

Изготовлен лабораторный образец СВЧ установки с усеченными коническими резонаторами, реализующей процессы размораживания и разогрева коровьего молозива с учетом основных требований к технологическому процессу. Молозиво размораживается в щадящем режиме, равномерно, с сохранением полезных микроэлементов. Время подготовки молозива для выпойки телят уменьшается в 2 раза, что позволяет максимально выдержать технологическую карту по выпойке теленка в первый час после рождения. Экономический эффект от применения СВЧ установки за счет снижения эксплуатационных затрат составляет в пределах 250 тыс. руб./год при объеме выработанной продукции 3600 л/год. Эффективные режимы размораживания и разогрева коровьего молозива в ЭМПСВЧ: продолжительность воздействия ЭМПСВЧ 12 мин; мощность СВЧ генераторов 3,2 кВт; производительность установки 20-40 кг/ч; энергетические затраты на технологический процесс 0,175 кВт·ч/кг, изменение температуры сырья от - 10°С до +38°С.

Библиографический список

1. Патент № 2721484 РФ, МПК А47J.39/00. СВЧ установка с биконическим резонатором для размораживания коровьего молозива в непрерывном режиме / Г.В. Новикова, Д.А. Тараканов, М.В. Белова, О.В. Михайлова; заявитель и патентообладатель НГИЭУ (RU). – № 2019131642; заявл. 09.09.2019. Бюл. № 14 от.19.05.2020. – 10 с.
2. Рогов, И.А. Электрофизические, оптические и акустические характеристики пищевых продуктов / И.А. Рогов. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 288 с.

УДК 637.02

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СВЧ УСТАНОВКИ ДЛЯ ТЕРМООБРАБОТКИ МЯСНЫХ ОТХОДОВ

Жданкин Георгий Валерьевич, доцент, директор ГБПОУ «Ардатовский аграрный техникум»

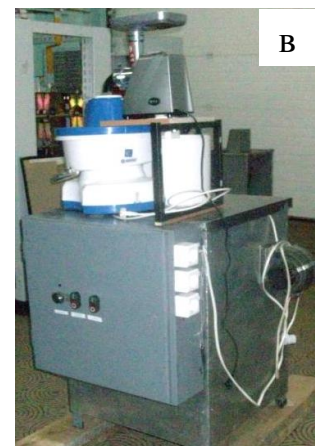
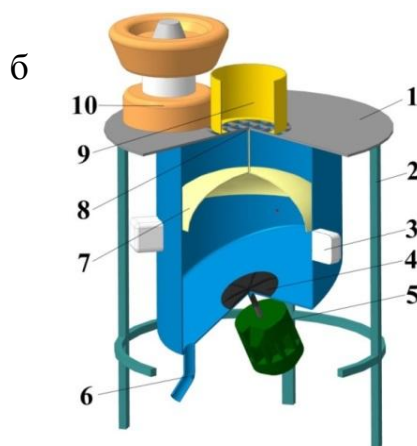
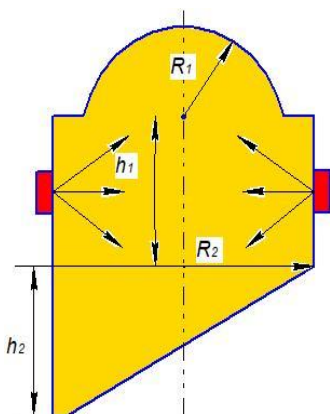
Сторчевой Владимир Федорович, профессор кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени И.Ф.Бородина, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Просвирякова Марьяна Валентиновна, профессор кафедры «Электрификация и автоматизация» ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет»

Аннотация. Разработана сверхвысокочастотная установка непрерывно-поточного действия с комбинированным резонатором, из двух частей. Верхняя часть – полусфера на цепи. Нижняя часть - цилиндр с наклонным основанием, содержащим вращающийся диск и выгрузное отверстие с шаровым краном. По наружному периметру цилиндра расположены магнетроны.

Ключевые слова: комбинированный резонатор, сверхвысокочастотная установка, термообработка и обеззараживание, непищевые мясные отходы.

