

ДОСЛІДЖЕННЯ І РОЗРОБКА ІМПУЛЬСНИХ ГЕНЕРАТОРІВ КВЧ ДІАпазону для впливу на мікробіологічні об'єкти ТВАРИННИЦТВА

Сорокін М.С., доцент

*(Харківського національного технічного університету сільського господарства
ім. П. Василенко)*

Архипов О.В. ст.н.с.

(Інститут радіофізики і електроніки ім. А. Усикова НАН України)

У статті проведені розрахунки по визначенню основних параметрів генераторів на основі ЛПД для впливу на мікробіологічні об'єкти тваринництва при їх кріоконсервації

Постановка проблеми. Теоретичні дослідження, пов'язані з процесом взаємодії імпульсних коливань з мікробіологічними об'єктами тварин показали, що для підвищення їх життєвості після кріоконсервації необхідні імпульсні генератори, що можуть бути побудовані на основі лавинно-прольотного діода.

Аналіз останніх досліджень. При створенні імпульсних напівпровідникових генераторів мм діапазону хвиль, які використовуються для впливу на мікробіологічні об'єкти тваринництва, необхідно враховувати ряд принципів особливостей, що визначають шляхи їх побудови [1,2]:

- нестационарність теплового режиму діода в межах тривалості імпульсу;
- роботу діода при високій густині імпульсного струму живлення;
- значне зростання омичних втрат у високочастотних колах генератора, сумірних з величиною модуля негативного опору діодів у режимі великого сигналу.

Основна частина. Для розрахунку конструктивних та енергетичних характеристик імпульсного генератора, основним елементом якого є ЛПД, було використано хвилеводно-шпиньову конструкцію зважаючи на її надійність, простоту конструкції, широкий діапазон перебування частоти.

Еквівалентна схема резонансної системи приведена на рисунку 1. Прямокутний хвилевід, між стінками якого включено металевий стрижень, замінений Т-подібної еквівалентною схемою. Еквівалентні параметри стрижня включення діода представлені реактивності jX_a і jX_b і визначаються розмірами неоднорідності 3 та розмірами хвилеводу. Ємність jX_b в гілках Т-подібної схеми пов'язана з фазовим зрушенням, який викликається відмінним від нуля діаметром стрижня.

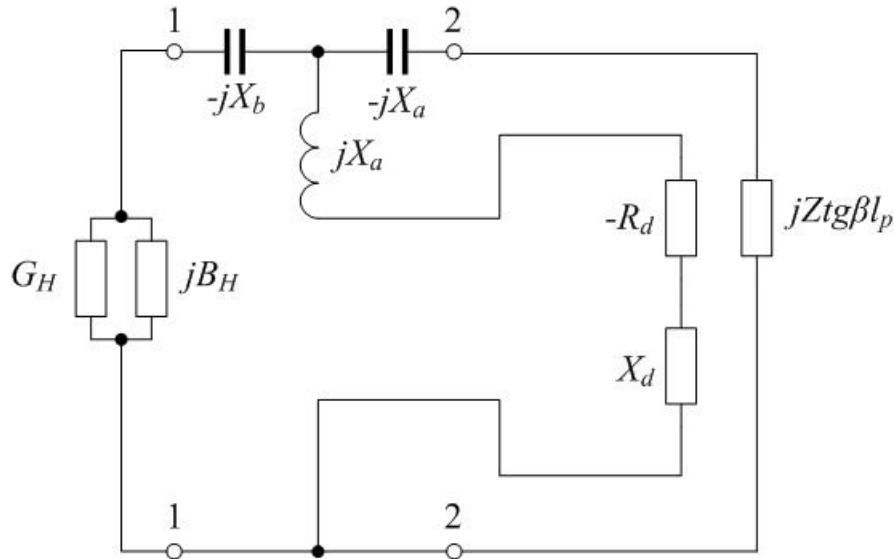


Рис. 1. Еквівалентна схема імпульсного генератора

Індуктивність jX_a являє собою опір, наведене зовнішніми поперечно-електричними хвилями. У загальному випадку індуктивність не тільки кількісно, але і якісно відрізняється від індуктивності, зазвичай розуміється як деяка зосередженість постійна. Насамперед $L \neq \text{const}$ і залежить від частоти. Визначимо параметри еквівалентної схеми індуктивного стрижня [3]:

