

## ВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ В ПРИЗМАТИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ С ПОМОЩЬЮ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА

*Павел Потапский, Игорь Гарасимчук, Юрий Панцир*

*Подольский государственный аграрно-технический университет*

*Ул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольский, Украина. E-mail: nauka@pdatu.edu.ua*

*PavloPotapsky, Igor Garasimchuk, YouryPanzir*

*Podolsky State Agricultural and Technical University*

*St. Shevchenko, 13, Kamenets-Podolskiy, Ukraine. E-mail: main@pdatu.edu.ua*

**Аннотация.** При проведении классировки и сортировки шерсти болезнетворные бактерии попадают на кожный покров, носоглотку и дыхательные пути рабочих. Это приводит к микробным заболеваниям органов носоглотки и дыхательных путей, а также к грибковым заболеваниям кожи.

Одним из основных элементов процесса обработки шерсти перед классировкой является ее подогрев в кипах до 27°C.

Применение в этих целях пара, приводит к еще большему размножению микробной флоры в шерсти.

Поэтому подогрев шерсти следует проводить электромагнитной (ЭМ) энергией, применение которой позволит уменьшить непроизводительные потери энергии, сохранить природные свойства шерсти, уничтожить вредные для человека и животных микроорганизмы.

Теоретический анализ процесса подогрева шерсти в кипах показал, что повышение температуры до 27°C возможно с применением ЭМ энергии.

**Ключевые слова:** призматический резонатор, прямоугольный волновод, шерсть, вредоносные микроорганизмы, электромагнитное поле, возбуждение колебания.

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для угнетения вредных микроорганизмов в шерсти перед ее классировкой необходима величина мощности в резонаторе с шерстью около 500 Вт. Накопить такую мощность в резонаторной системе с шерстью можно лишь при согласованном возбуждении мм колебаний в резонаторе. В связи с этим возникает необходимость рассмотреть задачу о возбуждении призматического резонатора в мм диапазоне волн с помощью прямоугольного волновода.

### АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Для угнетения микроорганизмов используют как информационное, так и тепловое воздействие электромагнитного поля (ЭМП) [1-3]. Теоретические и экспериментальные исследования последних лет, проводившиеся в ИРЭ РАН под руководством Н. Д. Девятлова, Харьковском НТУСХ под руководством А. Д. Черенкова, Н. Л. Лисиченко, Ю. Е. Мегеля свидетельствуют, что угнетения патогенных

микроорганизмов от действия ЭМП СВЧ и КВЧ диапазонов связано с наведенным потенциалом на мембране клетки [4-10].

ЭМ излучения СВЧ диапазона нашли применение для уничтожения поверхностной инфекции семян [11], для угнетения жизнедеятельности мучного хрущака и кольчатого шелкопряда [12-13].

Очень эффективным оказалось использование СВЧ-энергии для обеззараживания и дезинфекции лекарственных растений, коллагеновых повязок, структурированной и регенерированной кожи, для стерилизации инструмента, посуды, одежды, обуви, помещения [14-15].

Теоретические и экспериментальные исследования последних лет позволили широко использовать ЭМП СВЧ в технологических процессах переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, в промышленности и в медицине.

Так, в работе [16] рассмотрены результаты воздействия СВЧ излучения на свежие томаты в период их хранения. Причиной порчи плодов томатов в период их хранения являются болезни грибкового и бактериального происхождения, при этом культуры поселяются на пораженных участках плодов и служат интенсификаторами дальнейших процессов порчи.

Влияние СВЧ энергии на инфекционные болезни пшеницы, кукурузы и подсолнечника рассмотрено в работе [17].

В консервном производстве СВЧ энергию используют на таких операциях, как бланширование, дражжирование, разваривание, эксгаустирование, пастеризация, стерилизация, сушка овощей и растительных материалов [18-20]. Применение СВЧ энергии для пастеризации молока позволяет решить проблему детского питания. Получение детского питания и высококачественных молочных продуктов с длительным сроком хранения, с низким уровнем обсемененности бактериями, с отсутствием микротоксинов, пестицидов и других вредных веществ является актуальной задачей. Эта задача решается на основе использования СВЧ пастеризаторов [21].

