УДК 637.02

DOI: 10.31563/1684-7628-2018-47-3-123-128

Е.А. Шамин, Г.В. Новикова, О.В. Михайлова

РАЗРАБОТКА СВЧ-УСТАНОВКИ С ПЕРЕДВИЖНЫМИ ПРАВИЛКАМИ ДЛЯ ОТДЕЛЕНИЯ ПУХА СО ШКУР КРОЛИКОВ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ

Ключевые слова: *сверхвысокочастотная установка; резонатор; передвижные правилки; шкуры кроликов; волосяной покров; рассол.*

Введение. Известно, что доля импорта мяса кролика в Россию составляет почти 85 %, а главным импортером является Китай [1]. Развитие кролиководства в ряде регионов России дает большие перспективы фермерским хозяйствам. В связи с тем, что уровень сбыта высушенных шкур очень низкий, в большинстве фермерских хозяйств их утилизируют или направляют в цеха по производству белковых кормов. Поэтому для фермерских кролиководческих хозяйств разработка установки и технологии отделения волосяного покрова от кожи кроликов, его сбор с целью использования как ценное сырье, актуальна.

Традиционно многие технологические процессы кожевенного производства осуществлялись с помощью щелочей, кислот, ферментных препаратов, солей [2, 10]. Среди всех процессов наиболее трудоемким является сбор волосяного покрова. Процесс состоит из двух этапов: ослабление связи волоса с дермой и его механическое удаление. Имеется способ снятия пуха со шкур кроликов с предварительным отволаживанием путем натирания с мездровой стороны рассолом и отделения пуха от мездры на щипальных машинах [3]. Этот процесс длительный, с большой вероятностью повреждения снимаемого пуха, но его можно с успехом провести с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Поэтому нами разрабатывается сверхвысокочастотная установка, обеспечивающая отделение обеззараженного пуха со шкур кроликов в непрерывном режиме.

Известно, что блок-схема сверхвысокочастотной (СВЧ) установки для термообработки сырья содержит генератор, согласующее устройство, запредельные волноводы, рабочую камеру, блоки питания и управления, а также со-

гласованную нагрузку. СВЧ-энергия от генератора через согласующее устройство поступает в рабочую камеру, в которой происходит нагрев сырья. Согласующее устройство обеспечивает наилучшие условия для прохождения СВЧ-энергии от генератора к рабочей камере. Запредельные волноводы препятствуют излучению СВЧ-энергии из рабочей камеры в окружающее пространство в моменты загрузки и выгрузки сырья. Согласованная нагрузка улавливает непоглощенную СВЧ-энергию [4, 5, 6]. Рабочая камера СВЧ-установки представляет электродинамическую систему (ЭС). Она должна обеспечивать необходимую мощность и структуру электромагнитного поля (ЭМП), температурный и влажностный режим [8]. Резонаторные электродинамические системы создают ЭМП с большим набором типов колебаний, что позволяет получить сравнительно равномерное распределение электрической составляющей поля по объему рабочей камеры [9].

Целью работы является разработка установки для сбора пуха после ослабления силы удерживаемости в дерме кожи шкур кроликов в непрерывном режиме. В связи с поставленной целью решаются **задачи**: 1) разработать рабочую камеру, обеспечивающую избирательный диэлектрический нагрев шкуры кроликов в процессе вымачивания кожи в рассоле в непрерывном режиме; 2) согласовать конструкционные параметры правилки и объемного резонатора со скоростью движения правилки в процессе вращения вокруг своей оси и продолжительностью воздействия ЭМП СВЧ.

Материалы и методы исследования. Измерение температуры кожи до и после воздействия ЭМП СВЧ проводили при помощи Testo 925 и FLUKE 62. Вычисление и визуализация

распределения электромагнитного поля в разработанном резонаторе проведены в режиме переходного процесса в программе CST Microwave Studio. Модель ослабления силы удерживаемости волокон пуха в коже шкур кролика выполнена в программе Flow Vision 2.5. Многокритериальную оценку технологического процесса воздействия ЭМП СВЧ на сырье проводили через регрессионные модели. Качественные показатели пуха оценивали через физико-химические и микробиологические показатели.

