

устройств настройки и фиксации различной производительности.

Впервые предлагается бесступенчатая система автоматического регулирования производительности компрессорной установки изменением хода поршня компрессора. Она реализуется размещением в контуре обратной связи, между приводом и компрессором, корректирующего устройства, рычажного вариатора хода поршня и указателя производительности, с возможной бесступенчатой ручной настройкой, автоматическим регулированием, контролем и учетом ее производительности. Контроль производительности компрессорной установки выполняется с использованием показаний, считываемых со шкалы за отклонениями стрелки указателя.

Ключевые слова: кран-фиксатор, сиффон, пневмолиния, шкала, стрелка, указатель производительности, дроссель, корректирующее устройство, контур обратной связи, вариатор хода поршня, дифференциатор, суммирователь сигналов.

УДК 632.315

Думанський О.В.

к.т.н., асистент

Михайлова Л.М.

к.т.н., доцент, заступник

декана

Мельник В.В.

асистент

кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій

Інженерно-технічний факультет

Подільський державний аграрно-технічний університет

Кам'янець-Подільський, Україна

E-mail: alexsaha80@mail.ru

E-mail: mihajlovaimesg@gmail.com

ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ВИПРОМІНЮВАЧА ДЛЯ ЛІКУВАННЯ ЕНДОМЕТРИТУ ТВАРИН

У статті пропонується обґрунтувати випромінювач електромагнітної енергії для внутрішньоутробного лікування ендометриту великої рогатої худоби.

Дослідження спираються на аналізі діаграми направленості гофрованого конічного хвилеводу, яка побудована кутовим розподілом поля в площині вектора H і в площині вектора E для декількох значень радіуса a . Всі розрахунки проводилися на фіксованій частоті $f = 30$ ГГц ($\lambda_0 = 10$ мм). Аналіз гофрованого круглого хвилеводу проводимо шляхом умовного розрізу його перпендикулярно осі. У площині перетину розташовуємо початок прямокутної декартової системи координат, вісь якої збігається з напрямком поширення хвиль. При розрахунку подібного типу випромінюючих антен найбільшого поширення набув апертурний метод аналізу. Результати розрахунку зрізів діаграм спрямованості відкритого кінця круглого гофрованого хвилеводу в площинах вектора H і E гібридної сферичної хвилі HE_{11} розглянутого хвилеводу засвідчують, що вони звужуються. Дослідження показали, що наявність гофри призводить до того, що діаграма спрямованості такого опромінювача стає аксіально-симетричною. При цьому за рівнем -3 дБ на відстані 180 мм від розкриття ширина діаграми спрямованості для обраного нами діаметра опромінювача, рівного 25 мм, становить 58 мм в площині (H -площина) і 61 мм в площині (E -площина), тобто, вона фактично аксіально-симетрична.

Ключові слова: ендометрит, лікування, електромагнітне випромінювання, гофра, хвилевід, дослідження, тварина.

Вступ. До антенної системи міліметрового діапазону довжин хвиль для внутрішньоутробного лікування ендометриту тварин великої рогатої худоби ставляться високі вимоги щодо ефективності та мінімального рівня бічного випромінювання. Крім того, випромінювач повинен сформувати вузьку, не більше 30 мм, з осью симетрії

діаграму спрямованості, а діаметр розкриву не повинен перевищувати 30 мм [1].

Враховуючи, що основна частота, на якій проводиться опромінення тварин, становить 30 ГГц і умови, в яких такий випромінювач буде застосовуватися, то природньо зупинити вибір на конічній антені. Основними властивостями такого типу випромінювачів володіє круглий хвилевід, в якому поширюється основна електромагнітна хвиля TE_{11} . Однак, враховуючи структуру електричного поля цієї хвилі в поперечному перерізі випромінювача, можна стверджувати, що його діаграма спрямування не буде аксіально-симетричною [2, 3, 4], а тому є необхідність обґрунтування типу випромінювача для внутрішньоутробного лікування ендометриту тварин.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Основним елементом для внутрішньоутробного лікування ендометриту електромагнітним випромінюванням є випромінювач, який повинен сформувати необхідну діаграму спрямованості, забезпечити достатній рівень щільності потоку потужності електромагнітної енергії на слизовій поверхні матки тварини з діаметром розкриву не більше 30 мм.

