

УДК 638.171

## СВЧ-УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫТОПКИ ПАСЕЧНОГО ВОСКА

### MICROWAVE INSTALLATION FOR WAX RESIDUE

Е. Г. Максимов, Е. Ю. Сергеева

E. G. Maksimov, E. Y. Sergeeva

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

**Аннотация.** Разработана установка для вытопки пасечного воска с использованием энергии электромагнитных излучений, используемая в переработке воскового сырья.

**Abstract.** The article considers the installation for wax residue using the energy of electromagnetic radiation that is employed in processing wax.

**Ключевые слова:** диэлектрические параметры воска, эндогенный нагрев, перфорированный объемный резонатор, восковое сырье, энергетические затраты.

**Keywords:** dielectric parameters of wax, endogenous heating, perforated resonator, wax, energy costs.

**Актуальность исследуемой проблемы.** Анализ ресурсов и объемов переработки пасечного воска показал, что объем производства в 2012 г. в России достиг около 40 тыс. в год, в Чувашской Республике он колеблется в пределах 700...800 т, но при этом трудовые затраты достаточно высокие из-за малой механизации процесса [2]. В настоящее время приоритетным направлением технической политики является создание надежной малогабаритной техники для переработки сырья в пасечных условиях, позволяющей снизить трудовые ресурсы. Для обеспечения стабильного функционирования воскотопок актуальным является использование сверхвысокочастотной энергии, позволяющей увеличить скорость вытопки воска и получить продукт достаточно хорошего качества.

**Материал и методика исследований.** Методика исследований включала: составление структурной схемы процесса термообработки пасечного воска; обоснование теории взаимодействия отдельных рабочих узлов установки с сырьем; обоснование добротности перфорированной резонаторной камеры и напряженности электрического поля; составление алгоритма согласования конструктивных параметров и режимов работы СВЧ-установки; исследование динамики нагрева воскового сырья.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Целью научно-исследовательской работы является разработка, обоснование конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки для вытопки пасечного воска с использованием энергии электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). Для достижения поставленной цели решаются следующие научные задачи:

- 1) разработать методику воздействия ЭМП СВЧ на пасечный воск;

2) получить аналитические выражения, позволяющие обосновать конструкционные параметры и режимы работы воскотопки;

3) выявить эффективные параметры установки (производительность воскотопки, удельную мощность СВЧ-генератора и скорость термообработки пчелиного воска), позволяющие снизить энергетические затраты и улучшить качество продукта;

4) оценить технико-экономическую эффективность применения СВЧ-воскотопки в пасеках.

Объектами исследования служат технологическое оборудование и технологический процесс вытопки пасечного воска; исходное восковое сырье и вытопленная продукция.

Предмет исследования – выявление закономерностей процесса вытопки пасечного воска в ЭМП СВЧ.

Существуют разные конструкции воскотопок, где процесс выделения воска из воскосырья осуществляется за счет разваривания его в пароводяной смеси с помощью традиционного энергоподвода [1], [3]. При этом сократить потери при переработке сырья до минимума не удастся и качество воска не всегда удовлетворяет нормативным показателям. За счет бактериальной обсемененности воска развиваются болезни пчел, передаваемые через вошину. Основные недостатки воскотопок: трудоемкость; большие потери воска на угар; воск темнеет, следовательно, ухудшаются товарные качества вошин.

Для обоснования конструктивно-технологических параметров и режимов работы установки анализированы электрофизические характеристики воска. Они позволяют оценить поведение продукта в ЭМП СВЧ. На рис. 1 представлены диэлектрические характеристики воска в зависимости от частоты при температурах 25 °С.

