



УДК 632.315

DOI: 10.31388/2220-8674-2020-2-26

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ХВОРОБ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Попрядухін В. С., к.т.н.

ORCID: 0000-0001-9845-6177

Попова І. О., к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-5429-8269

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: vadym.popriadukhin@tsatu.edu.ua

Постановка проблеми. Кризовий стан в тваринництві України характеризується спадом виробництва молока і м'яса, в тому разі і за рахунок безпліддя маткового поголів'я корів. Основними післяпологовими хворобами у корів є акушерсько-гінекологічні хвороби, серед яких основне місце займає патологія гонад (яєчників). Терапевтична ефективність використання лікувальних засобів для лікування хвороб і розладів функцій гонад корів доволі низька, оскільки при призначенні лікувальних заходів не враховується складний багатокомпонентний комплекс в регуляції статевої функції і динаміка утримання гормональних рецепторів і чутливості відповідних компонентних структур. Крім того, антибіотики ті інші медикаменти, якщо потрапляють у організмі людини через молоко і м'ясо корів, пригнічують імунітет, вражають печінку та інші органи, що призводить до різних хвороб. Тобто немедикоментозне лікування гонад у корів за допомогою інформаційного електромагнітного поля (ЕМП) та розробка систем випромінювання є актуальною задачею [1].

Аналіз останніх досліджень. Аналіз досліджень з дії інформаційних ЕМП на біологічні об'єкти, що проводяться: в Московському центрі інформаційної медицини під керівництвом Бессонова А. Є.; в ІРЕ РАН під керівництвом Н. Д. Девяткова; у Харківському НТУСГ під керівництвом О. Черенкова, М. Лисиченка, Ю. Мегеля, Н. Косуліної; у Новосибірському інституті під керівництвом Козначеева О. П., показують, що найбільший терапевтичний ефект у ветеринарії і медицині слід чекати від інформаційних ЕМВ мм діапазону. Електромагнітні коливання здатні викликати конформаційні перебудови клітинних структур, впливати на проникність біологічних мембран і служити інформаційним сигналом для регуляторних систем усього біологічного об'єкта.

Основним елементом конструкції випромінюючої системи є випромінювач, який повинен сформувати необхідну діаграму спрямованості і забезпечити достатній рівень потужності на поверхні гонад у корів для ефективного лікування [2].

На сьогоднішній день в міліметровому діапазоні довжин хвиль широко застосовуються різні типи антен: рупорні, дзеркальні, діелектричні, фазовані антенні решітки, антени поверхневих хвиль [3]. Якщо враховувати, що основна частота, на якій відбувається випромінювання, складає 73,2 ГГц і умови, в яких цей випромінювач буде застосовуватися, то природно слід вибрати порожнистий діелектричний хвилевід, узгодженого з пірамідальним рупорним випромінювачем і діелектричною лінзою на виході хвилеводу. Для визначення параметри випромінюючої системи необхідно провести аналітичне дослідження [4].

Формулювання мети статті. Аналітичне обґрунтування параметрів і діаграми направленості рупоро-хвилеводної системи для лікування гонад корів.

Основна частина. Основним елементом конструкції антени є випромінювач, який повинен сформувати необхідну діаграму спрямованості (ДС) і забезпечити достатній рівень потужності на поверхні яєчників корів на частоті 73,2 ГГц [5].

Випромінююча система з обтічником має пірамідальний рупор, який переходить у прямокутний хвилевід чотирьох міліметрового діапазону. Вся конструкція розташовується в діелектричній трубі з вініласту. Для центрування в трубі хвилеводних елементів використовуються пінопластові вставки. Такого типу випромінювачі забезпечують аксіально-симетричну та вузьку ДС.

При проведенні всіх розрахунків будемо вважати, що в випромінюючому розкритті поширюється тільки одна хвиля (в нашому випадку TE_{10}) (рисунок 1). Результати будуть тим точніше, чим більше розмір розкриття в порівнянні з довжиною хвилі λ [6].

