

ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА КОРИСНОЇ ДІЇ ГЕНЕРАТОРА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ІМПУЛЬСІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ОГОРОЖІ

Є.О.Ренсевич

Інститут механізації тваринництва УААН

Наведено результати аналізу та експериментальних досліджень коефіцієнта корисної дії генератора імпульсів. Визначено складові коефіцієнта та їх вплив, що дає змогу провести оптимізацію параметрів та схеми генератора.

генератор, напруга, розряд, імпульс

Розробка та впровадження інтенсивних пасовищних технологій забезпечує маловитратність і конкурентоспроможність вівчарства в умовах господарювання реформованих с.-г. підприємств. Застосування електроогорожі з генератором високовольтних імпульсів дає змогу збільшити продуктивність культурного пасовища в 2-3 рази та тварин за рахунок ефективного використання травостою і зменшити витрати на їх утримання.

Останні дослідження генератора [1-2] визначають переваги трансформаторного контуру через вищу напругу та енергію імпульсу. Тому було визначено необхідність проведення аналізу і дослідження загальних енергетичних параметрів та впливу їх складових.

Основними параметрами генератора імпульсів є напруга на лінії огорожі, що повинна забезпечити пробій вовняного покриву, енергія удару і споживана потужність, що визначає масу джерела енергії - акумулятора. Їх покращення через удосконалення схеми та оптимізацію дає змогу створити сучасне обладнання для пасовищного утримання овець, яке здатне ефективно працювати в автономних умовах.

Аналіз схеми генератора (рис.1), що включає джерело живлення 1 напругою E , перетворювач напруги 2 (E/U), трансформаторний розрядний контур з нагромаджувача C_1 , опору ключа і обмоток R_1 , індуктивності розсіювання L_s , навантажений приведеною ємністю лінії електроогорожі. Таким чином інші складові впливають лише на величину η_0 .

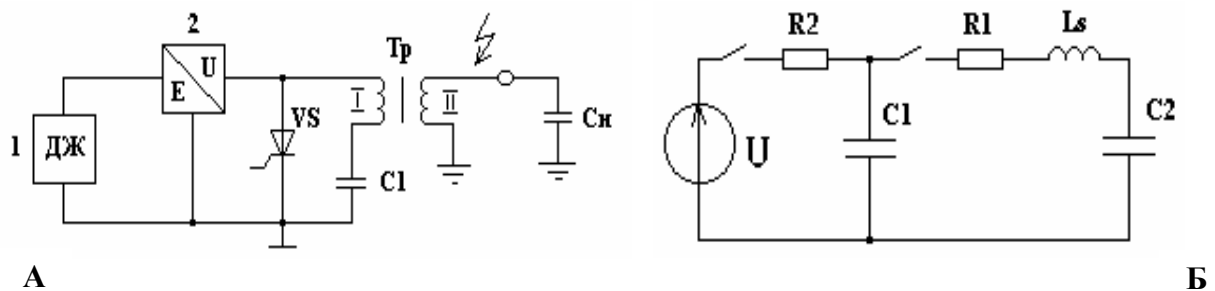


Рис.1.Схема генератора імпульсів (А) та еквівалентна схема зарядного і розрядного контуру генератора (Б)

За рахунок підвищення напруги на ємності лінії C_H в $A=(1+e^{-\pi\delta/\omega})\approx 1,6$ разів в трансформаторному розрядному контурі (завдяки наявності L_S), енергія імпульсу W_{CH} та ККД η_0 зростають в $B=A^2\approx 2,5-2,8$ разів порівняно з конденсаторним контуром рис.4. (20 нФ/км), дає змогу визначити складові коефіцієнти, що пов'язують споживану від акумулятора потужність P з напругою імпульсу U_{CH} на лінії, з енергією імпульсу.

$$P = \frac{W_{CH}f}{K_W K_3} = \frac{C_H U_{CH}^2}{2} \frac{f}{BK_{WK}\eta_T K_R \eta_{II}} \quad (1)$$

де f - частота імпульсів (розрядів);