Микроволновая обработка комбикормов с целью повышения их санитарного качества и улучшения питательных свойств описана в работе [22]. Эта технология позволяет: при кормлении животных

снизить желудочно-кишечные заболевания и падеж животных в 2...3 раза; повысить прирост массы животных на 13...25%; уменьшить необходимое количество кормов животного происхождения до 50%; снизить расход комбикормов на 12...15%.

В некоторых работах описывается проблема подавления плесени в упакованных хлебобулочных изделиях путем обработки СВЧ энергией [23, 24]. Сообщалось также о СВЧ пастеризации вина в стеклянной таре [25].

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

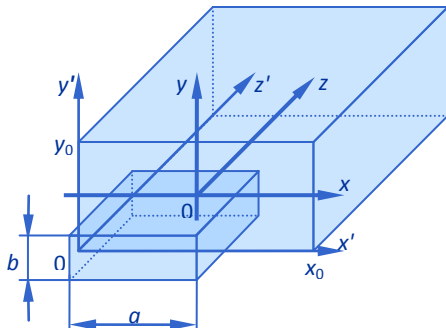
Исследование механизма взаимодействия ЭМП с патогенными микроорганизмами в шерсти невозможно без точной информации о распределении этих полей внутри облучаемого микроорганизма, ибо этот механизм непосредственно связан, как с величиной, так и с ориентацией электрической и магнитной составляющих поля. Таким образом, определение ЭМП в патогенных микроорганизмах по известному полю облучения является важным вопросом при решении задачи определения биотропных параметров ЭМИ, приводящих к гибели патогенные микроорганизмы. Так как экспериментальное исследование распределения внутренних полей провести практически невозможно, встает вопрос о решении этой задачи теоретическими методами.

Итак, одним из перспективных направлений по решению задачи борьбы с патогенными микроорганизмами в шерсти, является использование информационного ЭМП, которые в качестве физического фактора воздействия обладают рядом положительных особенностей: энергосбережение, экологическая чистота, экономичностью, технической и структурной простотой.

### ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для решения задачи будем считать, что в прямоугольном волноводе (сечением  $a \times b$ ) распространяется только волна типа  $H_{20}$ .

Размеры самого резонатора равны: ширина  $X_0 = 800$  мм; высота  $Y_0 = 600$  мм; длина  $Z_0 = 900$  мм (см. рис. 1). Длина волны  $\lambda = 8,333$  ( $f = 36,0$  ГГц).



**Рис. 1.** Призматический резонатор, возбуждаемый прямоугольным волноводом

**Fig. 1.** Prismatic resonator excited rectangular waveguide

В общем случае для колебания  $H_{mnq}$  призматического резонатора в декартовой системе координат распределение электрического поля имеет вид [26].

$$\begin{cases} \dot{E}_x = A \cos\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \sin\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \sin\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right), \\ \dot{E}_y = B \sin\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \cos\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \sin\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right), \\ \dot{E}_z = C \sin\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \sin\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \cos\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right), \end{cases} \quad (1)$$

а компоненты магнитного поля можно выразить как:

$$\begin{cases} \dot{H}_x = \frac{\pi}{jk} \left(\frac{n}{y_0} C - \frac{q}{z_0} B\right) \sin\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \cos\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \cos\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right), \\ \dot{H}_y = \frac{\pi}{jk} \left(\frac{q}{z_0} A - \frac{m}{x_0} C\right) \cos\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \sin\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \cos\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right), \\ \dot{H}_z = \frac{\pi}{jk} \left(\frac{m}{x_0} B - \frac{n}{y_0} A\right) \cos\left(\frac{m\pi x'}{x_0}\right) \cos\left(\frac{n\pi y'}{y_0}\right) \sin\left(\frac{q\pi z'}{z_0}\right). \end{cases} \quad (2)$$

где:  $A, B, C$  – комплексные амплитудные коэффициенты;  $m, n, q$  – количество пространственных вариаций поля по координатам  $x', y'$  и  $z'$ , соответственно;  $k = \pi \sqrt{(m/x_0)^2 + (n/y_0)^2 + (q/z_0)^2}$  – волновое число. Во всех выражениях опущен множитель  $\exp(-j\beta z')$ , который при  $t = const$  учитывает изменение компонент поля вдоль оси  $z'$ .

