

РАЗРАБОТКА МИКРОВОЛНОВЫХ СУШИЛОК ДЛЯ ПУШНО-МЕХОВОГО СЫРЬЯ

Шамин Е.А., Зиганшин Б.Г., Новикова Г.В.

Реферат. Разработанная установка относится к сушильному оборудованию и может быть использовано в фермерских хозяйствах для сушки и обеззараживания шкур кроликов, нутрия, норки, лисы, песца, соболя, выдры, ондатра и т. д. Микроволновая сушилка пушно-мехового сырья роторного типа содержит цилиндрический экранирующий корпус 1, внутри которого соосно расположен цилиндрический неферромагнитный барабан 9, на обечайку которого приварены под наклоном перфорированные неферромагнитные пластины, образуя отсеки. Барабан 9 с отсеками представляет ротор 2, а отсеки выполняют функцию передвижных резонаторов 3. Средний периметр кольцевого пространства между экранирующим корпусом 1 и барабаном 9 равен кратной половине длине волны. Ротор 2 вращается от электродвигателя 4, установленного под нижним основанием экранирующего корпуса 1, содержащим выгрузной патрубков 6. Глубина отсеков по вертикали больше ширины нижнего основания трапециевидальной радиопрозрачной правилки, а радиальная глубина отсеков больше, чем высота правилки. На верхнем основании экранирующего корпуса 1, содержащим загрузочный патрубок 7 установлены сверхвысокочастотные генераторы 8 и вытяжной вентилятор 10. Патрубки выполняют функции запердельных волноводов.

Ключевые слова. Сверхвысокочастотные установки, ротор с радиопрозрачными отсеками, передвижные резонаторы с трапециевидальным сечением, пушно-меховое сырье, радиопрозрачные правилки, барабан.

Введение. Известно, что шкуры домашних и диких животных – это один из основных видов мехового полуфабриката. Цена на выделенные шкурки кроликов варьируется в пределах 500...2000 рублей и зависит от площади изделия породы и качества выделки. Поэтому выделка шкуры с использованием современной технологии и технических средств актуальна.

Известны технологии и сверхвысокочастотные установки для термообработки сырья животного происхождения [5, 6, 7, 8].

Целью настоящей работы является разработка технологии и технических средств для сушки пушно-мехового сырья на правилках в электромагнитном поле сверхвысокой частоты.

Технология обработки шкур кроликов включает следующие процедуры: мытье, процесс мездрения, операция обезжиривания, выделка шкурок, пикелевание шкурок, пролежка шкурок, дубление, жировка, сушка и отделка шкурок. Шкурки кроликов снимают с тушки, пользуясь способом «трубкой». При этом способе делается разрез по огузку и задним лапам. После разреза шкурка стягивается от хвоста к голове. Мездрения – это удаление мышечно-жирового слоя. Дубление позволяет изменять свойства кожи и волосяного покрова. При этом происходит взаимодействие разных по химическому составу дубящих веществ, что улучшает упругость шкурке, повышает прочность при растяжении. Для этого шкурки помещают в чистую воду температурой 40°C, куда добавляють стиральный порошок в расчете 1 чайная ложка на литр и отмачивают в течение 3...4 часа. Выдержанные в воде шкурки приобретают большую проч-

ность и эластичность на изгиб. При этом также принимают меры по уничтожению присутствующих на шкуре болезнетворных бактерий, добавляя в раствор формалина в концентрации 1 мл на литр. После вымачивания шкур их очищают от подкожного жирового и мускульного слоя и удаляют подкожную клетчатку, т.е. проводят процесс мездрения. Далее проводят выделку шкуры кролика (пикелевание). Процесс заключается в обработке шкурки специальным солено-кислым раствором для очищения слоя мездры от клейких веществ и повышения прочности и мягкости шкуры. После чего шкуру растягивают на правилки. Подсушенные после дубления шкуры пропитываются жирным раствором во избежание их пересыхания и растрескивания. Для этого можно использовать растопленный рыбий жир, сало, касторовое масло, глицерин. После чего шкуры сворачивают и оставляют на 12 часов на пролежку, после которой подвергают окончательной сушке в растянутом виде. Обработанные таким способом шкуры могут бесконечно долго храниться до их последующей выделки и сборки в изделие [10].