$K_W=W_{CH}/W_{C1}=\eta_T BK_{WK}$ - коефіцієнт передачі енергії нагромаджувача в ємність навантаження в трансформаторному контурі;

$K_{WK}=C_1 C_2 / (C_1 + C_2)^2$ - коефіцієнт передачі енергії в конденсаторному контурі;

$B=(1+e^{-\pi\delta/\omega})^2$ - теоретичне підвищення коефіцієнта K_W трансформаторного контуру порівняно з конденсаторним; $B_e = B \eta_T$ - експериментальне;

η_T - коефіцієнт корисної дії (ККД) імпульсного трансформатора;

$K_3=W_{C1}f/P$ - коефіцієнт ефективності зарядного контуру нагромаджувача C_1 ;

$K_R=K_3/\eta_{II}$ - коефіцієнт рекуперації енергії з C_H в C_1 ;

$\eta_{II}=W_{C1XX}f/P_{XX}$ - ККД перетворювача напруги ($C_H=0$).

Загальний ККД генератора η_0 визначається по формулі:

$$\eta_0 = BK_{WK}\eta_T K_R \eta_{II} = W_{CH}f/P \quad (2)$$

що дає змогу визначати головний показник економічності генератора, через який спрощується порівняння якостей різних схем (рис. 2).

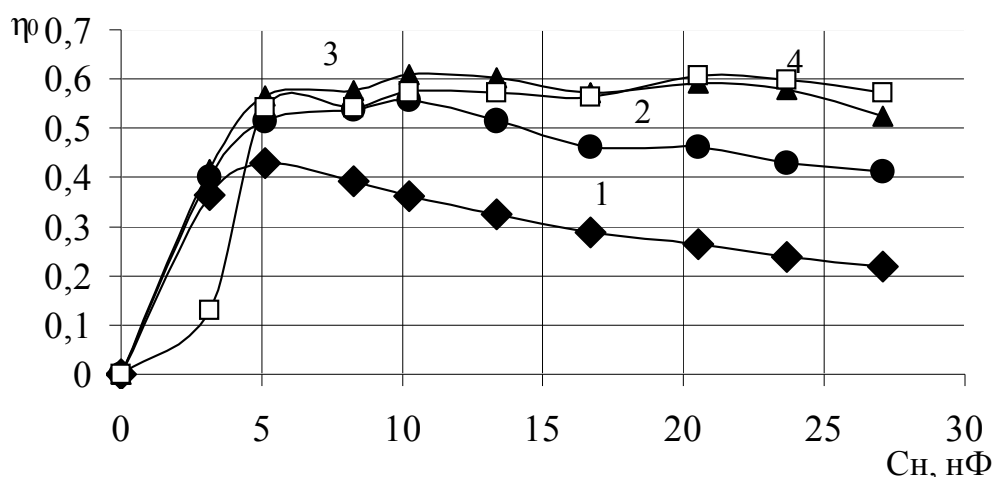


Рис .2. Експериментальна залежність ККД η_0 генератора ГІ-1 (ІМТ) від ємнісного навантаження

Ємність нагромаджувача C_1 : 1, 2, 3, 4 – 2, 4, 6, 8 мкФ на всіх рисунках.

Аналіз отриманого виразу показує, що форма і максимум кривих η_0 визначається коефіцієнтом K_W при виконанні умови $C_1=C_H k^2$ [2]. Експериментальні дослідження рис. 3 підтверджують теоретичні висновки, та

показують, що при збільшенні C_1 переміщується максимум та розширюється діапазон високих значень K_W .