Нині в міліметровому діапазоні довжин хвиль широко застосовуються різні типи антен: антени поверхневих хвиль, дзеркальні, діелектричні, хвилеводно-щілинні, рупорні та інші [5, 6]. Але всі ці антени мають ряд недоліків, зокрема, в антенах поверхневих хвиль – порівняно мале посилення, що реалізується, і відносно високий рівень бічних пелюсток. Загальним недоліком хвилеводно-щілинних антен є обмеженість діапазонних властивостей. У рупорних антенах площина поляризації поля нестійка і легко змінюється навіть при незначних деформаціях стінок. Тому для внутрішньоутробного лікування ендометриту тварин слід провести аналіз гофрованого конічного випромінювача електромагнітної енергії міліметрового діапазону довжин хвиль, який при мінімальних розмірах діаметру розкриву зможе забезпечити необхідну діаграму спрямованості не більше 30 мм на рівні 3 дБ [7].

Мета досліджень полягає в обґрунтуванні типу випромінювача для лікування електромагнітним випромінюванням післяродових ендометритів у тварин великої рогатої худоби.

Методологія. Аналіз гофрованого круглого хвилеводу [5] проводимо розрізавши його перпендикулярно осі. У площині перетину розташовуємо початок прямокутної декартової системи координат (рис. 1), вісь якої збігається з напрямком поширення хвиль.

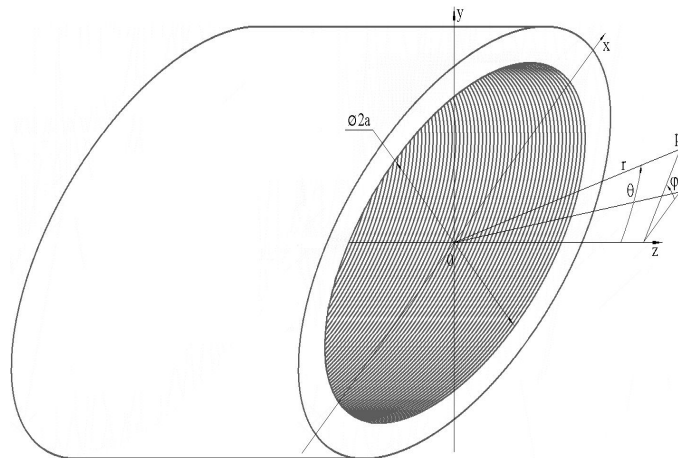


Рис. 1. Система координат в розкриві круглого гофрованого хвилеводу

Вважаємо, що в такому хвилеводі збуджується гібридна сферична хвиля HE_{11} . Крім того, оскільки в розкритті хвилеводі існує електромагнітне поле, то в зовнішній області створюється електромагнітне випромінювання.

При розрахунку подібного типу випромінюючих антен найбільшого поширення набув апертурний метод аналізу. У цьому випадку використовуються наступні допущення [2]:

- розкритт хвилеводу є випромінюючою апертурою;
- збуджуваче поле поза розкритвом відсутнє і тому вважається рівним нулю;
- вважаємо, що поле в розкритті хвилеводу точно таке ж, як і в його поперечному перерізі, віддаленому від розкритву на кілька довжин хвиль;
- у розглянутому круглому гофрованому хвилеводі збуджується тільки гібридна сферична хвиля HE_{11} ;
- відображенням від розкритву хвилеводу нехтуємо;
- при аналізі круглого гофрованого опромінювача чинимо так само, як роблять при аналізі прямокутного розкритву. Вважаємо електромагнітне поле в межах апертури лінійно поляризованим [5]. При цьому вектор електричного поля E хвилі HE_{11} паралельний осі Y , а вектор магнітного поля H паралельний осі X .

Незважаючи на зроблені припущення, розраховане апертурним способом розподіл електромагнітного поля випромінювання, як правило, знаходиться в хорошій відповідності з вимірним. Тут необхідно також зауважити, що при використанні певного типу хвилі (у нашому випадку HE_{11}) результати тим точніше, чим більше розмір апертури в порівнянні з довжиною хвилі.

Результати. Для аналізу діаграми направленості гофрованого хвилеводу будуюмо кутовий розподіл поля в площині вектора H і в площині вектора E для декількох значень радіуса a . Всі розрахунки проводимо на фіксованій частоті $f = 30$ ГГц ($\lambda_0 = 10$ мм).

На рисунку 2а представлені розраховані діаграми спрямованості відкритого кінця круглого гофрованого хвилеводу, побудовані для трьох значень радіуса хвилеводу a : $a = 10$ мм; $a = 12,5$ мм; $a = 15$ мм.