Результаты исследования. Нами разрабатываются СВЧ-установки с резонаторной электродинамической системой, с маломощными магнетронами с воздушным охлаждением. При проектировании СВЧ-установок для обработки сельскохозяйственного сырья следует стремиться упростить конструкцию, удешевить проект, минимизировать потребляемую мощность установки, сделать установку компактной, высокопроизводительной и стабильной в работе [11, 12, 13].

Технической задачей является разработка СВЧ-установки для сбора пуха в процессе ослабления силы удерживаемости волосяного покрова в дерме шкур кроликов, мездра которых которых увлажняется рассолом.

Основные узлы установки (рисунок 1) расположены на монтажном каркасе 2 (не показан), а именно поддон из неферромагнитного материала, электродвигатель привода транспортной цепи, пневмотранспортер. Полуцилиндр 1 из неферромагнитного материала горизонтально установлен на поддон 4 прямоугольного сечения из неферромагнитного материала. Торцевые стороны полуцилиндра 1 закрыты шторами, выполненными из металлоточной термостойкой пленки. Шторы 11 обеспечивают ограничение микроволновых излучений, в процессе передвижения правил со шкурами в резонаторную камеру и выгрузки правил с кожей из нее. Металлоточные пленки выполнены из неферромагнитной сетки с мелкими отверстиями, их диаметр не дает возможности излучаемым магнетроном микроволнам распространяться за пределы резонаторной камеры. Но сетка позволяет просматривать резонаторную камеру, и для того, чтобы защитить сетку от налипания рассола, с двух сторон приклеена термостойкая прозрачная пленка. Вдоль боковых стен поддона 4 установлены полозья (металлические загнутые вверх полосы) для направления транспортной цепи 5. Верхний полоз расположен с внутренней стороны стены, а нижний – с наружной стороны.

Рисунок 1

СВЧ-установка для отделения волосяного покрова со шкур кроликов при отволаживании в рассоле: а) общий вид без шторы и монтажного каркаса; б) общий вид с шторой; в) каток-фиксатор; д) поддон; г) полуцилиндр с патрубками для отвода пуха; 1 – полуцилиндр из неферромагнитного материала; 2 – СВЧ-генераторы; 3 – патрубок для отвода пуха; 4 – поддон из неферромагнитного материала; 5 – транспортная цепь; 6 – ось; 7 – каток-фиксатор; 8 – вал с шестерней для привода транспортной цепи; 9 – зубчатое колесо с рейкой; 10 – правило из фторопласта; 11 – шторы из металлоточной пленки

Вдоль одной боковой стены поддона 4 с внутренней стороны расположена также рейка, входящая в сцепление с зубчатым колесом 9. Каждая правилка 10 в виде каркаса усеченного конуса на осях 6 находится одним концом в катке-фиксаторе 7, а другим концом – в зубчатом колесе и в катке-фиксаторе 7. На боковой поверхности полуцилиндра равномерно по длине и с радиальным сдвигом на 60 градусов расположены сверхвысокочастотные генераторы 2, так что излучатели направлены вовнутрь. При таком расположении излучателей отраженные волны не выбивают магнетроны. С одной боковой стороны поддона имеется патрубок для отвода пуха 3, который соединен с пылесосом. Правилку с большим диаметром основания каркаса усеченного конуса следует располагать в сторону патрубка для отвода пуха, с тем чтобы отделенный от дермы волосяной покров внутри шкуры могли собрать с помощью пневмотранспортера.

Технологический процесс сбора волосяного покрова со шкур кроликов в СВЧ-установке, обеспечивающей ослабление силы удерживаемости пуха в волосяных луковицах за счет диэлектрического нагрева кожи, мездровая сторона которой вымочена в рассоле, происходит следующим образом.

