

УДК 631.3:636.22/,28:637.123:621.37

*M. Torchuk, assistant State Agrarian and Engineering University in Podilya*

## THE CHOICE OF THE FUNCTIONAL CIRCUIT OF POWER SOURCE OF PULSE GENERATOR TO INCREASE IMMUNOGLOBULINS IN COLOSTRUM OF COWS

**Annotation.** *The analysis of dynamics livestock of cattle, beef and milk production in Ukraine shows that the food problem today is quite serious. Livestock production is one of the leading areas in solving food security and providing the population of Ukraine in full-fledged food. As a result of various diseases of calves at a young age reduces their productivity and appear additional treatment costs. Fast and effective treatment of newborn calves is the most important economic challenges associated with an increase in the number of cattle.*

*Biophysical analysis of physical and chemical processes in biological objects shows that more attention is drawn by electromagnetic methods to improve immunoglobulins in colostrum of cows. Thus, the elaboration of electronic systems to enhance immunoglobulins in colostrum of cows using of information pulsed electromagnetic radiation is an urgent task.*

*The analysis shows that the parameters of pulse generators produced in Ukraine and Russia do not meet the requirements technology of the process of raising immunoglobulins in colostrum of cows for purposeful correction of immune homeostasis newborn calves. Generators manufactured in other countries have high price and do not always meet the required parameters. Therefore, the creation of pulse generators for raising immunoglobulins in the colostrum of cows requires more research.*

*The purpose of this paper is to grounding and selection of functional circuit of power source for pulse high-frequency generator, which provides increased levels of immunoglobulins in colostrum of cows.*

**Keywords:** *pulse generator, power supplies, function chart, immunoglobulins, colostrum*

*M.В. Торчук, асистент ПДАТУ*

## ВИБІР ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ ДЖЕРЕЛА ЖИВЛЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО ГЕНЕРАТОРА ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ІМУНОГЛОБУЛІНІВ В МОЛОЗИВІ КОРІВ

*Проведений аналіз імпульсних генераторів і теоретично обґрунтовано вибір функціональної схеми джерела живлення, що забезпечує стабільну робо-*

ту під час генерування високочастотних імпульсів, які впливають на елементи імунної системи і підвищують імуноглобуліни в молозиві корів.

**Ключові слова:** імпульсні генератори, джерела живлення, функціональна схема, імуноглобулін, молозиво.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Аналіз динаміки поголів'я великої рогатої худоби, виробництва молока і яловичини в Україні показує, що продовольча проблема сьогодні стоїть доволі гостро. Виробництво продукції тваринництва є однією з провідних сфер у вирішенні продовольчої безпеки та забезпечення населення України повноцінними харчами. Проте економічний збиток, що наноситься виробникам молочної і м'ясної продукції хворобами телят, на сьогоднішній день досить значний. У результаті різноманітних захворювань телят в молодому віці знижується їхня продуктивність, pojawiaються додаткові витрати на лікування, прирізку та падіж хворих, у результаті чого гине 65-80% телят, що захворіли на інфекційні хвороби. Швидке і ефективне лікування новонароджених телят є найважливішим економічним завданням, пов'язаним із збільшенням поголів'я ВРХ.

Біофізичний аналіз фізико-хімічних процесів в біологічних об'єктах показує, що в медицині та ветеринарії все більшу увагу привертають електромагнітні методи підвищення імуноглобулінів в молоці матерів і молозиві корів. Таким чином, розробка електронних систем для підвищення імуноглобулінів у молозиві корів з використанням інформаційного імпульсного електромагнітного випромінювання є актуальним завданням у технологічному процесі відтворення тварин ВРХ [1, 2].

**Ціль та завдання досліджень.** Метою даної роботи є обґрунтування і вибір функціональної схеми джерела живлення для імпульсного високочастотного генератора, що забезпечує підвищення рівня імуноглобулінів в молозиві корів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Аналіз технічних і енергетичних особливостей імпульсних генераторів електромагнітної енергії, що випускаються в Україні і близькому зарубіжжі, показує дві основні причини, згідно яких дані генератори складно викорис-

товувати в технологічному процесі збільшення імуноглобулінів в молозиві корів.

1. Невідповідність біотропних параметрів імпульсного електромагнітного поля (амплітуда імпульсів, період слідування імпульсів, експозиція), які збільшують кількість імуноглобулінів в молозиві корів.

2. Ціна більшості промислових зразків, які деякою мірою підходять за відповідними параметрами, становить більше 25 000 гривень.