Сушка шкурки кроликов является заключительной процедурой. Для этого кожу кролика расправляется и остается высыхать на открытом воздухе подальше от солнечных лучей и отопительных приборов.

Условия, материалы и методы исследований. В теоретических исследованиях использованы теории электромагнитного поля, математической статистики, теории планирования эксперимента. При проведении экспериментальных исследований применялись общеизвестные методики и разработанные на их

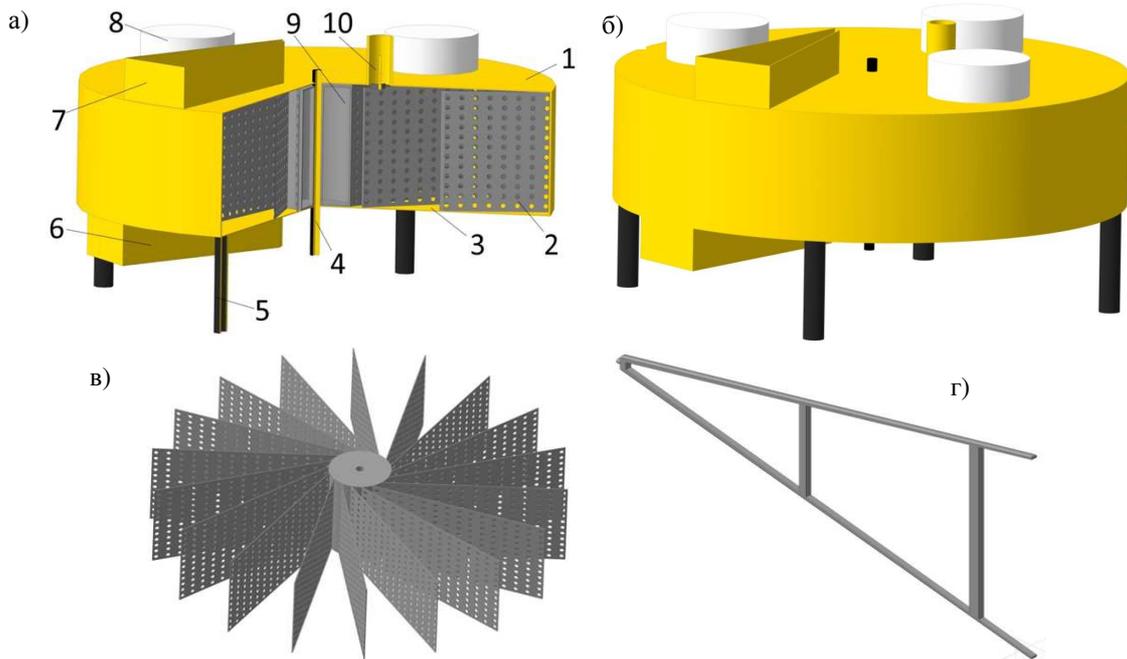


Рисунок 1 – Микроволновая сушилка пушно-мехового сырья роторного типа: а) пространственное изображение сушилки (в разрезе); б) сушилка, вид спереди; в) неферромагнитный ротор с перфорированными отсеками; г) правилка для пушно-мехового сырья; 1 – цилиндрический экранирующий корпус; 2 – неферромагнитный ротор с перфорированными отсеками; 3 – резонаторы с трапецидальным сечением; 4 – вал барабана, соединенный с электродвигателем; 5 – монтажный каркас; 6 – выгрузной патрубок (запредельный волновод); 7 – загрузочный патрубок (запредельный волновод); 8 – сверхвысокочастотные генераторы; 9 – барабан из неферромагнитного материала; 10 – вытяжной вентилятор.