Заливается рассол определенной концентрации в поддон 4 из ферромагнитного материала. Правилка, ось которой закреплена в катке-фиксаторе 7 одним концом и в зубчатом колесе 9 и в катке-фиксаторе 7 другим концом, представляет съемный узел. Поэтому предварительно шкуру натягивают на правилку 10 мехом внутрь, т. е. на съемный узел. Далее следует включить пылесос и электродвигатель привода транспортной цепи 5, уложить съемный узел со шкурой на транспортные цепи 5, имеющиеся с двух сторон поддона 4, так, чтобы катки фиксировались в транспортных цепях. Катки фиксируются в транспортных цепях и вместе с зубчатым колесом и рейкой обеспечивают сложное планетарное движение правилки со шкурой в резонаторной камере: передвижение и вращение вокруг своей оси. Катки, фиксированные в транспортные цепи, перемещаются вперед, а зубчатое колесо будет вращать ось 6, и правилка 10 будет вращаться вместе с ней. Передача зубчатое колесо – рейка обеспечивает вращение оси правилки при прямолинейном ее движении. Правилка выполнена в виде каркаса усеченного конуса с осью для вращения вместе с натянутой шкурой, чтобы мездровая сторона кожи соприкасалась с солевым раствором, залитым в поддон 4. Рассол заливается в поддон до определенного уровня в непрерывном режиме,

так чтобы мездровая сторона кожи могла вымачиваться в рассоле в процессе вращения правилки и в то же время волосяной покров при отделении от дермы можно было бы перемещать с помощью пневмотранспортера через большой диаметр каркаса усеченного конуса, т. е. из правилки. Причем шторы из металлотканной пленки не мешают продвижению правилки в резонаторную камеру. После того, как одна правилка со шкурой окажется внутри резонаторной камеры, включаются СВЧ-генераторы 2. В резонаторной камере, образованной между полуцилиндром и поддоном, кожа, вымоченная рассолом, и рассол в поддоне подвергаются диэлектрическому нагреву за счет поляризации диполей воды. При этом волосяная луковица разрушается, происходит полное разрыхление слоя эпидермиса, за счет чего и сила удерживаемости волосяного покрова в дерме ослабляется. Рассол в поддоне также нагревается, что ускоряет его впитываемость в дерму кожи и процесс отволаживания. Правилка вращается вокруг своей оси и передвигается внутри резонаторной камеры, обеспечивая непрерывность технологического процесса. Правилки со шкурой (весь съемный узел) следует непрерывно укладывать на транспортные цепи перед шторой так, чтобы оба катка фиксировались в транспортных цепях соответствующих сторон. Волосяной покров, ослабленный силой удерживаемости, с помощью пылесоса через патрубок для отвода пуха высасывается. На выходе из резонаторной камеры, за шторой, правилку (съемный узел) со шкурой без волосяного покрова следует снять с транспортных цепей, освободить от кожи и натянуть очередную шкуру. Далее процесс повторяется.

Производительность установки зависит от количества сверхвысокочастотных генераторов и их мощности, от продолжительности нахождения шкуры в резонаторной камере, вида и размера шкур, от концентрации солевого раствора и от удельной дозы воздействия ЭМП СВЧ. При соответствующей длине рабочей камеры (полуцилиндра) можно расположить три или шесть маломощных магнетронов с волноводами и излучателями с воздушным охлаждением. Остальные элементы электронного блока расположены в шкафу управления. Полезная мощность каждого генератора 0,8 кВт, частота электромагнитного поля 2450 МГц.

В предлагаемой установке рассматривается вращательное движение конусообразной правилки со шкурой кролика относительно двух осей: вертикальной и горизонтальной (рисунок 2). По методике Н.И. Поздняк анализируем параметры перемещения правилки внутри полу-

цилиндрического резонатора [7, 14]. Динамика твердого тела описывает сложное движение, включающее поступательное и вращательное движения в пространстве. Рассмотрим вращательное движение правилки относительно взаимно перпендикулярных осей. У конусообразной правилки при ее относительном движении имеются две неподвижные точки. Это точка касания основания правилки горизонтальной плоскости (поддона) и точка вершины конусообразной правилки, расположенной на высоте R неподвижной вертикальной оси, относительно которой вращается правилка. Данные точки принадлежат образующей правилки, которую можно принять за мгновенную ось вращения, так как движение правилки происходит без проскальзывания.