На основе анализа технологических схем производства белкового корма из вторичного сырья разработана технология переработки отходов животного происхождения, обеспечивающая повышение кормовой ценности белкового продукта, путем воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) в нетрадиционных резонаторах. В процессе исследования разработана модель процесса функционирования многогенераторных СВЧ установок с рациональными конструкционно-технологическими параметрами для непрерывного технологического процесса термообработки и обеззараживания влажного многокомпонентного сырья, предусматривающая реализацию основных технологических критериев. Получены аналитические зависимости, позволяющие обосновать параметры электродинамической системы с нетрадиционными резонаторами, и уравнение динамики эндогенного нагрева сырья при изменении электрических и физико-механических параметров при термообработке. Разработан алгоритм согласования конструкционно-технологических параметров с режимами работы установки, позволяющий оценить необходимую мощность ЭМП СВЧ для улучшения микробиологических показателей сырья с разной исходной обсемененностью. В программе CST Microwave Studio получены картины распределения ЭМП в разработанных нетрадиционных резонаторах, позволяющие анализировать эффективность конструкционных исполнений, обеспечивающие максимальную собственную добротность и высокую напряженность электрического поля в радиогерметичных СВЧ установках непрерывно-поточного действия. Обоснованы режимы работы СВЧ установки и конструкционно-технологические параметры с учетом выявленных эмпирических зависимостей, регрессионных моделей и результатов исследований физико-химических, микробиологических и органолептических показателей, характеризующих кормовую ценность белкового продукта [1-4]. Изготовлена и апробирована в производственных условиях СВЧ установка с комбинированным резонатором, обеспечивающим непрерывный режим работы с соблюдением электромагнитной безопасности [5]. Разработанная и изготовленная СВЧ установка (рис.) предназначена для обезвоживания измельченных непищевых отходов убоя животных, термообработки и обеззараживания твердой фракции. Установка состоит из стола, на котором расположены измельчающее и центрифугирующее устройства, комбинированного резонатора в экранирующем корпусе с тремя источниками СВЧ энергии. Верхняя часть резонатора представлена полусферой, центральная часть – образующей цилиндра, а нижняя часть – наклонным конусом. На дне резонатора расположен диск и выгрузной патрубок с шаровым вентиляем.



СВЧ установка с комбинированным резонатором:

- а) схематическое изображение; б) пространственное изображение;
 в) опытный образец; 1 – стол; 2 – каркас; 3 – магнетроны; 4 – диск;
 5 – электродвигатель; 6 – шаровой кран; 7 – полусферическая часть резонатора;
 8 – съемная перекладина на направляющей трубе;
 9 – приемная емкость для твердой фракции; 10 – центрифуга

Измельченное сырье влажностью до 65% попадает в центрифугу, далее твердая фракция падает на поверхность полусферы, свободно подвешенной в центральной точке с помощью цепи на перекладину, установленную на направляющую трубу. Диаметр направляющей трубы меньше, чем диаметр полусферы. Между ними имеется кольцевой зазор, через который твердая фракция сырья, при колебании полусферы, соскальзывает с его поверхности и падает в комбинированный резонатор. Регулированием высоты подвеса полусферы можно изменить объем резонатора. Зазор, предназначенный для загрузки сырья в резонаторную камеру и диаметр неферромагнитного патрубка с шаровым клапаном для выгрузки продукта, не может превышать четверть длины волны. Магнетроны установлены со сдвигом на 120 градусов с наружной стороны боковой поверхности резонатора. Они охлаждаются одним вентилятором. Внутри резонатора расположен диэлектрический цилиндр, ограничивающий попадание сырья на волновод при перемешивании вращающимся диском. Твердая фракция мягких непищевых отходов подвергается в резонаторе воздействию ЭМП СВЧ, варится, обеззараживается и выгружается через патрубок с шаровым краном. В цилиндрической части резонатора энергию, запасенную колебаниями различных типов, вычисляли по традиционным формулам, учитывая изменения высоты цилиндра (l) в процессе регулирования высоты подвеса полусферы [1]:

$$\text{- колебание типа } E_{010} \quad W = 0,423 \cdot \varepsilon_a \cdot E_{\max}^2 \cdot a^2 \cdot l, \quad (1)$$

$$\text{- колебание типа } H_{101} \quad W = 0,316 \cdot \varepsilon_a \cdot E_{\max}^2 \cdot a^2 \cdot l, \quad (2)$$

$$\text{- колебание типа } H_{111} \quad W = 0,749 \cdot \varepsilon_a \cdot E_{\max}^2 \cdot a^2 \cdot l. \quad (3)$$

$$\text{колебание типа } E_{011} \quad W = \frac{\varepsilon_a \cdot a^2 \cdot l}{4} \left[\frac{\left(\frac{\pi}{l}\right)^2 + \left(\frac{v_{01}}{a}\right)^2}{\left(\frac{v_{01}}{a}\right)^2} \right] \cdot E_{\max}^2, \quad (4)$$