основе – частные. Лабораторные исследования проводились с использованием современных электронных и механических установок и приборов. Обработка результатов экспериментальных исследований, а также графические работы осуществлялись на ПЭВМ при помощи прикладных компьютерных программ Microsoft Excel, MathCAD 14, Power Graph 3.1. Professional, SolidWorks 2011, КОМПАС-3D V13.

Обоснование эффективных конструктивно-технологических и режимных параметров сушильных установок проводится на основе математических моделей, описывающих рабочие процессы воздействия электромагнитного поля в резонаторах разной конструкции. Использовано программное обеспечение, позволяющее исследовать распределение электрического поля, обосновать добротность резонаторной камеры. Получены математические модели динамики нагрева пушно-мехового сырья [2, 3].

Степень достоверности работы подтверждается достаточным количеством выполненных лабораторных экспериментов, использованием современных общепринятых методик, ГОСТов, приборов и оборудования.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Совершенствование технологического процесса и технических средств обработки шкур представлено в работах А.С. Гин-

збург, В.И. Ивашова, А.И. Пелеева и др. Однако, разработанные ими технологии, технические средства имеет ряд недостатков, эта низкая производительность, повышенные энергозатраты [1, 4, 9, 10].

Нами разрабатываются инновационные технологические и технические решения по сушке пушно-мехового сырья на правилках. Разработанная микроволновая сушилка пушно-мехового сырья роторного типа содержит цилиндрический экранирующий корпус 1, внутри которого соосно расположен цилиндрический барабан 9 из неферромагнитного материала. На обечайку барабана 9 приварены под наклоном перфорированные неферромагнитные пластины, образуя отсеки. Барабан 9 с перфорированными отсеками образует ротор 2 из неферромагнитного материала. Отсеки выполняют функцию резонаторов 3 с трапецидальным сечением, когда они окажутся под излучателем сверхвысокочастотных генераторов 8.

Средний периметр кольцевого пространства между экранирующим корпусом 1 и неферромагнитным барабаном 9 равен кратной половине длине волны. Тогда в объеме с трапецидальным сечением возбуждается электромагнитное поле сантиметровой волны (12,24 см), если сверхвысокочастотные генераторы 8 установлены на верхнем основании цилиндрического экранирующего корпуса 1.

Неферромагнитный ротор 2 вращается от электродвигателя 4, установленного под нижним основанием экранирующего корпуса 1. К нижнему основанию экранирующего корпуса 1 пристыкован выгрузной патрубков 6. Глубина отсеков (резонаторов 3) по вертикали больше ширины нижнего основания трапецеидальной радиопрозрачной правилки (фиг. 5), а радиальная глубина резонаторов 3 больше, чем высота радиопрозрачной правилки. На верхнем основании цилиндрического экранирующего корпуса 1 предусмотрен загрузочный патрубок, туда же установлены сверхвысокочастотные генераторы 8 и вытяжной вентилятор 10.

Выгрузной 6 патрубков и загрузочный 7 патрубков выполняют функции запердельных волноводов, для этого размеры щели и высота патрубков согласованы с длиной волны.

Цапфы барабана закреплены в подшипниковых опорах. На внешней поверхности обечайки неферромагнитного барабана 3 рядами наклонно приварены неферромагнитные перфорированные пластины, образующие отсеки, в которые подаются правилки с пушно-меховым сырьем. Барабан с перфорированными отсеками вращается от электродвигателя (указан вал 4).

Технологический процесс сушки и обеззараживания пушно-мехового сырья происходит следующим образом.