Радиус круглого основания правилки $R = 0,15$ м, угол при вершине $2\alpha = 21$ град. Правилка длиной $0,8$ м катится по плоской поверхности поддона без скольжения относительно неподвижной вертикальной оси и при этом она вращается относительно собственной оси. Вершина конусообразной правилки (точка O) лежит на высоте R от горизонтальной плоскости на верти-

$$|\Delta r| = r \cdot \sin \alpha \cdot 2 \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2}, \text{ т.к. } \rho = r \cdot \sin \alpha \text{ и } \frac{\Delta r}{2} = \rho \cdot \sin \frac{\Delta \varphi}{2} \quad (2)$$

где ρ – расстояние по горизонтали от вертикальной оси до точки M .

Правилка совершает одновременно два элементарных поворота вокруг различных осей, проходящих через неподвижную точку O на вертикальной оси, т. е. два элементарных поворота $d\varphi = d\varphi_1 + d\varphi_2$. Угловая скорость $\omega = d\varphi / dt$. Угловые скорости вращения правилки вокруг собственной оси $\omega_1 = d\varphi_1 / dt$ и вертикальной оси $\omega_2 = d\varphi_2 / dt$. Двойное вращение правилки рассмотрим как вращение с одной угловой скоростью $\omega = \omega_1 + \omega_2$. Образующая правилки является мгновенной осью, так как точка O неподвижна, а точка A лежит на горизонтальной плоскости. Модуль угловой скорости определяется из выражения $\omega = \omega_1^2 + \omega_2^2$. Линейная скорость перемещения правилки относительно вертикальной оси $V = \omega \cdot R$.

Высота правилки ($R \cdot \operatorname{ctg} \alpha$) является радиусом вращательного движения по горизонтальной плоскости. Тогда

$$\omega_2 = \frac{V}{R \cdot \operatorname{ctg} \alpha}, \quad \omega_1 = \frac{V}{R}. \quad (3)$$

$$\omega^2 = \left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{R \cdot \operatorname{ctg} \alpha}\right)^2 \text{ или } \omega = \frac{V}{R \cdot \cos \alpha}. \quad (4)$$

Тогда при указанных выше параметрах правилки скорость движения следует согласовать с угловой скоростью. Если резонатор работает от трех источников электромагнитных излучений мощностью 2400 Вт, то удельная мощность при

кальной оси (от поддона 4). Линейная скорость движения центра основания правилки равна V . Найти модули угловой скорости ω .

Рисунок 2

Правилка в виде конуса с круглым сечением

Рассмотрим вначале вращение правилки вокруг неподвижной вертикальной оси. Пусть движение материальной точки M описывается радиус-вектором r и эта точка за время dt совершает бесконечно малый поворот $d\varphi$. Его модуль равен углу поворота $|d\varphi|$. Элементарное линейное перемещение точки M при повороте равно:

$$|dr| = r \cdot \sin \alpha d\varphi, \quad dr = d\varphi \cdot \rho. \quad (1)$$

Для конечного поворота $\Delta\varphi$ линейное перемещение точки M равно

массе шкуры 300 г и 100 г рассола составляет 6 Вт/г, тогда продолжительность воздействия ЭМП СВЧ до температуры в дерме 50°C составляет 40 с. Скорость движения правилки в полцилиндрическом резонаторе должна быть $0,025$ м/с. Угловая скорость правилки $\omega = 0,025 / (0,15 \cdot \cos 10,5) = 0,17$ рад/с.

Вывод. Разработанная нами технология сбора волосяного покрова со шкур кроликов реализуется СВЧ-установкой, обеспечивающей ослабление силы удерживаемости волосяного покрова в дерме за счет избирательного диэлектрического нагрева кожи, мездровая сторона которой вымачивается раствором поваренной соли определенной концентрации. При нахождении намоченной рассолом кожи в ЭМП СВЧ происходит ослабление силы удерживаемости волосяного покрова в дерме, пух легко выдергивается из волосяной луковицы.

Гистоморфологическая оценка степени обезволаживания шкурок кроликов, мездровая сторона которых отволаживается рассолом, показала, что под воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты происходит разрушение волосяной луковицы, полное разрушение слоя эпидермиса, в результате чего достигается ослабление силы удерживаемости волосяного покрова в дерме и пух при незначительном давлении на всасывание пылесоса отделяется достаточно легко. При этом сохраняются прочностные свойства пуха и кожи.