Проведений аналіз показує, що генератори, які випускаються в Україні, не відповідають основним параметрам імпульсів:  $U_m = 1$  кВ; період імпульсу –  $10^{-7}$  с.; періодичність імпульсів  $Q = 110$ ; експозиція – 20-30 с.

До найдешевших генераторів, що випускаються в Росії, відносяться імпульсні генератори Г5-56 і Г5-58 [3, 4]. Генератор імпульсів Г5-56 є вимірвальним приладом і являє собою джерело імпульсних сигналів з широким діапазоном зміни періоду повторення, тривалості імпульсів і часового зсуву.

До складу генератора входять: генератор часових параметрів; генератор параметрів основних імпульсів; генератор вхідної послідовності імпульсів; генератор тактових імпульсів; генератор імпульсів затримки; дільник тактових імпульсів; дільник в схемі формування тривалості основних імпульсів.

Прилад забезпечує наступні параметри: тривалість основних імпульсів змінюється від 10 нс. до 1 с.; похибка установки тривалості основних імпульсів:  $\pm (0,1 + 3 \text{ нс.})$ ; максимальна амплітуда основного імпульсу на навантаженні – 50 Ом; при періодичності більше 2 В – не менше 10 В; похибка установки амплітуди імпульсу становить  $\pm 10\%$ ; період повторення основних імпульсів змінюється в межах  $1-1 \times 10^6$  мкс.; похибка установки періоду повторення імпульсів не перевищує 10%; тривалість фронту і зрізу основних імпульсів не перевищує 10 нс. Зрізи на вершині основних імпульсів не перевищують 5% для амплітуд 1-10 В. Маса – 20 кг, габаритні розміри  $488 \times 170 \times 480$  мм, ціна – 14 000 грн.

Генератор імпульсних сигналів Г5-88 призначений для генерації імпульсних сигналів з метрологічними нормованими харак-

теристиками; для застосування у вимірювальній та обчислювальній техніці, техніці зв'язку, промисловій автоматичній та телемеханіці; при дослідженні параметрів матеріалів і елементів, що вимагають підвищеної амплітуди імпульсів. Прилад забезпечує подібні параметри, що і попередній; вартість генератора – 15 000 грн.

Генератори для біофізичних досліджень [3, 5] забезпечують тривалість імпульсів від 5 до 99 мкс., період повторення імпульсів – від 0,3 до 99 мс., амплітуду імпульсів – від 100 В до 300 В і коштують більше 200 тис. руб. (79 000 грн.).

Компанія NPI ELECTCRONIC Німеччини випускає імпульсні генератори з параметрами [6]: амплітуда імпульсів – 10-300 В; тривалість імпульсів – 999 мкс.; кількість імпульсів у пачці – 1-99 шт. Вартість генератора – 20 000 дол. США.

У США налагоджений випуск імпульсних генераторів з широкими характеристиками параметрів: тривалість імпульсів в діапазоні – 0,01 мкс-1 с.; амплітуда імпульсів – 0-2000 В. Вартість генераторів з відповідними характеристиками розпочинається від 40 000 грн., один з найдешевших таких генераторів – Arbitrary Waveform Generators 4060 Series. А генератори, які б відповідали усім біотропним параметрам, коштують більше 30 000\$.

В Японії випускаються імпульсні генератори з параметрами [7]: амплітуда імпульсів – від 40 В до 700 В; тривалість імпульсів – від 10 до 500 мкс. і вартість більше 7000 дол. США.

Проведений аналіз показує, що параметри імпульсних генераторів, що випускаються в Україні та Росії, не відповідають вимогам технологічного процесу підвищення імуноглобулінів у молозиві корів для цілеспрямованої корекції імунного гомеостазу новонароджених телят. Генератори, що випускаються в інших країнах, мають досить високу ціну і не завжди відповідають необхідним параметрам. Тому створення імпульсних генераторів для підвищення імуноглобулінів у молозиві корів вимагає проведення додаткових досліджень.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Підвищення імуноглобулінів у молозиві корів можливо через опромінення їх молочної залози імпульсним електромагнітним полем [1, 2]. Для визначення параметрів імпульсного електромагнітного поля, що

викликають стимуляцію імуноглобулінів у молозиві корів, слід використовувати розроблену електродинамічну модель та отримані математичні вирази при її аналізі [8]. У процесі теоретичного аналізу було встановлено, що для підвищення імуноглобулінів у молозиві корів їх молочну залозу слід опромінювати імпульсним електромагнітним полем (ЕП) з параметрами: амплітуда імпульсів  $U = 1$  кВ; тривалість імпульсу –  $10^{-7}$  с.; відношення середнього значення напруженості електричного поля до мінімального  $|E_p / E_0| \approx 0,035$ ; час експозиції – 20 с.