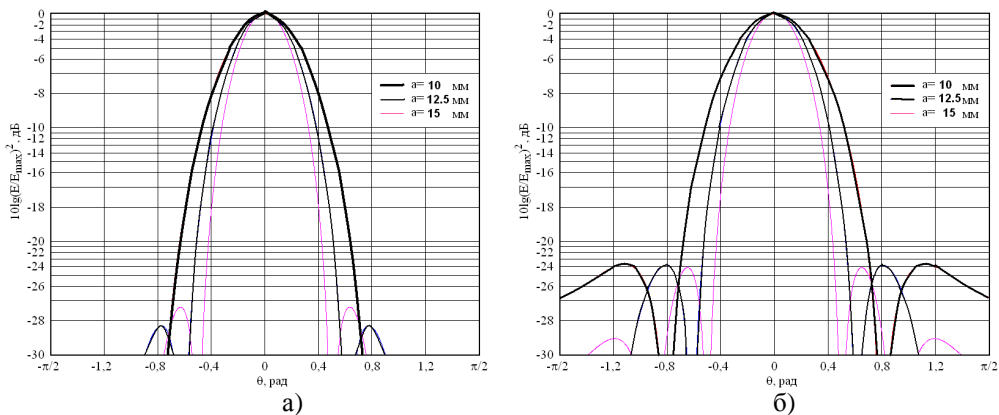


Рис. 2. Діаграми спрямованості відкритого кінця круглого гофрованого хвилеводу, побудовані в площині вектора H (а) і в площині вектора E (б) гібридної сферичної хвилі HE_{11} для трьох значень діаметра хвилеводу

Відомо, що далека зона будь-якого випромінюючого розкриву визначається виразом [1, 8]

$$L \geq \frac{2D^2}{\lambda_0},$$

де D - найбільший геометричний розмір випромінюючої апертури.

Для розглянутих нами розкривів $L \leq 180$ мм.

У цьому випадку діаметр основного пелюстка діаграми спрямованості круглого випромінюючого розкриву в двох взаємно перпендикулярних площинах (рис. 2) буде

визначатися з рівняння $x(y)=180\text{tg}\theta$. Як видно, у міру збільшення радіусу круглого

гофрованого хвилеводу діаграма спрямованості в площині вектора H (площина xOz) гібридної сферичної хвилі HE_{11} розглянутого хвилеводу звувається. При цьому ширина основного пелюстка діаграми спрямованості за рівнем - 3 дБ становить: 68 мм ($a = 10$ мм); 58 мм ($a = 12,5$ мм); 48 мм ($a = 15$ мм). У той же час рівень бічних пелюсток для всіх трьох значень діаметра круглого хвилеводу не перевищує - 27 дБ ($a = 15$ мм).

На рисунку 2б представлені результати розрахунку зрізів діаграм спрямованості відкритого кінця круглого гофрованого хвилеводу в площині вектора E для цих же трьох значень радіуса розкриву: $a = 10$ мм; $a = 12,5$ мм; $a = 15$ мм. При цьому, як і в попередньому випадку, $L = 180$ мм. Ширина основного пелюстки діаграми спрямованості в цій площині за рівнем - 3 дБ становить: 76 мм без ($a = 10$ мм); 61 мм ($a = 12,5$ мм); 51 мм ($a = 15$ мм). У той же час рівень бічних пелюсток для всіх трьох значень діаметра круглого хвилеводу незначно зріс порівняно з площиною H , але, тим не менш, він не перевищив - 23 дБ ($a = 10$ мм).

Як можна бачити з наведених графіків, наявність гофри призводить до того, що діаграма спрямованості такого опромінювача стає аксіально-симетричною. При цьому за рівнем - 3 дБ на відстані 180 мм від розкриву ширина діаграми спрямованості для обраного нами діаметра опромінювача, рівного 25 мм, становить 58 мм в площині (H -площина) і 61 мм в площині (E -площина), тобто, вона фактично аксіально-симетрична.

Висновки. Таким чином, проведені дослідження показують, що ефективне внутрішньоутробне лікування ендометриту тварин можливо з випромінювачем електромагнітної енергії, який повинен на частоті 30 ГГц сформувати аксіально-симетричну діаграму спрямованості та забезпечити достатній рівень потужності для знищення патогенної мікрофлори на слизовій поверхні матки застосувавши відкритий кінець круглого гофрованого хвилеводу.