Добротность цилиндрического резонатора при разных типах колебаний

$$\text{- колебание типа } E_{010} \quad Q = \frac{\omega_p \cdot \mu_a}{2 \cdot R_s} \cdot \frac{a \cdot l}{a+l}, \quad (5)$$

$$\text{- колебание типа } E_{011} \quad Q = \frac{\omega_p \cdot \mu_a}{2 \cdot R_s} \cdot \frac{a \cdot l}{2 \cdot a+l}, \quad (6)$$

$$\text{колебание типа } H_{011} \quad Q = \frac{\omega_p \cdot \mu_a}{2 \cdot R_s} \cdot \frac{\omega_p^2 \cdot \varepsilon_a \cdot \mu_a \cdot a^2 \cdot l}{\mu_o^2 \cdot \left(\frac{l}{a} + \pi^2 \cdot \frac{a^2}{l^2}\right)}. \quad (7)$$

$$\text{колебаний типа } H_{111} \quad Q = \frac{\omega_p \cdot \mu_a}{2 \cdot R_s} \cdot \frac{\lambda_p \cdot \left(1 - \frac{1}{\mu_{11}}\right)^2 \cdot \left[\mu_{11}^2 + \left(\frac{\pi \cdot a}{l}\right)^2\right]^{3/2}}{2 \cdot \pi \cdot \left[\mu_{11}^2 + \left(\frac{\pi \cdot a}{l}\right)^2 + \left(1 - \frac{2 \cdot a}{l}\right) \cdot \left(\frac{\pi \cdot a}{l \cdot \mu_{11}}\right)^2\right]}, \quad (8)$$

где ε_a , μ_a – абсолютные диэлектрическая и магнитная проницаемости вещества, заполняющего резонатор; μ_{mn} , v_{mn} – n -й корень уравнения $J_m(x) = 0$; a , l – диаметр и высота цилиндра; E_{\max} – максимальная напряженность электрического поля.

Библиографический список

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. – 11 изд. – М.: Юрайт, 2012. – 317 с.
2. Жданкин, Г.В. Разработка и обоснование параметров многоярусной сверхвысокочастотной установки для термообработки влажного сырья в непрерывном режиме / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, Б.Г. Зиганшин, Г.В. Новикова // Научная жизнь. – М.: ЗАО «Алкор», 2017. – № 4. – С. 4-14.
3. Жданкин, Г.В. Разработка и обоснование параметров центробежной установки для термообработки боенских отходов / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, Г.В. Новикова // Вестник Казанского ГАУ. – Казань: Казанский ГАУ, 2017. – № 2(44). – С. 75-85.
4. Жданкин, Г.В. Операционно-технологическая схема переработки мягких непищевых отходов животного происхождения / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, О.В. Михайлова // Инновации в сельском хозяйстве. – М.: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2018. – № 4(29) – С. 229-236.

5. Патент № 2729153 РФ, МПК А22С17/00. Микроволновая установка с комбинированным резонатором для термообработки непищевых отходов животного происхождения в непрерывном режиме / Г.В. Жданкин, О.В. Михайлова, М.В. Белова, Г.В. Новикова; заявитель и патентообладатель НГСХА (RU). – № 2018112382; заявл. Бюл. № 28 от 07.10.2019. – 14 с.

УДК 621.316

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ В РАЙОННЫХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Струков Алексей Николаевич, доцент кафедры «Электрооборудование и электротехнические системы», ФГБОУ ВО РГАЗУ
Крючков Николай Александрович, инженер кафедры «Электрооборудование и электротехнические системы», ФГБОУ ВО РГАЗУ

***Аннотация.** Проведен сравнительный анализ функциональных возможностей, применяемых в отечественных электрических распределительных сетях микропроцессорных устройств контроля напряжения. Исследована их эффективность для дистанционного определения мест повреждений при различных видах повреждений в районных сетях.*

***Ключевые слова:** микропроцессорные устройства, районные электрические сети, дистанционный контроль напряжения и определения мест повреждения в сети.*

Для отечественной экономики текущего десятилетия характерен устойчивый рост производства промышленной и сельскохозяйственной продукции, введение в эксплуатацию предприятий малого и среднего бизнеса, и, как следствие, рост энергопотребления и нагрузок на районные электрические сети, пропускная способность которых зачастую не отвечает современным требованиям к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. В то же время возрастает ответственность районных электроснабжающих предприятий за внеплановые и аварийные отключения потребителей, в том числе предприятий по выпуску сельскохозяйственной продукции. Как показывает отечественный опыт и зарубежная практика, для быстрого и эффективного улучшения технического обслуживания районных электрических сетей необходимы существенные инвестиции, направленные на комплексную модернизацию электросетевого хозяйства, включая проведение комплексной автоматизации районных распределительных сетей. В связи с этим применение микропроцессорных устройств для осуществления контроля напряжения в сети и дистанционного определения