

С.В. АДАМОВА, инженер, ТГАТУ, Мелитополь
Ю.М. ФЕДЮШКО, д-р техн. наук, проф., ТГАТУ, Мелитополь
И.А. САСИМОВА, канд. техн. наук, доц., Харьковский НТУ сельского хозяйства им. П. Василенка

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ САДОВ ОТ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

Визначені параметри імпульсного електричного поля для знешкодження комах-шкідників в садах.

Определены параметры импульсного электрического поля для уничтожения насекомых-вредителей в садах.

Постановка проблемы. В связи с развитием интенсивного садоводства на Украине возрастают требования к защите растений от вредителей и болезней [1].

В настоящее время для уничтожения вредных – насекомых применяют химические препараты, которым присущи существенные недостатки: обеднение биоценозов, накопление в плодах остаточного количества химических препаратов [2]. Научные исследования последних лет показывают, что альтернативной химическому методу может быть электрофизический, в котором для уничтожения насекомых-вредителей может быть использовано в поражающем устройстве импульсное электрическое поле [3]. В тоже время отсутствие теоретических исследований по определению параметров импульсного электрического поля для уничтожения насекомых-вредителей урожая плодовых культур делает проблематичной постановку вопроса о создании эффективной передвижной установки.

Анализ предшествующих исследований. В работе [4], были проведены теоретические исследования, связанные с анализом взаимодействия импульсных электромагнитных полей с насекомыми-вредителями урожая плодовых культур. В результате этих исследований было получено интегральное уравнение для расчета электрического поля внутри насекомых. Полученные результаты могут служить основой для дальнейших теоретических исследований по определению параметров импульсного электрического поля для уничтожения насе-

комых в саду.

Цель работы – провести теоретические исследования по определению конкретных параметров импульсного электрического поля, которые приведут к гибели насекомых-вредителей урожая плодовых культур.

Теоретические исследования. Для определения конкретных параметров импульсного электрического поля необходимо знать среднюю величину электрического поля внутри насекомых.

На основании полученного интегрального уравнения [4] было выведено выражение описывающее среднее импульсное электрическое поле

$$E_{\text{ср}}^n = \frac{A_n k_n \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} H_0^{(2)}(kr_0) J_1^2(kR) J_1^2(\bar{k}R)}{8\pi^2 H \left[J_1^2(\bar{k}R) \left(1 - \frac{1}{4\pi^2} \right) - \frac{ik_n R}{8\pi} J_1^2(kR) D_0 \right]}, \quad (1)$$

где A_n – коэффициент разложения в ряд Фурье амплитуды плотности тока,

$$A_n = U \begin{cases} \frac{\tau}{T}, & n = 0 \\ e^{-i \frac{\pi n \tau}{T}} \sin \left(\frac{\pi n \tau}{T} \right); & \\ \hline n \pi & \end{cases}$$

τ, T – длительность и период повторения импульсов; r_0, ϕ_0, z_0 – координаты источника электромагнитных импульсов; $k_n = \frac{2\pi n}{T} \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}$, $n = \pm 1, \pm 2, \dots$, – волновое число; $\bar{k} = k_n \sqrt{\bar{\epsilon}_{1r}}$ – волновое число среды, моделирующей биообъект; $k = k_n \sqrt{\bar{\epsilon}_{2r}}$ – волновое число внешней среды; R, H – радиус и высота диэлектрического цилиндра; $\bar{\epsilon}_{1r}$ – относительная диэлектрическая проницаемость биообъекта; ϵ_{2r} – относительная диэлектрическая проницаемость внешней среды; ϵ_0, μ_0 – диэлектрическая и магнитная проницаемости вакуума.

Таким образом, имея явную формулу (1) для среднего поля, соответствующего волновому числу K_n , было получено следующее выражение для поля усредненного по объему занимаемому насекомыми:

$$E_{cp}(t) = \sum_n E_{cp}^n e^{i \frac{2\pi n}{T} t}. \quad (2)$$

Ограничиваясь двумя членами ряда (2) было получено выражение для среднего значения поля в виде

$$E_{cp}(t) = 2A \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - kr_0 - \frac{\pi\tau}{T} + \frac{\pi}{4}\right), \quad (3)$$

$$A = \frac{UT \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} R^2 \sin\left(\frac{\pi\tau}{T}\right)}{\sqrt{2}\pi^{5/2} r_0 \sqrt{\epsilon_{2r}\epsilon_{0r}\mu_0} H\left(4\pi^2 - 1 - \frac{\sqrt{\epsilon_{2r}\epsilon_{0r}}}{\epsilon_{1r}}\right)}.$$

Полученные результаты позволили оценить величину воздействия импульсного электрического поля на мембрану нейрона, используя следующее выражение для разности потенциалов на ней

$$\Phi_n = \left| \frac{\epsilon_1}{\epsilon_n} \right| r_i \ln \frac{r_e}{r_i} 2A \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - kr_0 - \frac{\pi\tau}{T} + \frac{\pi}{4}\right). \quad (4)$$

На рис. 1 приведены результаты расчетов зависимости нормированной разности потенциала на мембране нейрона насекомых от величины скважности импульсов

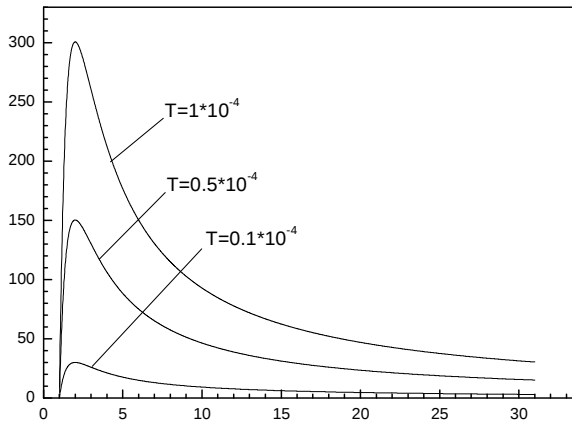


Рис. 1.

Расчеты показали, что величина наведенного потенциала, разрушающего мембрану нейрона насекомых, будет составлять 200...300 мВ для параметров: $T = 10^4$ с; $\tau = 0,5 \cdot 10^{-4}$ с; $E_m = 3...4$ кВ; $r_0 = 0,1$ м – расстояние между электродами поражающей решетки: время разрушения мембраны должно быть не менее $2,5 \cdot 10^{-4}$ с

Список литературы: 1. *Поспелов С.М.* Защита растений / С. М. Поспелов, Н. Г. Бермин, Е. Д. Васильева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 392 с. 2. *Приставка В. П.* Привлекающие ловушки в защите растений от вредных насекомых / В. П. Приставка. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1974 – 43 с. 3. *Белицкий Б. Н.* Изучение действия СВЧ-поля на микроорганизмы в импульсном и непрерывном режимах / Б. Н. Белицкий, Л. И. Передко, И. В. Лерика // Биофизика. – 1982. – Т. 27. – Вып. 5. – С. 923-933. 4. *Адамова С. В.* Анализ взаимодействия импульсных электромагнитных полей с вредителями плодовых культур / С. В. Адамова // Вестник Национального технического университета "ХПИ". – Харьков: НТУ"ХПИ". – 2009. – Вып. 44. – С. 3-8.

Поступила в редколлегию 20.09.2010