Библиографический список

1. Породы кроликов и их разведение в областях РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://grassia.ru/porody-krolikov-i-ih-razvedenie-v-oblastyah-rf>.
2. Балакиров, Н.А. Кролиководство [Текст] / Н.А. Балакиров, Е.А. Тинаева. М.: Колос, 2007. 232 с.
3. Способ снятия пуха со шкур кроликов и зайцев для фетрового производства. А.С. № 40 499 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/4/40499.html>.
4. Белова, М.В. Конструктивные особенности резонаторов сверхвысокочастотных установок для термообработки сырья в поточном режиме [Текст] / М.В. Белова // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (38). С. 31–37.
5. Белова, М.В. Объемные резонаторы СВЧ-генератора для термообработки сырья в поточном режиме [Текст] / М.В. Белова, Б.Г. Зиганшин, А.Н. Федорова, Д.В. Поручиков // Естественные и технические науки. 2015. № 1. С. 121–123.
6. Взятыхшев, В.Ф. Объемные СВЧ-резонаторы: принципы, конструкции и свойства, перспективы и проблемы [Текст] / В.Ф. Взятыхшев, М.Е. Ильченко // Межведомственный сборник. М.: МЭИ, 1983. № 19. С. 5–19.
7. Григорьев, А.Ю. Сферическое движение твердого тела [Текст]: учебно-методич. пособие / А.Ю. Григорьев, Д.П. Малявко, Л.А. Фёдорова. СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. 37 с.
8. Зиганшин, Б.Г. Электродинамический анализ резонаторов, используемых в СВЧ-установках [Текст] / Б.Г. Зиганшин, М.В. Белова, Г.В. Новикова // Естественные и технические науки. 2015. № 6. С. 477–480.
9. Пчельников, Ю.Н. Электроника сверхвысоких частот [Текст] / Ю.Н. Пчельников, В.Т. Свиридов. М.: Радио и связь, 1981. 96 с.
10. Способ снятия пуха со шкур кроликов и зайцев для фетрового производства [Текст]: патент. № 40499 / Г.А. Юденич. 1932.
11. Шамин, Е.А. Анализ условий функционирования установки для отделения меха от шкур кроликов [Текст] / Е.А. Шамин, Б.Г. Зиганшин, Г.В. Новикова, Т.В. Шаронова // Вестник НГИЭИ. Княгинино: ГБОУ ВО НГИЭУ, 2017. № 8 (75). С. 41–47.
12. Шамин, Е.А. Разработка сверхвысокочастотной установки с цилиндрическими резонаторами для сушки пушно-мехового сырья в непрерывном режиме [Текст] / Е.А. Шамин, Б.Г. Зиганшин, Г.В. Новикова // Вестник НГИЭИ. 2017. № 9 (76). С. 57–64.
13. Шамин, Е.А. Анализ возможности ослабления удерживаемости пуха в коже тушки кроликов воздействием ЭМП СВЧ [Текст] / Е.А. Шамин, М.В. Белова // Инновационные направления развития энергетики АПК. Международная научно-практическая конференция. Ижевск: Ижевская ГСХА, 2017. С. 100–104.
14. Поздняк, Н.И. Два способа решения одной интересной задачи динамики твердого тела [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kopilkaurokov.ru/fizika/prochee/dva-sposoba-rieshieniia-odnoi-nieprostoi-zadachi-dinamiki-tvierdogho-tiela>.

Сведения об авторах

1. **Шамин Евгений Анатольевич**, кандидат экономических наук, доцент, ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22, тел.: 8 (83166) 41550, e-mail: ngiei-126@mail.ru.
2. **Новикова Галина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22, e-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru.
3. **Михайлова Ольга Валентиновна**, доктор технических наук, доцент, ГБОУ ВО «Нижегородский инженерно-экономический университет», 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, д. 22, e-mail: ds17823@yandex.ru.