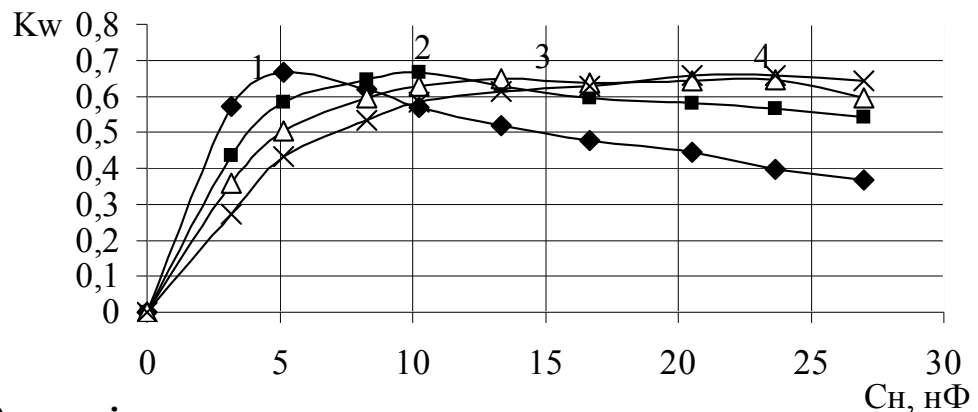


Рис. 3. Залежність експериментального коефіцієнта K_W від ємнісного навантаження

Таким чином інші складові впливають лише на величину η_0 . За рахунок підвищення напруги на ємності лінії C_H в $A=(1+e^{-\pi\delta/\omega})\approx 1,6$ разу у трансформаторному розрядному контурі (завдяки наявності L_S), енергія імпульсу W_{CH} та ККД η_0 зростають у $B=A^2\approx 2,5-2,8$ разу порівняно з конденсаторним контуром рис.4.

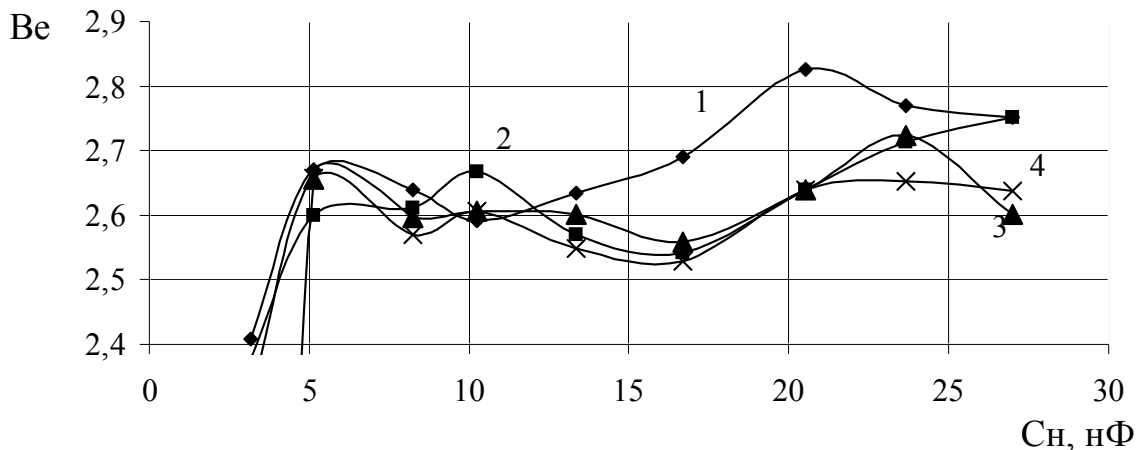


Рис. 4. Залежність експериментального коефіцієнта B_e від ємнісного навантаження

Визначені значення ККД трансформатора $\eta_T=0,84-0,98$ вказують на низькі витрати в імпульсному трансформаторі. Залежність від C_H , (рис. 5) визначає, що відносні витрати в трансформаторі зростають при зменшенні ємності через зростання впливу ланцюга намагнічування.

Вплив коефіцієнта рекуперації K_R рис. 6 виражений у поверненні значної частини енергії імпульсу з C_H в C_1 за рахунок коливального характеру процесу розряду і низького затухання в контурі. Ефект рекуперації підвищує ККД η_0 в 1,8 разу. Однак при значному спаді $C_H \leq 5$ нФ рекуперація зникає ($K_R=1$), через інерційність тиристорного ключа, який не встигає вимкнутись при короткій тривалості зворотної напівхвилі струму розряду. Цей ефект проявляється при достатньо великому значенні $C_1 \geq 6$ мкФ. Для подолання

необхідно використовувати швидкодійні імпульсні тиристори або збільшувати індуктивність L_S трансформатора. У конденсаторному контурі рекуперація енергії через аперіодичність розряду взагалі відсутня.