Список використаних джерел

1. Думанский, А. В. Требования к антенной системе для лечения эндометрита животных [Текст] / А.В.Думанский // Проблемы энергообеспечения та енергозбереження в АПК України : тези за матеріалами науково-практичної студентської конференції (Харків, 26 березня 2014 р.) / М-во аграр. політики та продовольства України, Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка. – Х.: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2014. – Вип. 6. – С. 15.
2. Хансен, Р. Сканирующие антенные системы СВЧ [Текст] / Р. Хансен; пер. с англ. под ред. Г.Т. Маркова и А.Ф. Чаплина. – М.: Сов. радио, 1966. – 356 с.
3. Сазонов, Д.М. Антенны и устройства СВЧ [Текст] / Д.М. Сазонов. – М.: Высшая школа, 1988. – 432 с.
4. Воскресенский, Д. И. Устройства СВЧ и антенны. Проектирование фазированных антенных решеток [Текст] / Под ред. Д.И. Воскресенского. – М.: Изд-во Радиотехника, 2003. – 632 с.
5. Потапский, П. В. Теоретическое обоснование создания импульсного генератора для

повышения иммунитета животных [Текст] / П.В.Потапский, И.Д.Гарасимчук, А.В. Козак, Л.Н. Михайлова // MOTROL Motorization and power industry in agriculture. – Lublin, 2015. – Vol. 17, №5. – С. 62–66.

6. Торчук, М. В. Определение параметров импульсного трансформатора для облучения молочной железы животных крупного рогатого скота [Текст] / М.В. Торчук, Л.Н. Михайлова, В.Н. Дубик, С.Б.Слободян // MOTROL Motorization and power industry in agriculture. – 2015. – Vol. 17, №5. 82-87.

7. Думанский, А. В. Аналитический анализ антенной системы для лечения эндометрита животных [Текст] / А. В. Думанский, Л.Н. Михайлова // Вісник національного технічного університету «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях. – 2013. – № 54. – С. 138 – 141.

8. Бронштейн, И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов [Текст] / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – М. : Госуд. изд-во технико-теоретич. лит-ры, 1954. – 608 с.

References

1. Dumanskyi, A. V. (2014, March). *Trebovaniya k atenoj systeme dlia lecheniya endometryta zhivotnykh* [Requirements Athenaem system for the treatment of endometritis animals]. Paper presented at the meeting of KhNTUSH im. P. Vasylenka, Kharkiv. [in Russian].

2. Khansen, R., Markova, H. T. & Chaplyna, A. F. (1966). *Skanyruyushchye antennnye systemy SVCh* [Skanyruyushchye microwave antenna system]. Moskva : Sov. radyo. [in Russian].

3. Sazonov, D. M. (1988). *Antenny y ustroystva SVCh* [Device antenna and microwave]. Moskva : Visshaia shkola [in Russian].

4. Voskresenskiy, D. I. (2003). *Ustroystva SVCh i anteny. Proektirovanie fazirovannykh antennnykh reshetok* [Microwave devices and antennas. Designing phased arrays]. Moskva : Izd-vo Radiotekhnika [in Russian].

5. Potapkiy, P. V., Garasimchuk, I. D., Kozak, A. V., & Mihaylova, L. N. (2015). *Teoreticheskoe obosnovanie sozdaniya impulsnogo generatorya dlya povysheniya immuniteta zhivotnykh* [A theoretical study on the development of the pulse generator to enhance animal immunity]. *MOTROL Motorization and power industry in agriculture*, 5, 62–66.

6. Torchuk, M. V., Mihaylova, L. N., Dubik, V. N., & Slobodyan, S. B. (2015). *Opreделение parametrov impulsnogo transformatorya dlya oblucheniya molochnoy zhelezyi zhivotnykh krupnogo rohatogo skota*. [Defining the parameters of a pulse transformer for breast irradiation animal cattle]. *MOTROL Motorization and power industry in agriculture*, 5, 82-87.

7. Dumanskiy, A. V. & Mihaylova, L. N. (2013). *Analiticheskiy analiz antennoy sistemy dlya lecheniya endometryta zhivotnykh*. [Analytical analysis of the antenna system for the treatment of endometritis animals]. *Visnik natsionalno tehnichnoho universitetu «HPI». Novi rishennya v suchasniy tehnologiyah*, 54, 138–141.