Будем рассматривать возбуждение колебания  $H_{20q}$ , структура электрического поля которого в поперечном сечении рассматриваемого резонатора наиболее близка к структуре электрической компоненты  $E_{y'e}$  волны  $H_{20}$  в подводящем волноводе. Выражение для этой компоненты, которую в дальнейшем будем называть возбуждающим полем, запишется как [27]:

$$\dot{E}_{y'e} = D \sin \frac{2\pi x'}{a}, \quad (3)$$

где:  $D$  – комплексный амплитудный коэффициент.

Здесь, как и выше, опущен множитель  $\exp(-j\beta z')$ , описывающий изменение  $\dot{E}_{y'e}$  вдоль оси  $z'$ . Если теперь перенесем начало координат в центр поперечного сечения призматического резонатора (рис. 1), то тогда  $x' = x + (x_0/2), y' = y + (y_0/2)$  – для резонатора,  $x' = x + (a/2), y' = y + (b/2)$  – для возбуждающего волновода, а  $z' = z$ . После подстановки значений  $x', y', z'$ , в выражения (1), (2) и учитывая, что  $m = 2, n = 2$ , получим в окончательном виде выражения для составляющих поля в призматическом резонаторе:

$$\begin{cases} \dot{E}_x = \dot{E}_z = 0, \\ \dot{E}_y = -B \sin\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) \sin\left(\frac{q\pi z}{z_0}\right), \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} \dot{H}_x = A_1 \sin\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) \cos\left(\frac{q\pi z}{z_0}\right), \\ \dot{H}_y = 0, \\ \dot{H}_z = C_1 \cos\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) \sin\left(\frac{q\pi z}{z_0}\right), \end{cases} \quad (5)$$

Здесь  $A_1 = \frac{\pi}{jk} \frac{q}{z_0} B$ ,  $C_1 = -\frac{\pi}{jk} \frac{2}{x_0} B$ .

Компоненту электрического поля  $\dot{E}_y$  обозначим как  $\dot{E}_{yp}$  и в дальнейшем будем называть рабочим полем резонатора. Уравнение (3) при переносе начала координат примет вид:

$$\dot{E}_{yp} = -D \sin \frac{2\pi x}{a}. \quad (6)$$

Для нахождения эффективности возбуждения колебания  $H_{20q}$  в призматическом резонаторе с помощью прямоугольного волновода, в котором распространяется волна  $H_{20}$ , воспользуемся функционалом, который применяется в антенной технике для определения коэффициента использования поверхности [28].

$$\eta = \frac{\left| \int_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} E_{ye}(x, y) E_{yp}^*(x, y) dx dy \right|^2}{\|E_{ye}(x, y)\| \|E_{yp}(x, y)\|}, \quad (7)$$

где:  $\|E_{ye}(x, y)\|$  и  $\|E_{yp}(x, y)\|$  нормы функций, которые в данном случае определяются как:

$$\|E_{ye}(x, y)\| = \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} E_{ye}(x, y) E_{ye}^*(x, y) dx dy \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}}, \quad (8)$$

$$\|E_{yp}(x, y)\| = \int_{-\frac{x_0}{2}}^{\frac{x_0}{2}} \int_{-\frac{y_0}{2}}^{\frac{y_0}{2}} E_{yp}(x, y) E_{yp}^*(x, y) dx dy. \quad (9)$$

Значок \* обозначает комплексно сопряженную функцию. Функционал (7), по сути дела, показывает, какая доля мощности возбуждающей волны переходит в рабочее колебание призматического резонатора.

