

производителем (25 кВ/мм). При этом следует отметить, что исследованные электроизоляционные материалы для контактных соединений электроустановок до 1000 В имеют достаточный запас по величине электрической прочности.

Список использованных источников

1. ГОСТ 16214-86. Лента поливинилхлоридная электроизоляционная с липким слоем. Технические условия [Текст]. – Взамен ГОСТ 16214-70 ; введ. 1987–07–01. – М: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 16 с.

2. ГОСТ 6433.3-1. Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении [Текст]. – Взамен ГОСТ 6433-65 ; введ. 1972–07–01. – М: ИПК Издательство стандартов, 1982. – 24 с.

**Новикова Г.В.<sup>1</sup>, д.т.н., профессор,**

**Просвирякова М.В.<sup>2</sup>, д.т.н., доцент,**

**Горячева Н. Г.<sup>3</sup>, к.т.н., доцент, Михайлова Е.Д.<sup>4</sup>**

**<sup>1</sup>ГБОУ ВО «Нижегородский государственный инженерно-экономический университет», г. Княгинино**

**<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва**

**<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», г. Москва**

**<sup>4</sup>ВФ ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)», г. Чебоксары**

**ХМЕЛЕСУШИЛКИ С СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ЭНЕРГОПОДВОДОМ**

При проектировании резонаторов нестандартных конфигураций основными критериями служили: равномерность распределения электрического поля (ЭП) высокой напряженности в сырье; возможность обеспечения непрерывного режима работы путем использования запредельных волноводов, замедляющих спиралей или неферромагнитных шлюзовых затворов; высокая собственная добротность резонатора, обеспечивающая повышение термического КПД; минимальные удельные энергетические затраты на испарение 1 кг влаги из свежесобранного хмеля, при производительности хмеле-

сушилки, удовлетворяющей фермерское хозяйство (100–150 кг/ч); нагрев шишек хмеля до температуры не более 65 °С; регулирование толщины слоя хмеля; соблюдение скважности технологического процесса менее 0,5 [1]. Соблюдение всех этих критериев обеспечит сохранение ценных для пивоварения веществ в высушенном хмеле. Основная задача при проектировании хмелесушилок это правильное согласование параметров электродинамической системы «генератор-резонатор», а именно величины напряженности ЭП с собственной добротностью и объемом резонатора, далее мощности генераторов и диэлектрических параметров шишек хмеля [2]. Нами разработано множество СВЧ-конвективных хмелесушилок, описание некоторых приведено ниже [1-3]. Для сушки свежесобранного хмеля в хмелеводческих хозяйствах разработана карусельная хмелесушилка с применением конвективного тепла и СВЧ энергоподвода, и определенной скважности технологического процесса для выравнивания температуры и влажности шишек хмеля при перемещении диэлектрической карусельной платформой через рабочую камеру, образованную радиальными сегментами коаксиального цилиндра (рисунок 1).

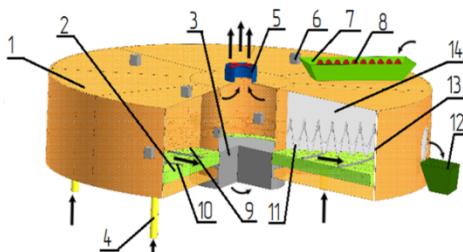


Рисунок 1 – Карусельная хмелесушилка с СВЧ энергоподводом в сегменты коаксиального цилиндра:

- 1 – радиальные сегменты; 2 – диэлектрическая перфорированная кольцевая платформа; 4 – воздуховоды; 5 – вытяжной вентилятор; 6 – волноводы с магнетронами; 7 – загрузочная емкость; 8 – ферромагнитный спиральный электроприводной шнек; 9 – диэлектрическая перфорированная кольцевая платформа; 10 – диэлектрические кольцевые гребенки; 11 – диэлектрический безосевой винтовой электроприводной шнек; 12 – приемная емкость; 13 – керамические отражатели; 14 – диэлектрический ограничитель

В рабочей камере, представленной как радиальные сегменты коаксиального цилиндра, расположена карусельная диэлектрическая перфорированная кольцевая платформа. Сегменты с магнетронами чередуются с сегментами без магнетронов. Над первым сегментом

расположена загрузочная емкость с ферромагнитным спиральным шнеком. Внутри последнего сегмента по диагонали основания расположен выгрузной диэлектрический безосевой винтовой шнек. Внутри резонаторов расположены выпуклые керамические отражатели.

