технические и экономические науки. – Киров : Вятская ГСХА, 2013. – С. 19–22.