После подстановки значения  $\dot{E}_{yp}$ , определяемого выражением (6), в уравнение (8), получим:

$$\|E_{ye}(x, y)\| = D^2 \int_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \sin^2\left(\frac{2\pi x}{a}\right) dx dy. \quad (10)$$

Опуская промежуточные выкладки, запишем в окончательном виде норму функции, определяющей возбуждающее поле:

$$\|E_{ye}(x, y)\| = D^2 \frac{ab}{2}. \quad (11)$$

По аналогии с предыдущим случаем после подстановки значения  $E_{yp}$ , которое определяется уравнением (4), в выражение (9), получим:

$$\|E_{yp}(x, y)\| = \left( B \sin\left(\frac{q\pi z}{z_0}\right) \right)^2 \int_{-\frac{x_0}{2}}^{\frac{x_0}{2}} \int_{-\frac{y_0}{2}}^{\frac{y_0}{2}} \sin^2\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) dx dy. \quad (12)$$

Теперь запишем в окончательном виде, опуская промежуточные выкладки, норму функции, которая определяет рабочее колебание призматического резонатора:

$$\|E_{yp}(x, y)\| = \left( B \sin\left(\frac{q\pi z}{z_0}\right) \right)^2 \frac{2x_0 y_0}{2}. \quad (13)$$

В качестве следующего шага рассмотрим интеграл, стоящий в числителе выражения (7).

$$H(x, y) = (-D) \left( -B \sin\left(\frac{q\pi}{z_0} z\right) \right) \times \quad (14)$$

$$\times \int_{\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) dx dy$$

С учетом того, что [29]:

$$\sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{2\pi x}{x_0}\right) = \frac{1}{2} \left[ \cos\left(2\pi x \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{x_0}\right)\right) - \cos\left(2\pi x \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{x_0}\right)\right) \right]$$

запишем выражение (14) в окончательном виде:

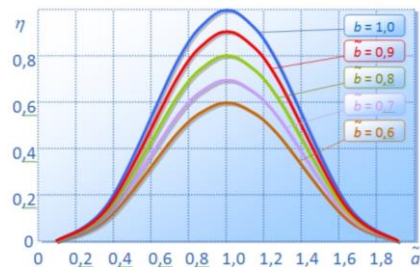
$$H(x, y) = D \left( B \sin\left(\frac{q\pi}{z_0} z\right) \right) \times \quad (15)$$

$$\times \frac{ab}{\pi} \sin\left(\frac{\pi a}{x_0}\right) \frac{1}{(1 - (a/x_0)^2)}$$

После подстановки выражений (11), (13) и (15) в соотношение (7) получим уравнение, которое определяет эффективность возбуждения колебания  $H_{20q}$  в призматическом резонаторе с помощью волны  $H_{20}$  прямоугольного волновода:

$$\eta = \frac{4\tilde{a}\tilde{b} \sin^2(\pi\tilde{a})}{\pi^2 (1 - \tilde{a}^2)^2}. \quad (16)$$

Здесь сделаны обозначения:  $\tilde{a} = a/x_0$ ;  $\tilde{b} = b/y_0$ . Результаты расчета по формуле (16) представлены на рис. 2.



**Рис. 2.** Эффективность возбуждения колебания в призматическом резонаторе при изменении поперечных размеров возбуждающего волновода.

**Fig. 2.** The efficiency of vibration excitation in a prismatic resonator when changing the transverse dimensions of the excitation of the waveguide

Как видно из рис. 2, максимальная эффективность возбуждения колебания  $H_{20q}$  в резонаторе независимо от высоты волновода  $\tilde{b}$ , будет иметь место при  $\tilde{a} = 1$ , т.е. когда ширина волновода  $a$  равна ширине резонатора  $x_0$ . В то же время, если высота волновода  $b$  будет равна высоте резонатора  $y_0$  при  $\tilde{a} = 1$ , тогда эффективность возбуждения рассматриваемого колебания в резонаторе с помощью волноводной волны  $H_{20}$  будет максимальной и равной единице.

### ВЫВОДЫ

1. Шерсть при ее первичной обработке перед классировкой и сортировкой необходимо разогревать и дезинфицировать, так как в ней может содержаться до 700 млн. бактерий в 1 г., в том числе и бактерии, которые могут привести к летальному исходу человека (Сибирская язва, лихорадка Ку и др.).

2. Для получения максимальной величины поперечные размеры резонатора и запитывающего волновода должны быть равны.

3. Структуры электрических полей в поперечном сечении резонатора и волновода в плоскости анализа должны быть максимально подобны.