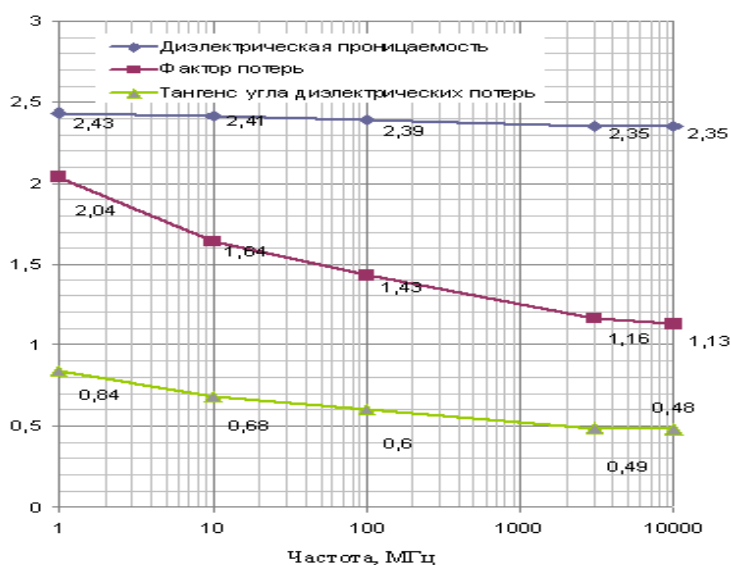


Рис. 1. Диэлектрические характеристики воска при температуре 25 °С

Диэлектрическая проницаемость воска при частоте 2450 МГц равна 2,35, а фактор потерь – 1,17. Технологическая схема переработки пасечного воска предусматривает получение готового воскового продукта после откачки меда, вытапливания воскового сырья и прессования в пасечных условиях. Предварительные исследования показывают, что если в качестве базового варианта представить воскотопку марки ВТП-17, то в течение

45 минут из воскового сырья можно извлечь до 2 кг воска за один цикл, а в случае использования СВЧ-установки – 8...10 кг за один цикл. Машинно-аппаратная схема переработки пасечного воска представлена на рис. 2.

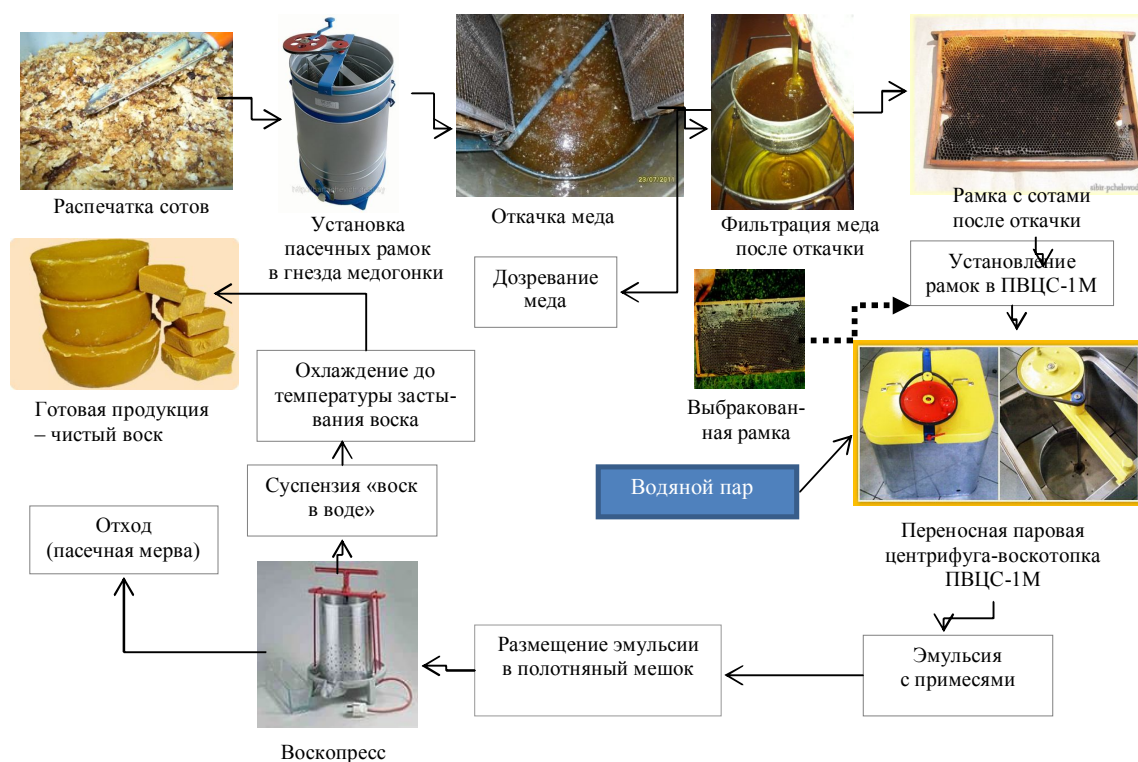
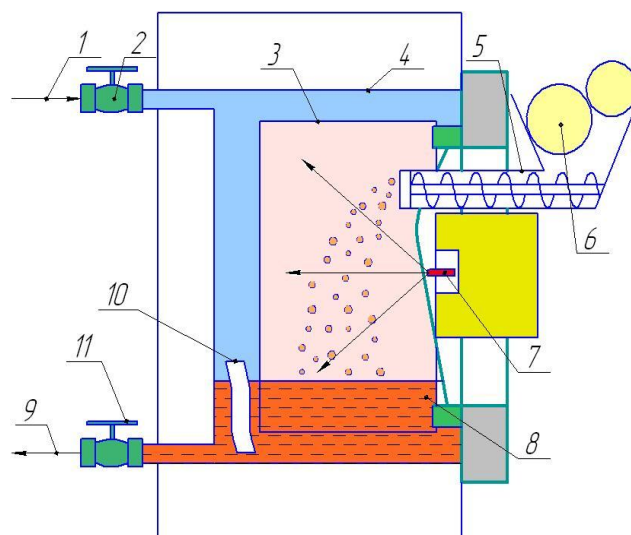