Целью работы является разработка установки для сбора пуха после ослабления силы удерживаемости в дерме кожи шкур кроликов в непрерывном режиме. В связи с поставленной целью решаются задачи: 1) разработать рабочую камеру, обеспечивающую избирательный диэлектрический нагрев шкуры кроликов в про-

цессе вымачивания кожи в рассоле в непрерывном режиме; 2) согласовать конструкционные параметры правилки и объемного резонатора со скоростью движения правилки в процессе вращения вокруг своей оси. Технология сбора волосяного покрова со шкур кроликов реализуется СВЧ-установкой, обеспечивающей ослабление

силы удерживаемости волосяного покрова в дерме за счет избирательного диэлектрического нагрева кожи, мездровая сторона которой вымачивается раствором поваренной соли определенной концентрации. Установка содержит резонаторную камеру. Она образована горизонтально расположенным неферромагнитным полуцилиндром и неферромагнитным поддоном. В поддоне установлены с возможностью передвижения и вращения вокруг своей оси диэлектрические правилки, выполненные в виде каркаса, собранного из стержней, образуя форму усеченного конуса. Концы осей правилок находятся в катках-фиксаторах, расположенных над транс-

портерными цепями, установленными в полозья, приводимыми в движение от электродвигателя. Один конец каждой оси установлен в зубчатое колесо, находящееся между катком-фиксатором и каркасом правилки, входящее в сцепление с рейкой. СВЧ-генераторы расположены равномерно на образующей полуцилиндра с радиальным сдвигом 60 градусов. Торцевые стороны полуцилиндра закрыты с помощью штор из металлоточной термостойкой пленки. С одной боковой стороны поддона имеется патрубок для отвода пуха, соединенный с пневмотранспортером. Обоснована скорость движения правилки в резонаторной камере.

E. Shamin, G. Novikova, O. Mikhaylova

DEVELOPING A MICROWAVE INSTALLATION WITH MOVING STRAIGHTENERS TO SEPARATE RABBIT PELT FROM THE SKIN IN A CONTINUOUS MODE

Key words: *microwave installation; resonator; moving straightener; rabbit skins; hair; brine.*

Authors' personal details

1. **Shamin Evgeniy**, Candidate of economic sciences, associate professor, State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Nizhny Novgorod University Of Engineering and Economics», 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya St., 22, phone: 8 (83166) 41550, e-mail: ngiei-126@mail.ru.

2. **Novikova Galina**, Doctor of technical sciences, professor, State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Nizhny Novgorod University Of Engineering and Economics», 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya St., 22, e-mail: NovikovaGalinaV@yandex.ru.

3. **Mikhaylova Olga**, Doctor of technical sciences, associate professor, State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Nizhny Novgorod University Of Engineering and Economics», 606340, Nizhny Novgorod region, Knyaginino, Oktyabrskaya St., 22, e-mail: ds17823@yandex.ru.

The aim of this paper is to develop an installation to collect pelt after reducing a retention force in the rabbit skin dermis in a continuous mode. The following tasks are solved due to the target goal: 1) to develop a process chamber, providing a selective dielectric heating of rabbit skins during the process of skin soaking in brine in a continuous mode; 2) to coordinate straightener structural parameters and a volume resonator rotating around its axis at the straightener speed.

Hair collection technology from rabbit skins is performed by a microwave installation, providing a reduced retention in the rabbit skin dermis due to selective dielectric heating of the skin with flesh side being soaked in brine of a certain concentration. The installation comprises a resonator chamber. It is formed by a horizontal non-ferromagnetic half-cylinder and a non-ferromagnetic pan. There

are dielectric straighteners mounted in the tray to move and rotate around their axis. They are made in the form of a frame assembled from rods, forming the shape of a truncated cone. The ends of the straightener axes are in fixing rollers located above the conveyor chains mounted in skids, driven by an electric motor. One end of each axis set in a toothed wheel located between the fixing roller and the straightener frame included in the traction rail. Microwave generators are uniformly distributed on the half-cylinder generatrix with a radial shift of 60 degrees. The side ends of the half-cylinder are closed with curtains of a heat-resistant metal-meshed film. There is an outlet for pelt removing at one side of the tray connected to the pneumatic conveyor. Working speed of straightener in the resonator chamber is found.