$$\frac{X_a}{Z_0} - \frac{X_b}{2Z_0} = \frac{a}{2\Lambda} \left[S_0 - \left(\frac{\pi d}{2\lambda} \right)^2 - \frac{5}{8} \left(\frac{\pi d}{2\lambda} \right)^4 - 2 \left(\frac{\pi d}{2\lambda} \right)^4 \left(S_2 - 2S_0 \frac{\lambda^2}{\Lambda^2} \right)^2 \right]; \quad (1)$$

$$\frac{X_b}{Z_0} \approx \frac{a}{\Lambda} \frac{\left(\frac{\pi d}{a} \right)^2}{1 + \frac{11}{24} \left(\frac{\pi d}{a} \right)^2}; \quad (2)$$

$$S_0 = \ln \frac{4a}{\pi d} - 2 + 2 \sum_{n=3,5,\dots}^{\infty} \left[\frac{1}{\sqrt{n^2 - \left(\frac{2a}{\lambda} \right)^2}} - \frac{1}{n} \right];$$

$$S_2 = \ln \frac{4a}{\pi d} - \frac{5}{2} + \frac{11}{3} \left(\frac{\lambda}{2a} \right)^2 - \left(\frac{\lambda}{a} \right)^2 \sum_{n=3,5,\dots}^{\infty} \left[\sqrt{n^2 - \left(\frac{2a}{\lambda} \right)^2} - n + \frac{2}{n} \left(\frac{a}{\lambda} \right)^2 \right];$$

$$Z_0 = \frac{b}{a} \frac{120\pi}{\sqrt{1 - (\lambda/2a)^2}} \text{ — характеристичний опір хвилеводу};$$

$$\Lambda = \frac{\lambda}{\sqrt{1 - (\lambda/\lambda_{кр})^2}} \text{ — довжина хвилі в хвилеводі}; \lambda_{кр} = 2a; a \text{ і } b \text{ — розміри}$$

прямокутного хвилеводу.

При реалізації на практиці припущення про досить невеликі втрати у високочастотному ланцюзі, визначаємо повну провідність хвилеводу ліворуч і праворуч від площини включення діода. Зліва з боку навантаження провідність визначається виразом:

$$\dot{Y}_n = \frac{G_n(1 + \operatorname{tg}^2 \beta l_n) + j[B_n(1 - \operatorname{tg}^2 \beta l_n) - Z_0 B_n^2 \operatorname{tg} \beta l_n]}{(1 - Z_0 B_n \operatorname{tg} \beta l_n)^2 + \operatorname{tg}^2 \beta l_n}, \quad (3)$$

де l_n – довжина узгоджуючого відрізка хвилеводу.

Справа зі сторони індуктивного стрижня провідність залежить від довжини короткозамкненого хвилеводу l_p . Довжину короткозамкненого хвилеводу підстроюють таким чином, щоб забезпечити рівність нулю сумарної реактивної провідності у плоскості включення діода:

$$l_p = \frac{\Lambda}{2\pi} \operatorname{arctg} \frac{R_d^2 + X^2}{Z_0 \cdot X} \pm n \frac{\Lambda}{2}. \quad (4)$$

У цьому випадку провідність визначаємо як:

$$\dot{Y} = \frac{R_d}{R_d^2 + X^2} - j \frac{X}{R_d^2 + X^2}, \quad (5)$$

де $X = X_d + X_a - X_c$ – повна провідність у плоскості включення діода.

Порівнюючи дійсні та уявні частини (3) и (4), отримаємо систему двох рівнянь відносно невідомих B_n та l_n :

$$\begin{aligned} \frac{G_n(1 + \operatorname{tg}^2 \beta l_n)}{\operatorname{tg}^2 B_n l_n (1 - Z_0 B_n \operatorname{tg} \beta l_n)^2} &= \frac{R_d}{R_d^2 + X^2}; \\ \frac{B_n(1 - \operatorname{tg}^2 \beta l_n) - Z_0 B_n^2 \operatorname{tg} \beta l_n}{(1 - Z_0 B_n \operatorname{tg} \beta l_n)^2 + \operatorname{tg}^2 \beta l_n} &= \frac{X}{R_d^2 + X^2}. \end{aligned} \quad (6)$$