Рис. 2. Машинно-аппаратная схема переработки пасечного воска

Разрабатываемая установка (рис. 3) (на данную установку авторами подана заявка на патент) включает процессы измельчения исходного воскового сырья, распыления пароводяной смеси в рабочую камеру, эндогенного нагрева измельченного воскового сырья, центрифугирования расплавленного воска. При этом исходным продуктом является восковое сырье, освобожденное из рамок и проволочек. СВЧ-воскотопка состоит из экранного корпуса 4, внутри которого расположена резонаторная камера 3, выполненная в виде перфорированного барабана с возможностью вращения от электропривода. Параллельно с тыльной стороны образующей барабана расположен нагревательный элемент, который погружен в сырье. Для измельчения исходного сырья предусмотрен волчок 5. Эндогенный нагрев осуществляется за счет СВЧ-генераторного блока 7 с излучателем, а нагрев частично вытопленного сырья – нагревательного элемента 10.

Процесс вытопки воскового сырья происходит следующим образом. Воск с помощью волчка 5 измельчается и попадает в перфорированную резонаторную камеру (барабан), где подвергается эндогенному нагреву за счет токов поляризации под воздействием ЭМП СВЧ и кондуктивному нагреву от горячей поверхности барабана. Последний нагревается вытопленным воском 8, окружающим трубчатый электронагреватель 10. Процесс вытопки происходит в проточном режиме, поэтому скорость выгрузки готовой продукции регулируется вентилем 11. Через вентиль 2 подается в непрерывном режиме парово-

дяная смесь внутри экранного корпуса 4. Скорость эндогенного нагрева измельченного сырья за счет пароводяной смеси резко увеличивается, качество готовой продукции улучшается. Для обоснования режимных параметров воскотопки изучены диэлектрические характеристики воска при разных температурных режимах. Диэлектрическая проницаемость воска колеблется от 2,5 до 2,3 (а фактор потерь – от 2 до 1,16). Фактор потерь при превышении температуры резко увеличивается, а вязкость уменьшается с 7,17 до 1,29 Па·с.



**Рис. 3. СВЧ-воскотопка:** 1 – горячая вода; 2 – вентиль для потока воды; 3 – резонаторная камера; 4 – экранный корпус; 5 – измельчитель сырья (волчок); 6 – восковое сырье; 7 – СВЧ-генераторный блок с излучателем; 8 – вытопленный воск; 9 – слив вытопленного воска; 10 – трубчатый электронагреватель; 11 – вентиль

**Резюме.** Из результатов исследований динамики эндогенного нагрева пасечного воска предварительно выявлены эффективные режимные параметры СВЧ-воскотопки: производительность составляет в пределах 10 кг/ч; скорость нагрева продукта – 0,6...0,8 °С/с; удельная мощность СВЧ-генератора – 4...8 Вт/г; потребляемая мощность СВЧ-генераторов – 2...2,2 кВт. Удельные энергетические затраты на вытопку воска будут равны 0,2 кВт·ч/кг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Киреев, Ю. В. Технология переработки воска с применением энергии электромагнитного поля СВЧ-диапазона / Ю. В. Киреев, А. Ю. Киреев, Г. Г. Гнатенко // Исследовано в России [Электронный ресурс] : многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-тех. ин-т. – Электрон. журн. – Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2004/101.pdf>
2. Мегедь, А. Г. Пчеловодство / А. Г. Мегедь, В. П. Полищук. – М. : Высшая школа, 1990. – 325 с.
3. Новикова, Г. В. Технологическое оборудование для термообработки сельскохозяйственного сырья / Г. В. Новикова, М. В. Белова, Д. В. Поручиков // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2013. – № 2 (78). – С. 8–12.