

УДК.578.874.7

А.С. Черепнев, И.А. Черепнев, Г.А. Ляшенко

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ

*Работа посвящена актуальной проблеме обеспечения экологической и продовольственной безопасности государства. Предложено использование экологически чистых технологий обработки зерна при хранении, основывающихся на применении импульсных электромагнитных полей. Данная методика позволяет проводить эффективное воздействие на насекомых - вредителей без ощутимого изменения температурного режима хранения зерна, что позволяет значительно снизить потери зерна и обеспечить производство экологически чистых продуктов.*

**Ключевые слова:** электромагнитное поле, импульсное воздействие, диэлектрическая проницаемость, поглощаемая мощность.

### Введение

Современный этап развития цивилизации характеризуется резким обострением экологической ситуации, ростом цен на энергоносители и на продовольствие. Принимаемые меры, в частности переход на биотопливо наряду с позитивными результатами одновременно привел к обострению продовольственного вопроса не только в странах третьего мира, но и в экономически развитых с традиционно мощным агропромышленным комплексом. Данные обстоятельства представляют реальную угрозу для продовольственной и государственной в целом, безопасности государства. Следовательно, не имея возможности, как это было в прошлом осваивать новые земли под посевы сельскохозяйственных культур, необходимо максимально снизить потери на всех этапах производства. Как известно, зерно и продукты его переработки занимают основной объем в общем производстве продовольствия, а потери при хранении составляют не менее 35%. Следовательно, задача исследования процессов происходящих на данном этапе и выработка практических рекомендаций является актуальной.

При повышении температуры до 55°С потери влажности и интенсивность дыхания возрастают, что является началом гибели зерна и способствует процессу развития амбарных вредителей.

Следовательно, термические методы при обеззараживании семян от вредителей без определенных ограничений неприемлемы.

В связи с этим, особую актуальность приобретают технологические мероприятия создания метода накопления большой энергии в единицу времени.

Это достигается применением импульсных электромагнитных полей, что подтверждается в материалах конференции «Применение СВЧ излучений в биологии и сельском хозяйстве» (Кишинев, 30 сентября – 5 октября 1991 г).

**Для решения указанной проблемы** необходимо:

- разработать методику влияния импульсного электромагнитного поля на насекомых-вредителей;
- провести выбор и обоснование диапазона волн электромагнитного излучения, его мощности и режимов воздействия на насекомых-вредителей;
- провести экспериментальное исследование импульсного воздействия электромагнитным полем

зернового материала, пораженного насекомыми-вредителями;

– провести обработку полученной информации, выработку рекомендаций по применению метода импульсного воздействия на насекомых-вредителей.

### Результаты исследований

Рассмотрим влияние импульсного электромагнитного поля на обеззараживание зерновой смеси.

Известно, что для изучения процессов взаимодействия электромагнитных полей с различными биологическими объектами необходимо знать электрические свойства различных биополимеров, из которых построены клетки живых организмов, а также межклеточное вещество.

Электрические свойства любого вещества, включая биологические ткани при определенной частоте могут быть охарактеризованы комплексной диэлектрической проницаемостью

$$\varepsilon^* = \varepsilon_1 - j\varepsilon_2,$$

где  $\varepsilon_1$  и  $\varepsilon_2$  - соответственно действительная и мнимая части.

При этом все биологические объекты можно разделить на две группы, по содержанию воды в биологической ткани. К первой группе относятся ткани с большим содержанием воды, ко второй – с малым содержанием воды.

Из приведенных данных следует, что вода принимает непосредственное участие в формировании структуры важнейших биополимеров. Установлено, что молекулы воды совершают колебательные движения около положения равновесия с характерным временем колебания  $t = 10^{-13}$  с. Кроме того, за счет флуктуационных разрывов водородных связей с энергией разрыва  $\sim 20$  кДж при 298К может происходить перемещение отдельных молекул воды в пустоты в соседних ячейках [2].

Количество поглощенной энергии воздействующего поля будет определять степень нагрева облучаемого объекта.

Установлено, что влажность структуры биологической ткани насекомых-вредителей значительно выше влажности зерна. Поэтому, поглощаемая мощность воздействующего электромагнитного поля насекомыми выше, чем зерном, и изменение температуры в рассматриваемых объектах будет различно.

Согласно закону сохранения энергии, связь температуры и мощности воздействия описывается соотношением

$$C \cdot m \cdot \Delta T = (1 - |\Gamma|^2) P_{\text{изл}} t, \quad (1)$$

где  $C$  – теплоемкость вещества объекта;  $m$  – масса вещества объекта;  $P_{\text{изл}}$  – мощность воздействующего излучения;  $\Delta T$  – перепад температур при нагреве;  $t$  – время воздействия;  $\Gamma$  – коэффициент отражения электромагнитного поля от объекта,

$$\Gamma = \frac{z_1 - z_0}{z_1 + z_0}; \quad z_0 = 377.$$

Теплоемкость смеси

$$C_{\text{см}} = C_{\text{вод}} \cdot m + (1 - w)m,$$

где  $m = \rho \cdot V$ ;  $V$  – объем,  $V = S \cdot d$ ,  $S$  – площадь;  $d$  – глубина слоя; плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>; плотность зерна  $\rho = 1200$  кг/м<sup>3</sup>; плотность насекомого  $\rho = 1100$  кг/м<sup>3</sup>;  $w$  – влажность зерна, 0,14 %.