Хмелесушилка с резонаторами образованными неферромагнитными полуцилиндрами, равными по размеру, длиной и диаметром кратным половине длины волны, состыкованными с боковыми поверхностями, и расположенными под ними через зазор, рабочими ветвями соответствующих неферромагнитных сеточных транспортеров разной длины приведена на рисунок 2.

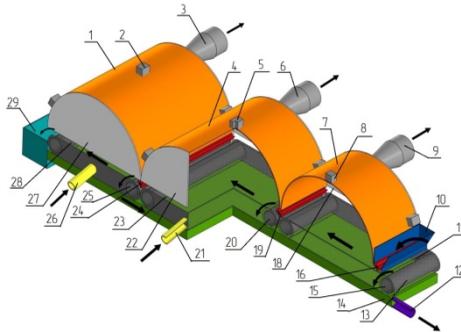


Рисунок 2 – СВЧ-конвективная хмелесушилка:

- 1, 4, 7 – резонаторы; 2, 5, 8 – магнетроны; 3, 6, 9 – воздухоотводы;
- 10 – загрузочная емкость; 11, 23, 28 – сеточные транспортеры;
- 12 – патрубок для пылесоса; 13 – холостая ветвь транспортера 11; 14 – поддон;
- 15, 20, 25 – электроприводы транспортеров; 16, 19, 24, 29 – ячеистые ворошители;
- 17, 21, 26 – воздуховоды с тепловой пушкой; 18, 22, 27 – керамические полудиски;
- 30 – приемная емкость

Внутри резонаторов имеются полудиски из керамики. К резонаторам подведены воздуховоды от тепловой пушки и пристыкованы воздухоотводы. Магнетроны установлены со сдвигом на 90 градусов вдоль образующей каждого резонатора. В зазорах между полуцилиндрами и транспортерами по ширине установлены неферромагнитные ячеистые ворошители, глубиной ячеек, не более двух глубин проникновения волны в шишки хмеля.

Хмелесушилка с полуцилиндрическими резонаторами и диэлектрическими гребенками, размеры которых согласованы с глубиной проникновения волны в сырье, обеспечивают равномерное распределения сырья в резонаторе и равномерную сушку шишек хмеля.

**Выводы.** Хмелесушилки с СВЧ энергоподводом в резонаторы предназначены для функционирования в условиях хмелеводческих хозяйств и обеспечения трехэтапной сушки и обеззараживания хмеля в непрерывном режиме при соблюдении электромагнитной безопасности. Металлодиэлектрические резонаторы с криволинейной поверхностью, керамическими элементами и замедляющими системами обеспечивают электромагнитную безопасность без дополнительного экранирующего корпуса хмелесушилки. Применение транспортирующих средств в объемных резонаторах позволяет существенно повысить производительность хмелесушилок, снизить неравномерность нагрева сырья по толщине и исключить электрические пробой при его высокой влажности, если магнетроны с волноводами расположены на образующих резонаторов со сдвигом на 120 градусов.

#### Список использованной литературы

1. Belova, M.V., Mikhailova, O.V., Novikova, G.V. Development of microwave devices with toroidal resonators for treatment of raw materials // Journal of Environmental Treatment Techniques, 2019, 7, pp. 1215–1223.

2. Prosviryakova, M.V., Storchevov, V.F., Goryacheva, N.G., Novikova, G.V., Continuous-flow hop dryer with endogenous convection heat producers // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science this link is disabled, 2022, 1052(1), 012141.

3. Prosviryakova M.V., Ziganshin B.G., Shogenov Yu.Kh., Mikhailova O.V. Modular microwave installation for heat treatment of raw materials of agricultural enterprises. БИО Веб-сайт конференций. Том 52 (2022). (FIES 2022). Казань, Россия, 26–28 мая 2022.

**Прищепов М.А., д.т.н., доцент, Прищепова Е.М., к.т.н.,  
Зеленькевич А.И., к.т.н., Петрович В.Л.  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь  
ДИАПАЗОН ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
СКОРОСТИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ  
ПРИ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ НАГРУЗКЕ**

Для определения диапазона регулирования скорости вентилятора необходимо провести расчет и построение естественных и искусственных механических характеристик АД, а затем наложить на