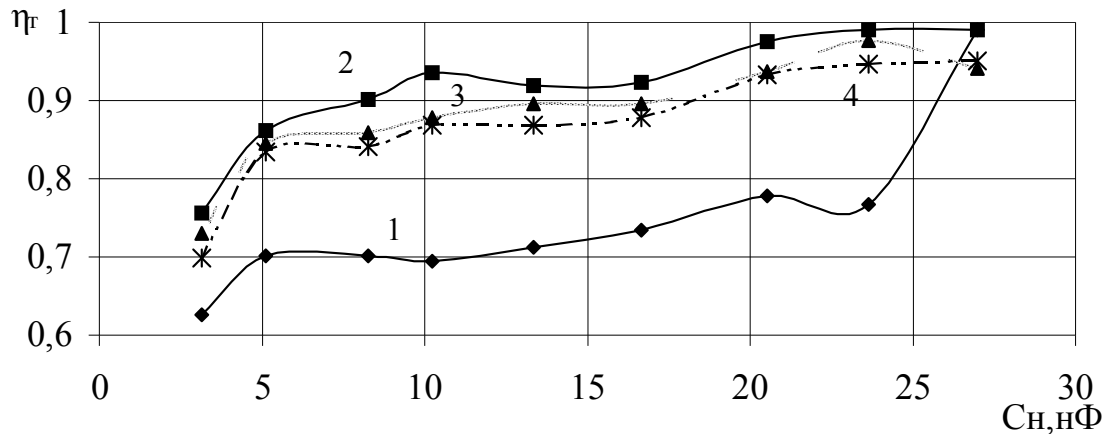


Рис. 5. Залежність експериментального коефіцієнта η_T від ємнісного навантаження

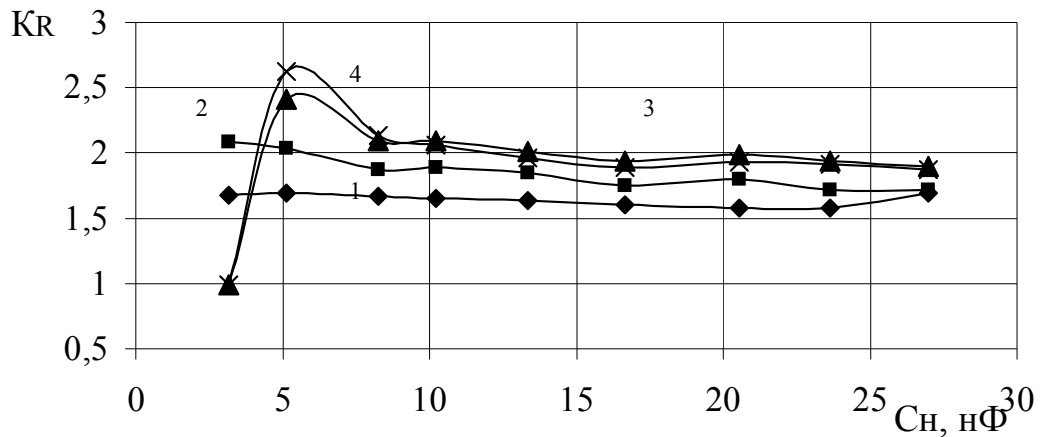


Рис. 6. Залежність коефіцієнта рекуперації K_R від ємності C_H

Залежності ККД перетворювача η_{II} від C_1 рис.7 показують на сильний зв'язок цього параметру перетворювача з ємністю, оскільки розрахунок проводиться на номінальне навантаження.