8. Bronshteyn, I. N., & Semendyaev, K. A. (1954). *Spravochnik po matematike dlya inzhenerov i uchashchihsvya vuzov* [Handbook on mathematics for engineers and high schools uchashchyhsya]. Moskva: Gosud. izd-vo tehniko-teoretich. lit-ryi. [in Russian].

Дата надходження статті до редакції: 14.01.2016.

рецензування 10.02.2016, прийняття в друк 29.02.2016 .

Received 14.01.2016. 1st Revision: 10.02.2016 Accepted: 29.02.2016

Oleksandr Dumansky
Ph.D., Assistant Professor

Volodymyr Melnik
Lecturer

Lyudmila Mikhailova
Ph.D., Associate Professor
Vice-Dean Engineering
Faculty

*Department of agricultural machines and mechanized
technologies*

Engineering Faculty

State Agriculture and Engineering University in Podilya

Kamenets-Podilsky, Ukraine

Email: alexsaha80@mail.ru

Email: mihajlovaimesg@gmail.com

DETERMINATION OF TYPE OF RADIATOR FOR ANIMAL TREATMENT SICK WITH ENDOMETRITIS WITH THE

The purpose of research is to substantiate the type of radiation treatment for postnatal endometritis with the help of electromagnetic radiation in bovine animals. To analyze the chart orientation corrugated conical waveguide built angular field distribution in the plane of the vector H and E vector plane for multiple values and range. All calculations were performed on a fixed frequency $f = 30$ GHz ($\lambda_0 = 10$ mm). The results of calculation cuts directional patterns of the open end of the round corrugated waveguide in the planes H and E vector hybrid spherical wave waveguide NE_{11} considered evidence that they narrowed. Studies have shown that the presence of corrugation leads to the fact that the pattern of the irradiator is axially symmetric. In this case, the level of - 3 dB at a distance of 180 mm from the overburden beamwidth for we have chosen diameter radiator, equal to 25 mm and is 58 mm in the plane (H -plane) and 61 mm in the plane (E -plane), i.e. it's actually axially symmetrical. Therefore, studies show that effective intrauterine treatment of endometritis animals possibly with an emitter of electromagnetic energy, which should work at a frequency of 30 GHz to form axially symmetric radiation pattern and provide sufficient power to destroy pathogenic organisms on the mucous surface of the uterus by applying the open end of the round corrugated waveguide.

Keywords: endometritis, treatment, electromagnetic radiation, flute, waveguide, research, animals.

Александр Думанский
к.т.н., ассистент

Владимир Мельник
ассистент

Людмила Михайлова
к.т.н., доцент,
заместитель декана

кафедра сельскохозяйственных машин
и механизированных технологий

Инженерно-технический факультет

Подольский государственный аграрно-технический
университет

Каменец-Подольский, Украина

Email: alexsaha80@mail.ru

Email: mihajlovaimesg@gmail.com

ОБОСНОВАНИЕ ТИПА ИЗЛУЧАТЕЛЯ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЭНДОМЕТРИТА ЖИВОТНЫХ

В статье предлагается обосновать излучения электромагнитной энергии для внутривуточного лечения эндометрита крупного рогатого скота. Исследования опираются на анализе диаграммы направленности гофрированного конического волновода, которая построена угловым распределением поля в плоскости вектора H и в плоскости вектора E для нескольких значений радиуса a . Все расчеты проводились на фиксированной частоте $f = 30$ ГГц ($\lambda^0 = 10$ мм). Анализ гофрированного круглого волновода проводим путем условного разреза его перпендикулярно оси. В плоскости сечения располагаем начало прямоугольной декартовой системы координат, ось которой совпадает с направлением распространения волны. При расчете подобного типа излучающих антенн наибольшее распространение получил апертурный метод анализа. Результаты расчета срезов диаграмм направленности открытого конца круглого гофрированного волновода в плоскостях вектора H и E гибридной сферической волны NE_{11} рассматриваемого волновода свидетельствуют, что они сужаются. Исследования показали, что наличие гофры приводит к тому, что диаграмма направленности такого облучателя становится аксиально-симметричной. При этом по уровню - 3 дБ на расстоянии 180 мм от вскрыши ширина диаграммы направленности для выбранного нами диаметра облучателя, равного 25 мм, составляет 58 мм в плоскости (H -плоскость) и 61 мм в плоскости (E -плоскость), то есть, она фактически аксиально-симметричная.

Ключевые слова: эндометрит, лечение, электромагнитное излучение, гофра, волновод, исследование, животное.