Включить вытяжной вентилятор 10 и электродвигатель 4 ротора 2. Направить радиопрозрачные правилки с пушно-меховым сырьем в отсеки 3, так чтобы толщиной проходили через загрузочный патрубок 7. По мере заполнения отсеков 3 радиопрозрачными правилками, последовательно включить сверхвысокочастотные генераторы 8, т.е. когда имеются в соответствующих резонаторах пушно-меховое сырье. Скорость передвижения резонаторов с сырьем зависит от продолжительности сушки. При этом в отсеках, куда и направлены излучатели от СВЧ генераторов 8, возбуждается электромагнитное поле сверхвысокой частоты и пушно-меховое сырье эндогенно и избирательно нагревается. В процессе передвижения резонаторов 3 сырье подвергается многократному воздействию, так как по периметру ротора расположены несколько СВЧ генераторов. Причем скважность технологического процесса, т.е. отношение продолжительности воздействия ЭМП СВЧ к продолжительности цикла (продолжительность воздействия и пауза) не должна превышать 0,5. Только тогда внутреннее давление и температура эндогенного нагрева выровняются по всей структуре сырья. В конце оборота ротора 2 высушенное пушно-меховое сырье выгружается через выгрузной патрубков 6. Если за один оборот ротора 2, при таком количестве СВЧ генераторов для тако-

вого вида пушно-мехового сырья не удается достичь необходимого качества сушки, то при закрытом выгрузном патрубке нужно обеспечить второй оборот ротора.

Наклон перфорированных пластин к обечайке барабана 9 обеспечивает надежную выгрузку правилок с пушно-меховым сырьем из отсеков. Производительность роторной сверхвысокочастотной сушилки можно регулировать изменением внешнего диаметра ротора, числа отсеков, количества СВЧ генераторов и их мощности, мощностью вытяжного вентилятора 10.

Следует учесть, что температура эндогенного нагрева пушно-мехового сырья не должна превышать 60°C. Продолжительность воздействия электромагнитного поля сверхвысокой частоты на сырье регулируется в зависимости от вида размеров шкурки. Использование данной установки дает возможность ускорить процесс сушки пушно-мехового сырья, натянутого на правилки, снизить энергозатраты, повысить качество сушки и обеззараживания.

Разработана операционно-технологическая схема сушки пушно-мехового сырья воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Она предусматривает: подготовка пушно-мехового сырья на правилках; включение привода ротора и вытяжных вентиляторов; загрузка сырья на правилках через приемный патрубок в резонаторные отсеки; включение сверхвысокочастотных генераторов; сушка сырья за один оборот ротора; выгрузка высушенного пушно-мехового сырья.

Регулируя размерами отсеков и мощностью сверхвысокочастотных генераторов, можно обеспечить высокую напряженность электрического поля в резонаторе, что способствует уничтожению микроорганизмов и кожных, так как у них фактор потерь (произведение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь) больше, чем у меха и кожи.

Вывод. Для сушки пушно-мехового сырья на правилках в фермерских хозяйствах с получением высокого качества необходим комплексный подход с оптимизацией режимных параметров процесса сушки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты, а также разработка технических средств для тепловой обработки сырья.

Степень обеззараживания сырья воздействием зависит от критической напряженности электрического поля, т.е. когда плотность мощности потерь СВЧ энергии в сырье при критической напряженности электрического поля и будут больше потерь энергии за счет теплопередачи с поверхности образца (кожеедов, микроорганизмов).

Литература.