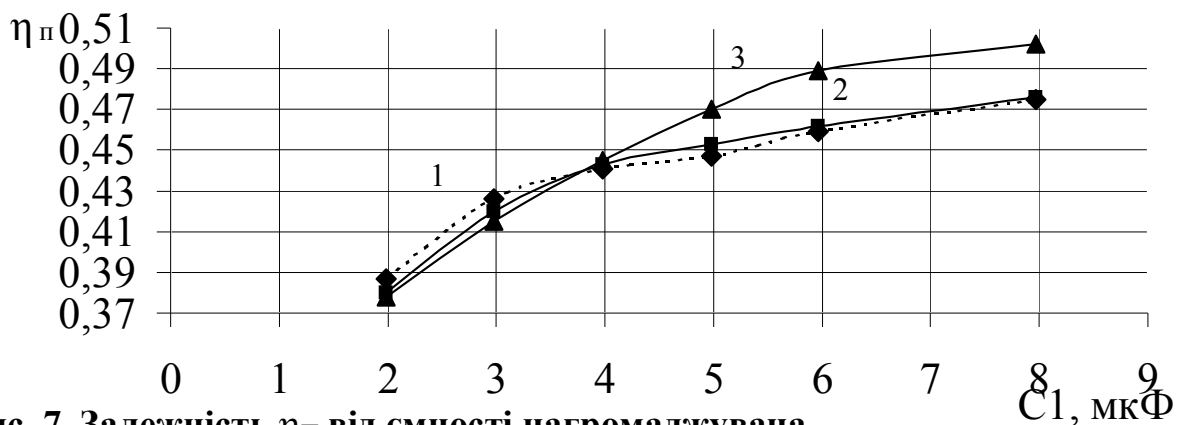


Рис. 7. Залежність η_{II} від ємності нагромаджувача C_1 при різних напругі живлення
1 – 10 В; 2 – 12 В; 3 – 15 В.

Тому при малому C_1 збільшені витрати схеми керування зменшують η_{Π} . При зменшенні напруги живлення пропорційно зменшуються струми базових ланцюгів транзисторів та відносні витрати при меншому навантаженні – саме тому з'являється точка пересічення кривих.

Експериментально визначено, що генератор ГІ-1 (ІМТ) виробляє імпульс напругою 7,2 кВ при споживанні потужності 0,878 Вт, що краще параметрів аналогічного генератора ГІП-2 (Росія) : 5,4 кВ і 1 Вт [3] на 33% по напрузі та 12% по потужності. При зменшенні опору ізоляції лінії з 10 до 1 МОм напруга на ємності лінії зменшується в середньому лише на 2,6%, а потужність зростає на 1-2% - що вказує на достатню жорсткість навантажувальних характеристик і можливість застосування в експлуатаційних умовах.

Висновки. Визначено основні формули загальних енергетичних параметрів моделі генератора імпульсів, та експериментально доказано, що трансформаторний розрядний контур генератора забезпечує значне підвищення коефіцієнта корисної дії η_0 порівняно з конденсаторним [4].

Бібліографічний список

1 Ренсевич Е.А. Оптимизация генератора импульсов электроизгороди для овец: Зб. праць. Таврійської державної агротехнічної академії.-Мелітополь. - Вип. 1, Т.15. - 2000. - С. 65-73.

2 Ренсевич Е.А. Энергетические характеристики генератора импульсов электроизгороди : Зб. праць Таврійської державної агротехнічної академії. – Вип.7.-Мелітополь:ТДАТА,2002.-С.86-89.

3 Сельскохозяйственная техника. Машины и оборудование для перерабатывающих отраслей. Каталог-М.: Информагротех, 1999.-228с.

4 Тверитин А.В. Исследование электрической изгороди и разработка научно-теоретических основ ее проектирования и расчета: Автореф. дис... канд.техн.наук: 05.20.02/ВИЭСХ-М., 1979.-18с.

Приведены результаты анализа и экспериментальных исследований коэффициента полезного действия генератора импульсов. Определены составные коэффициента и их влияние, что позволяет провести оптимизацию параметров и схемы генератора.

Results of analysis and experimental research of efficiency for generator of impulse are given. The structure of efficiency and its influence that give the possibility to optimize the parameters and schemes of generator of impulse are defined.