Расчет проведен для зерна с размерами  $5 \times 2$  мм,  $S = 10$  мм<sup>2</sup> с следующими данными: размер насекомого-вредителя –  $5 \times 2$  мм,  $S = 10$  мм<sup>2</sup>; теплоемкость тканей с большим содержанием воды  $4,187 \frac{\text{кДж} \cdot \text{кг}}{\text{град}}$ ; – теплоемкость зерна  $1,55 \frac{\text{кДж} \cdot \text{кг}}{\text{град}}$ .

Для тканей с высоким содержанием воды:

$$\text{tg} \delta = 0,99; \quad \varepsilon' = 25; \quad \varepsilon'' = \varepsilon' \cdot \text{tg} \delta = 25 \cdot 0,99 \approx 24.$$

Параметры радиоимпульсного воздействия:  $f = 23,7$  ГГц,  $\lambda = 12,6$  мм,  $t = 2$  с; скважность импульсов  $Q = 2 \cdot 10^6$ ;  $U_{\text{в}}$  – амплитуда воздействующей разности потенциалов на вредителей;

$$z_1 = \frac{120\pi}{\sqrt{\varepsilon}} = \frac{377}{\sqrt{25 - j25}};$$

$$z_1 = 58,577 + j24,264;$$

$$\text{Тогда } \Gamma = \frac{z_1 - z_0}{z_1 + z_0} = -0,726 + 0,096j;$$

$$|\Gamma| = 0,732; \quad |\Gamma|^2 = 0,536.$$

Исходя из соотношения (1), имеем:

$$Cm\Delta T = 0,464P_{\text{изл}}t \quad \text{– для насекомого вредителя;}$$

$$Cm\Delta T = 0,194P_{\text{изл}}t \quad \text{– для зерна.}$$

При имеющихся данных,  $\tau_{\text{и}} = 1$  мкс,  $f\tau_{\text{и}} \gg 1$ , энергия воздействия будет составлять [3]:

$$E_s = \frac{U_{\text{в}}^2}{2}, \quad \text{т.е. } E_s = 50 \text{ Дж.}$$

Нагрев зерна при этом будет составлять согласно (1)  $\Delta T = 0,08^\circ$ .

На рис. 1 приведен график изменения температуры ( $\Delta T$ ) массы 100 г зерна в зависимости от времени ( $t = 0 \dots 1000$  с) рассмотренного воздействия радиоимпульсным излучением.

### Вывод

На основе приведенных данных можно сделать вывод, что при воздействии электромагнитного излучения на зерно в течение ограниченных интервалов времени с указанными параметрами возможно уничтожение насекомых-вредителей, так как для нагревания зерна до недопустимой температуры ( $\Delta T = 35^\circ\text{C}$ ) с  $20^\circ\text{C}$  до  $55^\circ\text{C}$  как следует из приведенного графика (рис. 1) понадобится около 900 с, тогда как для уничтожения вредителей достаточно 2 с.

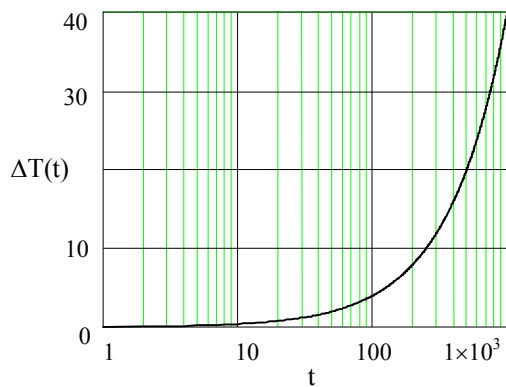


Рис. 1. Изменение температуры массы 100 г зерна в зависимости от времени рассмотренного воздействия радиоимпульсным излучением

## Список литературы

1. Высоочастотная технология защиты зерна от амбарных вредителей / В.А. Кутовой, Б.И. Рудик, А.В. Баскаков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vent.kharkov.ua/CONTENS/CONTENS\\_2001](http://vent.kharkov.ua/CONTENS/CONTENS_2001).
2. Юсупова Г.Г., Головина Г.А. Влияние СВЧ-обработки на развитие фитопатогенных грибов // Экономика и социум на рубеже веков: Материалы НПК. – Челябинск, 2003. – С. 97-100.
3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. – М.: Высш. шк., 1988. – 448 с.

Поступила в редколлегию 16.07.2008

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Д. Черенков, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, Харьков.

## ВИКОРИСТАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ

А.С. Черепньов, І.А. Черепньов, Г.А. Ляшенко

Робота присвячена актуальній проблемі забезпечення екологічної й продовольчої безпеки держави. Запропоновано використання екологічно чистих технологій обробки зерна при зберіганні, що ґрунтуються на застосуванні імпульсних електромагнітних полів. Дана методика дозволяє проводити ефективний вплив на комах-шкідників без відчутної зміни температурного режиму зберігання зерна, що дозволяє значно знизити втрати зерна й забезпечити виробництво екологічно чистих продуктів.

**Ключові слова:** електромагнітне поле, імпульсний вплив, діелектрична проникність, потужність, що поглинається.

## USAGE OF PULSE ELECTROMAGNETIC RADIATION FOR A DECONTAMINATION OF A GRAIN MIX

A.S. Cherepnev, I.A. Cherepnev, G.A. Liashenko

Work is devoted to an actual problem of maintenance of ecological and food safety of the state. Use of ecologically clean technologies of processing of grain is offered at the storage, pulse electromagnetic fields based application. The given technique allows to spend effective influence on insects-wreckers without changes of a temperature mode of storage of grain that allows to lower considerably losses of grain and to provide manufacture of ecologically pure products.

**Keywords:** an electromagnetic field, pulse influence, the dielectric permeability, absorbed power.