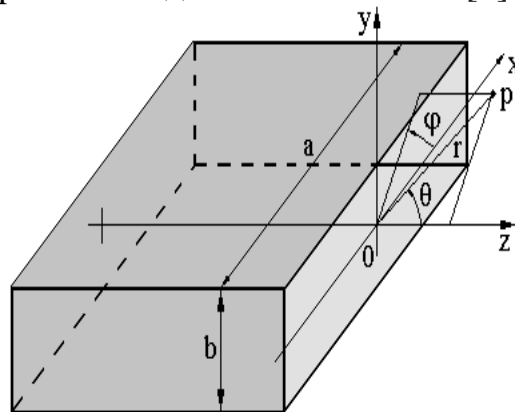


Рис. 1. Система координат в розкритті прямокутного хвилеводу



У декартовій системі координат розподіл електричної компоненти хвилі, що розповсюджується по хвилеводу, має вигляд

$$E = e_x E_x + e_y E_y + e_z E_z \dots \quad (1)$$

За аналогією з виразом (1) запишемо електричну компоненту хвилі в сферичній системі координат

$$E = e_r E_r + e_\varphi E_\varphi + e_\theta E_\theta \quad (2)$$

Розглядаємо прямокутний хвилевод, в якому поширюється хвиля TE₁₀, що має тільки поперечну складову електричного поля ($E_x = H_y = E_z = 0$). З урахуванням рівності нулю деяких компонент електричного і магнітного полів хвилі TE₁₀ в хвилеводі можемо записати

$$\begin{cases} E_x = -E_\varphi \sin \varphi + E_\theta \cos \varphi \cos \theta; \\ E_y = E_\varphi \cos \varphi + E_\theta \sin \varphi \cos \theta; \\ E_z = -E_\theta \sin \theta. \end{cases} \quad (3)$$

Після підстановки значень складових електричного поля з (3) у співвідношення (1) отримаємо рівняння

$$E = e_x (E_\theta \cos \varphi \cos \theta - E_\varphi \sin \varphi) + e_y (E_\varphi \cos \varphi + E_\theta \sin \varphi \cos \theta) - e_z E_\theta \sin \theta \quad (4)$$

У сферичній системі координат складові електричного поля E_θ та E_φ у розкритті прямокутного хвилеводу перерізом axb визначається рівняннями

$$E_\theta = BZ_0 \frac{a^2 b}{\lambda^2} \sin \varphi \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \frac{\cos \alpha}{\alpha^2 - \frac{\pi^2}{4}} \frac{\sin \beta}{\beta}, \quad (5)$$

$$E_\varphi = BZ_0 \frac{a^2 b}{\lambda^2} \sin \varphi \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \frac{\cos \alpha}{\alpha^2 - \frac{\pi^2}{4}} \frac{\sin \beta}{\beta}, \quad (6)$$

де B – амплітудний коефіцієнт;

$Z_0 = 120\pi$ – хвильовий опір вільного простору;

$\alpha = (\pi a / \lambda) \sin \theta \cos \varphi$, $\beta = (\pi b / \lambda) \sin \theta \sin \varphi$;

$\lambda_g = \lambda / \sqrt{1 - (\lambda / 2a)^2}$ – хвильова довжина хвилі.

Після підстановки значень E_θ та E_φ у вираз (3), отримали рівняння для складових електричного поля у наступному вигляді [7].

$$E_x = E_\theta \cos \varphi \cos \theta - E_\varphi \sin \varphi = -F \frac{\lambda}{\lambda_g} \sin \varphi \cos \varphi \sin^2 \theta, \quad (7)$$

$$\text{де } F = BZ_0 \frac{a^2 b}{\lambda^2} \frac{\cos \alpha}{\alpha^2 - \frac{\pi^2}{4}} \frac{\sin \beta}{\beta} \quad (8)$$

Аналогічним чином з рівнянь (3) з урахуванням (5) запишемо вирази для E_x і E_y складових електричного поля, що визначається співвідношенням (4)

$$\begin{aligned} E_y &= E_\varphi \cos \varphi + E_\theta \sin \varphi \cos \theta = \\ &= F \left[\cos^2 \varphi \left(\cos \theta + \frac{\lambda}{\lambda_g} \right) + \sin^2 \varphi \cos \theta \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \right] \end{aligned} \quad (9)$$

$$E_z = -E_\theta \sin \theta = -F \sin \varphi \sin \theta \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \quad (10)$$

Після підстановки виразів для складових електричного поля (10), (9), (7) в вираз (4) отримаємо рівняння для електричної компоненти основної хвилі прямокутного хвилеводу [8].

$$\begin{aligned} \mathbf{E} = \mathbf{e}_x \left(-F \frac{\lambda}{\lambda_g} \sin \varphi \cos \varphi \sin^2 \theta \right) + \mathbf{e}_y F \left[\cos^2 \varphi \left(\cos \theta + \frac{\lambda}{\lambda_g} \right) + \right. \\ \left. + \sin^2 \varphi \cos \theta \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \right] + \mathbf{e}_z \left[-F \sin \varphi \sin \theta \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \theta \right) \right]. \end{aligned} \quad (11)$$