4. Учитывая, что поперечное сечение волновода восьмимиллиметрового диапазона 7,2x3,4 мм, а поперечные размеры резонатора 800x600 мм, запитывающий волновод будет представлять собой пирамидальный рупор.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Девятков Н.Д. 1991.** Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Девятков Н. Д., Голонт М. Б., Бескин О. В. – М.: Радио и связь, 169.
2. **Shwan Н.Р. 1972.** Microwave radiation: biophysical considerations and standards criteria / Shwan Н.Р. // "IEEE Trans. Biomed End, 304 – 312.
3. **Sher L.D. 1970.** In the possibility of nonthermal biological effects of pulsed electromagnetic radiation / Sher L. D., Kresch E.T., Schwan H. P. // «Biophys S.», 970 – 979.
4. **Васильев В.С. 2003.** Биофизических механизмах действия лазерного излучения на ферментативные системы клеток человека и животных / Васильев В.С., Лисиченко Н.Л., Беликов А.А. // Квантовая терапия в ветеринарии. – М.: ЗАО «МИЛТА-ПКП ГИТ», 16 – 21.
5. **Лисиченко Н.Л. 2003.** Квантовая электроника и лазерные технологии в сельскохозяйственном производстве / Лисиченко Н.Л., Грабина В.А. // Квантовая терапия в ветеринарии. – М.: ЗАО «МИЛТА-ПКП ГИТ», 21 – 26.
6. **Черенков А.Д. 2000.** Воздействие низкоэнергетических электромагнитных измерений на мембранный потенциал и объем клеток биологических объектов / А.Д. Черенков // Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – К.: ТЕС, 152–155.
7. **Девятков Н.Д. 1973.** Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона волн на биологические объекты / Девятков Н.Д. // УФН, 110. – 151.
8. **Девятков Н.Д., Арзуманов Ю.Л., Бецкий О.В. 1995.** Применение низкоинтенсивных электромагнитных миллиметровых волн в медицине и биологии. М: ИРЭ РАН, 8 – 23.
9. **Мунтян В.А. 2006.** Влияние электромагнитных излучений на образование свободных радикалов в биообъектах / В.А. Мунтян // Общегосударственный научно-производственный журнал. Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. 16 – 23.
10. **Девятков Н.Д. 1991.** Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности / Девятков Н.Д., Голанд М.Б., Бецкий О.В. – М.: Радио и связь, 169.
11. **Пилюгина В.В. 1989.** Электромагнитная стимуляция в растениеводстве / Пилюгина В.В., Регуш А.В. М.: 50.
12. **Клейман А.С. 1999.** Некоторые вопросы создания и применения широкодиапазонных КВЧ источников колебаний / [Клейман Л.С., Кравченко П.А., Кучин Л. Ф.] – Харьков: Украинский метрологический журнал, 20 – 23.
13. **Черенков А.Д. 1990.** Исследование комплексного влияния СВЧ-поля и биологически активных химических соединений на вредителей сельского хозяйства / Черенков А.Д., Черепнев А.С., Кучин Л.Ф. // Труды науч.-практ. конф. – Ташкент: Ин-т инж. Иригации и механ. сельского хозяйства, 12 – 14.
14. **Калинин Л.Г. 1966.** Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы: [Сб. научн. работ / Ред. Акад. МАИ]. Одесса: ОКФА, 108.
15. Заявка №2553873 Франция, Кл. F26B 3/47. Способ сушки, стерилизации, обеззараживания и дезинфекции лекарственных растений или растений для приправ с помощью микроволновой печи. Заявлено 19.10.83.
16. **Дворников В.П. 2000.** Результаты воздействия микроволнового электромагнитного поля на свежие томаты с целью улучшения их хранения / В.П. Дворников, В.В. Зродников, Л.Г. Калинин, В.П. Тучный / Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – Одесса: ОКФА, 18 – 23.
17. **Бабаянц О.В. 2000.** Влияние МВ-поля на семенную инфекцию озимой пшеницы / О.В. Бабаянц, М.А. Бушулян // Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. Одесса: ОКФА, 80 – 81.
18. **Безусов А.Г. 2000.** Применение СВЧ обработки в консервном производстве / А.Г. Безусов, В.И. Зинченко // Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – Одесса: ОКФА, 35 – 37.