1. Бородин, И.Ф. Интенсификация электромагнитным полем технологических процессов в животноводстве / И.Ф. Бородин, Г.В. Новикова // Известия НАНИ ЧР. 1996. №4. С. 50...53.
2. Белова, М.В. Технологическое оборудование для термообработки с.-х. сырья / М.В. Белова, Г.А. Александрова, Д.В. Поручиков // Вестник ФГОУ ВПО «Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева». – Чебоксары: 2013, № 2 (78). – С. 12...16.
3. Белова, М.В. Конструктивные особенности резонаторов сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья в поточном режиме / М.В. Белова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Казань: 2015, № 4 (38) – С. 31...37.
4. Гинзбург, А.С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности / А.С. Гинзбург – М.: Агропромиздат, 1985. – 336 с.
5. Зиганшин, Б.Г. Электродинамический анализ резонаторов, используемых в сверхвысокочастотных установках / Б.Г. Зиганшин, М.В. Белова, Г.В. Новикова, А.Н. Матвеева, О.И. Петрова // Естественные и технические науки. – Москва: «Спутник+», 2015, № 6. С. 477...480.
6. Новикова, Г.В. Разработка радиоволновых установок для термообработки сырья / А.А. Белов, Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой, Г.В. Новикова // Вестник НГИЭУ. – Н. Новгород: ГБОУ ВО НГИЭУ. 2016, № 10 (65). – С.7...15.
7. Новикова, Г.В. Разработка сверхвысокочастотной установки для термообработки непищевых отходов убоя и переработки птицы / Г.В. Жданкин, В.Ф. Сторчевой // Научная жизнь. – М.: ЗАО «АЛКОР», 2016, № 11. – С. 10...14.
8. Новикова, Г.В. Разработка радиоволновых установок для переработки мясокостных отходов / И.Г. Ершова, Г.В. Новикова, Д.В. Поручиков, М.А.Ершов // Научное обозрение ЗАО «АЛКОР», 2016, № 18, – С 56...60.
9. Ивашов, В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / В.И. Ивашов – М.: Колос, 2001. – 552 с.
10. Пелеев, А.Н. Оборудование для съемки и оборудование для съемки и обработки шкур на мясокомбинатах. – М.: Пищевая промышленность, 1968. – 162 с.

Сведения об авторах:

Шамин Евгений Анатольевич – кандидат экономических наук, доцент, e-mail: ngiei-126@mail.ru.
ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», Нижегородская область, г. Княгинино, Россия
Зиганшин Булат Гусманович – доктор технических наук, профессор, профессор РАН, e-mail: zigan66@mail ФГБОУ ВО «Казанский аграрный университет», г. Казань, Россия
Новикова Галина Владимировна – доктор технических наук, профессор, e-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru.
Волжский филиал ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Чебоксары, Россия.

DEVELOPMENT OF MICROWAVE DRYERS FOR FUR MATERIALS

E.A. Shamin, B.G. Ziganshin, G.V. Novikova

Abstract. The developed plant belongs to drying equipment and can be used in farms for drying and disinfecting skins of rabbits, nutria, mink, fox, Arctic fox, sable, otter, muskrat, etc. A microwave dryer of a fur raw material of the rotor type comprises a cylindrical shielding element 1, inside of which a cylindrical non-ferromagnetic drum 9 is coaxially disposed, perforated non-ferromagnetic plates are welded to the shell, forming compartments. The drum 9 with the compartments represents the rotor 2, and the compartments serve as the mobile resonators 3. The average perimeter of the annular space between the shielding unit 1 and the drum 9 is equal to a multiple of half the wave length. The rotor 2 rotates from the electric motor 4, installed under the lower base of the shielding unit 1, containing the discharge nozzle 6. The depth of the compartments along the vertical is greater than the width of the bottom base of the trapezoidal radio-transparent rule, and the radial depth of the compartments is greater than the height of the rule. On the upper base of the shielding unit 1, containing the loading branch pipe 7, there are mounted microwave generators 8 and an exhaust fan 10. The branches function as transverse waveguides.

Key words: Ultrahigh-frequency installations, a rotor with radio-transparent compartments, mobile resonators with a trapezoidal cross-section, fur raw materials, radio translucent rulers, a drum.