В результаті перетворень були отримані вирази для визначення ДС в площинах Н та Е основної хвилі TE_{10} відкритого кінця прямокутного хвилеводу

$$\mathbf{E}_{x0z} = \mathbf{e}_y B Z_0 \frac{a^2 b}{\lambda^2} \cdot \frac{\cos \left[\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \Theta \right) \right]}{\left[\left(\frac{\pi a}{\lambda} \sin \Theta \right)^2 - \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 \right]} \cdot \left(\cos \Theta + \frac{\lambda}{\lambda_g} \right), \quad (12)$$

$$\mathbf{E}_{y0z} = \mathbf{e}_y B Z_0 \frac{a^2 b}{\lambda^2} \cdot \frac{4}{\pi^2} \cdot \frac{\sin \left[\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta \right) \right]}{\left[\left(\frac{\pi b}{\lambda} \sin \Theta \right)^2 - \left(\frac{\pi}{2} \right)^2 \right]} \cdot \left[\cos \Theta \left(1 + \frac{\lambda}{\lambda_g} \cos \Theta \right) \right]. \quad (13)$$

Результати розрахунку (12), (13) показали, що за рівнем -15 дБ ширина головки пелюстки діаграми спрямованості в обох площинах складає 24,8 мм для розмірів прямокутного розкриття 20,5x14,31 мм. В цьому випадку 80 % випромінюваної потужності буде зосереджено в трубі діаметром 30 мм [9].

З урахуванням розмірів прямокутного розкриття та розмірами хвилеводу 3,6x1,8 мм, довжина пірамідального рупору 35 мм. У зв'язку з внутрішньоутробним лікуванням тварин, розкрив діелектричного хвилеводу випромінювача електромагнітної енергії було закрито



діелектричною лінзою з параметрами: діаметр 26,4 мм; товщина 4,6 мм; фокусна відстань 50 мм [10].

Висновки. Визначені параметри головних пелюстків ДС прямокутного розкриву, розмірів прямокутного розкриття, розмірів хвилеводу, діаметр, товщина і фокусна відстань діелектричної лінзи дозволяють розробити пристрій для опромінення гонад корів.

Список використаних джерел

1. Думанский А. В., Торчук М. В., Михайлова Л. Н. Использование микроволнового излучения в технологических процессах лечения животных и людей. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. 2013. Вип. 141. С. 89-91.

2. Михайлова Л. Н. Применение электромагнитного поля крайневысокой частоты для лечения животных. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. Т. 1, № 9 (55). С. 36-38.

3. Думанский А. В., Михайлова Л. Н. Аналитический анализ антенной системы для лечения эндометрита животных. *Вестник Национального технического университета "ХПИ"*. Серия. Новые решения в современных технологиях. 2013. № 70. С. 69-74.

4. Theoretical Analysis of Electromagnetic Field Electric Tension Distribution in the Seeds of Cereals. Research journal of Pharmaceutical / I. S.Konstantinov et al. *Biological and Chemical Sciences*. 2015. № 6 (6). pp. 1686-1694.

5. Analysis of the electromagnetic field of multilayered biological objects for their irradiation in a waveguide system / V. Popriadukhin et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 6 (50)(90). pp. 58-65. doi: [10.15587/1729-4061.2017.96074](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96074).

6. Синтез радіометричних приймачів за критерієм статистичної інваріантності до флуктуацій посилення і вузькосмугової перешкоди / Т. Д. Гуцол та ін. *Technology audit and production reserves*. 2018. № 1/1 (39). pp. 42-48. doi: [10.15587/2312-8372.2018.123737](https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.123737).

7. Determining parameters of electromagnetic radiation for energoinformational disinfection of wool in its pretreatment / N. Kosulina et al. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 2 (5)(86). pp. 52-58. doi: [10.15587/1729-4061.2017.96074](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.96074).

8. Feng B., Wang Z. Effect of an electromagnetic field on the spectra and elliptic flow of particles. *Physical Review*. 2017. Vol. 95, Iss. 5. doi: [10.1103/physrevc.95.054912](https://doi.org/10.1103/physrevc.95.054912).