В імпульсному генераторі основна вимога ставиться до трансформатора і полягає в неспотвореній передачі форми трансформованих імпульсів напруги.

Нехай є генератор прямокутних імпульсів (рис. 1), який виробляє імпульс амплітудою  $U_T = E$  і тривалістю  $\tau$ . Вихідний опір генератора рівний  $R_i$ .

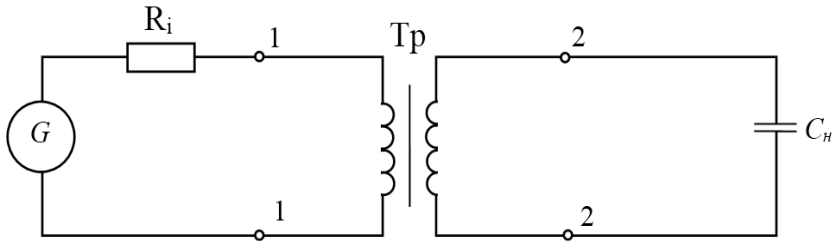


Рис. 1. Електрична схема генератора прямокутних імпульсів

Вихідні клеми генератора під'єднані до вхідних затискачів первинної обмотки 1-1 імпульсного трансформатора.

Вторинна обмотка трансформатора навантажена на ємність  $C_n$ . Потрібно визначити форму вихідного імпульсу на вихідних клеммах трансформатора 2-2 і оцінити спотворення форми імпульсу, що виникають при передачі.

Для визначення площі пластин плоскопаралельної системи використаємо вираз:  $S = \frac{C_n d}{\epsilon' \epsilon_0}$ , де  $S$  – площа пластин;  $d$  – відстань між пластинами;  $\epsilon'$  – діелектрична проникність вимені корови;

$\epsilon_0$  – електрична стала. Для параметрів  $C = 11,6 \cdot 10^{-8} \text{ ф}$ ;  $\epsilon' = 55$ ;  $d = 0,4$  м площа пластини складає  $0,0225 \text{ м}^2$ .

Розрахунки часу спаду вершини імпульсу здійснимо за рівнянням  $\tau_\phi = 2\sqrt{k_D L_s C}$ , а спад напруги вершини імпульсу за формулою:

$$\Delta = E \left[ 1 - \frac{1}{L_s C} \left( \frac{1}{3p_1^2 + 2rp_1 + s} e^{p_1\tau} + \frac{1}{3p_2^2 + 2rp_2 + s} e^{p_2\tau} + \frac{1}{3p_3^2 + 2rp_3 + s} e^{p_3\tau} \right) \right]$$

показали, що тривалість переднього фронту склала  $11,2$  нс, а спад вершини ( $\Delta$ ) не перевищує  $0,006 U$  [8].

Виходячи з об'ємно-вагових параметрів джерела живлення, вибираємо схему живлення генератора імпульсів від ємнісного накопичувача (рис. 1). Основна перевага цього способу – найбільший ККД зарядного контуру.

Відповідна функціональна схема пристрою для заряду накопичувальної ємності являє собою стабілізатор струму на польовому транзисторі (рис. 2).



Рис. 2. Функціональна схема джерела живлення імпульсного генератора

Необхідну величину накопичувального конденсатора  $C_{\text{нак}}$  визначимо з виразу:

$$P_{вих} = \frac{C_{нак} U^2}{2} f_p, \quad (1)$$

де  $P_{вих}$  – вихідна потужність джерела живлення;

$C_{нак}$  – зарядна ємність, Ф;

$U$  – напруга на конденсаторі, В;

$f_p$  – частота слідування розрядів, Гц.

Величину ємності  $C_{нак}$  при її частковому розряді визначимо з рівняння (1) з врахуванням того, що:  $U^2 = (U_k - U_n)^2$

$$C_{нак} = \frac{2P_{вих}}{(U_k - U_n)^2 f_p}. \quad (2)$$

Необхідний час для підзарядки ємності від  $U_n$  до  $U_k$  визначимо через роботу джерела живлення  $A_{дж}$ :

$$A_{дж} = \int_0^{T-\tau_p} U_{вих} i_3 dt = \int_0^{T-\tau_p} U_{вих} C \frac{dU_c}{dt} = \int_{U_n}^{U_k} U_{вих} C, \quad (3)$$

де  $U_{вих} = U_k$ ;

$U_n$  – напруга на конденсаторі в початковий момент зарядки;

$U_k$  – напруга на конденсаторі в кінцевий момент зарядки;

$i_3 dt = C \frac{dU_c}{dt}$  – миттєве значення зарядного струму;

$T$  – період слідування імпульсів,  $10^{-5}$  с.;

$\tau_p = \tau$  – час розрядки конденсатора,  $10^{-6}$  с.