Залежність резонансної частоти від довжини резонатора, яка визначається за виразом (4) та розрахована чисельним методом за допомогою ЕВМ, представлена на рисунку 2. Вітки кривої $f(l)$ відповідають різним зонам коливань n , рівного кількості напівхвиль $\lambda/2$, вздовж хвилеводного резонатора. В інтервалі зміни l_p от 0 до 3,4 см розміщуються чотири зони перебудови частоти. В нулевої зоні ($n = 0$) довжина лінії $l_p \leq \lambda/4$, в першій зоні ($n = 1$) $\lambda/4 < l_p < 3/4 \lambda$.

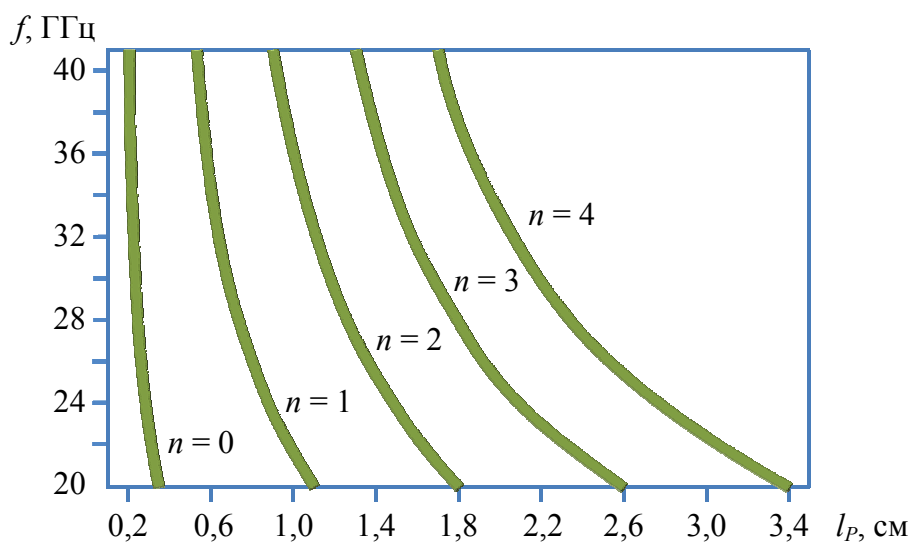


Рис. 2. Розрахункова залежність частоти коливань ГЛПД від довжини резонатора: n – номер зони

З урахуванням особливостей перебудови частоти генератора від 30,4 ГГц до 32,4 ГГц довжину хвилеводно-шпиньового резонатора вибрано у четвертій зоні, яка дорівнює $l_p = 2,3$ см. Величини $l_n = 0,5$ см и $B_y = 0,014$ сим були отримані в результаті рішення системи рівнянь (6).

Список використаних джерел

1. Коцержинский Б.А. Импульсные генераторы миллиметрового диапазона волн на лавинно-пролетных диодах / Б.А. Коцержинский, В.П. Тараненко, В.А. Трапезон // Известия вузов СССР, 1982. – Т. XX, №10. – С.56-64.

2. Корнеенков В.К. Генераторы дифракционного излучения непрерывного и импульсного действия / В.К. Корнеенков, В.С. Мирошниченко, Б.К. Скрынник // Радиофизика и электроника. – Харьков: Ин-т радиофизики и электроники НАН Украины, 1998. – Т.3, №1. – С. 67 – 70.

3. Коваленко В.Ф. Введение в электронику сверхвысоких частот / В.Ф. Коваленко. – М.: Сов. Радио, 1955. – 344с.

Аннотация

Исследования и разработка импульсных генераторов КВЧ диапазона

Сорокін М.С., Архіпов О.В.

В статье проведены расчеты по определению основных параметров генераторов на основе ЛПД для воздействия на микробиологические объекты животноводства при их криоконсервации

Abstract

Research and development ehf pulse generator

M.Sorokin, O.Arhipov

In this paper calculations were performed to determine the basic parameters of the generators on the basis of the IMPATT for exposure to microbiological objects in their livestock cryopreservation