9. Kovacic P., Somanathan R. Electromagnetic fields: mechanism, cell signaling, other bioprocesses, toxicity, radicals, antioxidants and beneficial effects. *Journal of Receptors and Signal Transduction*. 2010. Vol. 30 (4). 214-226. doi: [10.3109/10799893.2010.488650](https://doi.org/10.3109/10799893.2010.488650)



10. Pirotti Ye. L., Kaplun O. V. Mathematical models of electromagnetic fields in the middle of the cylindrical and spherical biological structures. *Bulletin of Kharkiv national technical University of agriculture named of P. Vasilenko*. 2015. Vol.164. pp. 166-168.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ХВОРОБ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

Попрядухін В.С., Попова І.О.

Анотація

Терапевтична ефективність використання лікувальних засобів для лікування хвороб і розладів функцій гонад корів доволі низька. Крім того не враховуються негативні дії на людину антибіотиків та інших медикаментів, що потрапляють через молоко і м'ясо корів і пригнічують імунітет, вражають печінку та інші органи. Тому немедикаментозне лікування гонад у корів за допомогою інформаційного електромагнітного поля є більш перспективним. В роботі проведено аналітичне обґрунтування параметрів і діаграми направленості рупорохвильової системи для лікування корів. Прийнята випромінююча система з обтічником, що має пірамідальний рупор, який переходить у прямокутний хвилевід чотирьох міліметрового діапазону. Визначені параметри головних пелюстків діаграми спрямованості і рівень потужності при частоті на поверхні, прямокутного розкриття, розмірів прямокутного розкриття, розмірів хвилевода, діаметр, товщина і фокусна відстань діелектричної лінзи дозволяють розробити пристрій для опромінення гонад корів.

Ключові слова: інформаційне електромагнітне поле; міліметрові хвилі; внутрішньоутробне лікування; патогенні коки.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Попрядухин В.С., Попова И.А.

Аннотация

Терапевтическая эффективность использования лекарственных средств для лечения болезней и расстройств функций гонад коров довольно низкая. Кроме того, не учитываются негативные воздействия на человека антибиотиков и других медикаментов, попадают через молоко и мясо коров, которые подавляют иммунитет, поражают печень и другие органы. Поэтому не медикаментозное лечение гонад у коров с помощью информационного электромагнитного поля является более перспективным. В работе проведено аналитическое обоснование параметров и диаграммы направленности рупорной волновой системы для лечения коров. Принятая излучающая система с обтекателем, имеет пирамидальный рупор, который переходит в прямоугольный волновод четырехмиллиметрового диапазона. Определены параметры головки лепестка диаграммы направленности и уровень мощности при частоте на поверхности, прямоугольного раскрытия, размеры прямоугольного раскрытия, размеры волновода, диаметр, толщина и фокусное расстояние диэлектрической линзы, это позволяет разработать устройство для облучения гонад коров.

Ключевые слова: информационное электромагнитное поле; миллиметровые волны; внутриутробное лечение; патогенные кокки.



DETERMINATION OF PARAMETERS OF RADIATION SYSTEMS FOR TREATMENT OF DISEASES OF CATTLE

Popriadukhin V., I. Popova

Summary

The therapeutic efficiency of the use of drugs for the treatment of diseases and disorders of the functions of the gonads of cows is rather low, since the complex multicomponent complex in the regulation of sexual function, the dynamics of the state of hormonal receptors and the sensitivity of the corresponding organs of cows are not taken into account. In addition, the negative effects on humans of antibiotics and other medications are not taken into account, they enter through milk and cow meat, which suppress the immune system, affect the liver and other organs. Therefore, non-drug treatment of gonads in cows using an electromagnetic information field is more promising. The paper provides an analytical substantiation of the parameters and directional patterns of the horn wave system for the treatment of cows. The adopted radiating system with a fairing has a pyramidal horn that transforms into a rectangular waveguide of four millimeter wavelengths. The whole structure is located in a dielectric vinyl plastic tube. For centering the waveguide elements in the pipe, foam inserts are used. Emitters of this type provide an axially symmetrical and narrow radiation pattern. To calculate the parameters of the irradiation system, the aperture method was used; it is assumed that the size of the opening of the system is much larger than the wavelength. On the basis of the anatomical construction of cow gonads, for repeated intrauterine irradiation of the reproductive organs of cows, the geometric dimensions of the irradiation system, the density and dielectric constant of the material, and the dielectric loss tangent of the fairing were determined. The parameters of the lobe head and the power level at the surface frequency, rectangular opening, the dimensions of the rectangular opening, the dimensions of the waveguide, the diameter, thickness and focal length of the dielectric lens have been determined; this makes it possible to develop a device for irradiating the gonads of cows.

Key words: informational electromagnetic field; millimeter waves; intrauterine treatment; pathogenic cocci.