19. **Флауменбаум Б.Л. 2000.** Перспективные электрофизические процессы и технологии консервирования пищевых продуктов / Б.Л. Флауменбаум, Н.Х. Боровецкая, О.В. Милорова // Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – Одесса: ОКФА, 27 – 30.
20. **Муравьев С.А. 2000.** Автоматизированная пастеризационно-охладительная установка / С.А. Муравьев, А.Д. Еремин, В.П. Букреев, И.М. Чекрыгина // Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. Одесса: ОКФА, 112 – 115.
21. **Панасенко В.Н. 1989.** Применение микроволнового нагрева для инактивации микроорганизмов: Труды VI Всесоюзной научно-технической конференции «Электрофизические методы обработки пищевых продуктов сельскохозяйственного сырья»/М.:МИИБП, 34–37.
22. **Тучный В.П. 2000.** Микроволновые технологии в современной структуре технологического прогресса /В.П. Тучный // Сб. Микроволновые технологии в народном хозяйстве. Внедрение. Проблемы. Перспективы. – Одесса: ОКФА, 6 – 12.
23. **Иванов Л.Д. 1988.** Сушка сухарного хлеба при СВЧ энергоподогреве / Л.Д. Иванов, М.В. Афанасьев. – Кишинев, 9. – Деп. ВВИНИТИ 26.10.88 №7681, 88.
24. **Рогов И.А. 1981.** Техника сверхвысокочастотного нагрева пищевых продуктов / И.А. Рогов, С.В. Некрутман, С.В. Лысов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 185.
25. **Тотадзе Л.Э. 1991.** Влияние ЭМП СВЧ на некоторые биохимические процессы в технологии игристых вин / Л.Э. Тотадзе, З.А. Иорданишвили, О.К. Дарахвалидзе // Электронная обработка материалов. — № 1. 63 – 66.
26. **Вайнштейн Л.А. 1988.** Электромагнитные волны / Л.А. Вайнштейн. – М.: Радио и связь, 440.
27. **Вольман В.И. 1971.** Техническая электродинамика / В. И. Вольман, Ю. В. Пименов. – М.: Связь, 488.
28. **Марков Г.Е., Чаплин А.Ф. 1966.** Сканирующие антенные системы СВЧ / [под ред.; пер с англ.]. – М.: Сов.радио, 536 .
29. **Кронштейн И.Н. 1986.** Справочник по математике / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М.: Наука, 544.
30. **Valeriy Voityuk, Volodymyr Boiko, Roman Yakimov. 2007.** Определение влажности почвы по коэффициентам отражения электромагнитных волн. // MOTROL Motorization and power industry in agriculture. – Lublin, Vol. 9A. 47-55. (Украина).
31. **Kurokawa K. 1971.** An X-band 10-Watt multiple Impatt oscillator / Kurokawa K. // Proc. of the IEEE. – Vol. 59. – 102 – 103.
32. **Boyarskii D.A. 2001.** Model of Dielectric Constant of Bound Water in Soil for Applications of Microwave Remote Sensing / Boyarskii D. A., Tikhonov V. V., Komarova N. Yu // Progress in Electromagnetics Reserch. PIER. 251 – 270.

#### EXCITATION OF OSCILLATIONS IN PRISMATIC CAVITY BY RECTANGULAR WAVEGUIDE

**Summary.** During the sorting and classification of wool, pathogenic bacteria get to the skin, to the nose, throat and respiratory tract of workers. This leads to microbial diseases of the nasopharynx and respiratory tract, as well as fungal diseases of the skin.

One of the key elements of wool processing before its classification is heating in bales to 27°C.

Steam applications for these purposes lead to greater reproduction of the microbial flora in the wool.

Therefore, the wool heating should be done with the usage of EM energy, using of which will let reduce unearned energy losses, preserve natural qualities of wool and kill all harmful to the human and animal bacteria.

Theoretical analysis of wool heating process has shown that it is possible to heat wool in bales to 27°C using the electromagnetic energy.

**Key words:** prismatic resonator, rectangular waveguide, wool, harmful microorganisms, electromagnetic field, excitation of vibrations.