Reference

1. Borodin I.F. Intensification technological processes in animal husbandry by the electromagnetic field. [Intensifikatsiya elektromagnitnym polem tekhnologicheskikh protsessov v zhivotnovodstve]. / I.F. Borodin, G.V. Novikova // *Izvestiya NANI ChR. - News of NANI ChR* 1996. №4. P. 50...53.
2. Belova M.V. Technological equipment for heat treatment of agricultural raw materials. [Tekhnologicheskoe oborudovanie dlya termoobrabotki s.-kh. syrya]. / M.V. Belova, G.A. Aleksandrova, D.V. Poruchikov // *Vestnik FGOU VPO "Chuvashskiy gosudarstvennyy pedagogicheskiy universitet im. I.Ya. Yakovleva"*. – *The herald of Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev*. – Cheboksary: 2013, № 2 (78). – P. 12...16.
3. Belova M.V. Design features of resonators of ultrahigh-frequency installations for heat treatment of raw materials in a flow mode. [Konstruktivnye osobennosti rezonatorov sverkhvysokochastotnykh ustanovok dlya termoobrabotki syrya v potochnom rezhime]. / M.V. Belova // *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. – Kazan': 2015, № 4 (38) – P. 31...37.

4. Ginzburg A.S. *Raschet i proektirovanie sushilnykh ustanovok pischevoy promyshlennosti*. [Calculation and design of drying plants for the food industry]. / A.S. Ginzburg – M.: Agropromizdat, 1985. – P. 336.
5. Ziganshin B.G. Electrodynamic analysis of resonators, used in superhigh-frequency installations. [Elektrodinamicheskiy analiz rezonatorov, ispolzuemykh v sverkhvysokochastotnykh ustanovkakh]. / B.G. Ziganshin, M.V. Belova, G.V. Novikova, A.N. Matveeva, O.I. Petrova // *Estestvennye i tekhnicheskie nauki. - Natural and technical sciences*. – Moskva: “Sputnik+”, 2015, № 6. P. 477...480.
6. Novikova G.V. Development of radio wave equipment for heat treatment of raw materials. [Razrabotka radiovolnovykh ustanovok dlya termoobrabotki syrya]. / A.A. Belov, G.V. Zhdankin, V.F. Storchevoy, G.V. Novikova // *Vestnik NGIEU. - Vestnik of NSUEE*. – N. Novgorod: GBOU VO NGIEU. 2016, № 10 (65). – P. 7...15.
7. Novikova G.V. Development of an ultrahigh-frequency plant for heat treatment of non-food waste slaughter and poultry processing. [Razrabotka sverkhvysokochastotnoy ustanovki dlya termoobrabotki nepischevykh otkhodov uboya i pererabotki ptitsy]. / G.V. Zhdankin, V.F. Storchevoy // *Nauchnaya zhizn. – Scientific life*. – M.: ZAO “ALKOR”, 2016, № 11. – P. 10...14.
8. Novikova G.V. Development of radio wave machines for processing meat-and-bone waste. [Razrabotka radiovolnovykh ustanovok dlya pererabotki myasokostnykh otkhodov]. / I.G. Ershova, G.V. Novikova, D.V. Poruchikov, M.A. Ershov // *Nauchnoe obozrenie ZAO “ALKOR” - Scientific review of CJSC “ALKOR”*. 2016, № 18, – P. 56...60.
9. Ivashov V.I. *Tekhnologicheskoe oborudovanie predpriyatiy myasnoy promyshlennosti*. [Technological equipment of meat industry enterprises]. / V.I. Ivashov – M.: Kolos, 2001. – P. 552.
10. Peleev A.N. *Oborudovanie dlya semki i oborudovanie dlya semki i obrabotki shkur na myasokombinatakh*. [Equipment for shooting and equipment for shooting and processing hides in meat processing plants]. – M.: Pischevaya promyshlennost, 1968. – P. 162.

Authors:

Shamin Evgeniy Anatolevich – Ph.D. of Economic science, Associate Professor, e-mail: ngiei-126@mail.ru
 Nizhny Novgorod State University of Engineering and Economics, Knyaginino village, Nizhny Novgorod region, Russia.
 Ziganshin Bulat Gusmanovich – Doctor of Technical sciences, Professor, e-mail: zigan66@mail.ru
 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia.
 Novikova Galina Vladimirovna – Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru
 Volzhskiy branch of Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI), Cheboksary, Russia.