Розділивши праву з ліву частини рівняння (3) на  $T$ , отримаємо вираз для потужності:

$$P_{вих} = \frac{U_{вих} C (U_k - U_n)}{T}. \quad (4)$$

Так як час, необхідний для підзарядки ємності, нам відомий, то з (4) знайдемо величину накопичувальної ємності:

$$C_{нак} = \frac{P_{вих} \tau}{U_{вих} (U_k - U_n)}.$$

Величину струму стабілізатора визначимо з рівняння:

$$I_3 = \frac{C_{\text{нак}}(U_{\kappa} - U_{\text{н}})}{T},$$

де  $I_3$  – струм зарядки конденсатора.

Для визначення вихідного опору стабілізатора струму скористаємось рівнянням:

$$R_{\text{вих}} = \frac{(U_{\kappa} - U_{\text{н}})}{I_3}.$$

Численний аналіз визначення параметрів пристрою показав, що вони рівні:  $R_{\text{от}} = R_{\text{вих}} = 100 \text{ Ом}$ ;  $C_{\text{нак}} = 0,2 \text{ мкФ}$ ;  $I_3 = 0,03 \text{ А}$ .

Розрахунки проведені для параметрів:  $P_{\text{вих}} = 20 \text{ Вт}$ ;  $T = 10^{-5} \text{ с}$ .;  $U_{\text{вих}} = U_{\kappa} = 300 \text{ В}$ ;  $(U_{\kappa} - U_{\text{н}}) = 3 \text{ В}$ .

**Висновки.** Для підвищення імуноглобулінів у молозиві корів необхідно використовувати імпульсні генератори, що мають стабільний вихідний сигнал. Для чіткої форми передачі імпульсу джерело живлення генератора повинно забезпечувати рівень стабілізації амплітуди вихідного імпульсу не нижче 99%, що зв'язано з необхідністю застосування принципу порівняння вихідного сигналу з попереднім. Для забезпечення такої стабільності необхідно застосовувати кварцову систему стабілізації частот і розроблену методику конструювання параметрів джерела живлення імпульсного трансформатора.

### Список використаних джерел

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

2. Торчук М.В. Значение качества молозива коров для сохранения поголовья новорождённых телят / М.В. Торчук, Л.Н. Михайлова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – Вип. 142. – С. 124-126.



3. ИБП РАН / Приборы для исследования клетки. – Режим доступа: <http://www.URL: http://www.ibp-ran.ru/main.php/> – 06.02. 2014 г. – Загл. с экрана.

4. Хохлов А.М. Устройство для электропорации клеток / А.М. Хохлов, В.В. Шугайло, В.В. Кононенко, С.А. Костенко // Научное приборостроение. – 2007. – Т. 17. – № 4. – С. 79-81.

5. Хохлов А.М. Устройство для электростимулируемого слияния клеток / А.М. Хохлов, В.В. Шугайло, В.В. Кононенко // Научное приборостроение. – 2007. – Т. 17. – № 2. – С. 62-66.

6. NPI ELECTCRONIC – Режим доступа: <http://www.pnielectronic.de/products.html/> – 12.03. 2015 г. – Головный экран.

7. SHIMADZU Products. – Режим доступа: <http://www.shimadzu.com/> – 10.03. 2015 г. – Головный экран.

8. Торчук М.В. Обоснование требований к построению импульсного генератора для коррекции иммунного дефицита новорожденных животных / М.В. Торчук // Энергосбережение, энергетика, энергоаудит. Общегосударственный научно-производственный журнал. – 2014. – № 12 (82). – С. 55-61.

***Аннотация.** Проведен анализ импульсных генераторов и теоретически обоснован выбор функциональной схемы источника питания, обеспечивающей стабильную работу при генерации высокочастотных импульсов, которые влияют на элементы иммунной системы и повышают иммуноглобулины в молозиве коров.*

***Ключевые слова:** импульсные генераторы, источники питания, функциональная схема, иммуноглобулин, молозиво.*