

УДК.621.316.718.5

*O. Kozak, candidate of technical Sciences,*

*P. Gerasimov, Senior Lecturer State Agrarian and Engineering University in Podilya*

### THE CALCULATION PARAMETERS OF ELEKTROMACHINE GENERATOR PULS SE VOLTAGE

**Annotation.** *On the basis of theoretical research work elektromachine pulse generator voltage, which lasted for a long time, it was done the calculation method of the basic parameters source. The methodology basis – the analysis use in the curves form of basic geometric parameters of the generator electric parameters.*

*The study processes of EMF pulses for forward and reverse polarity, with different nature, suggesting that the nature of change in magnetic flux in the progress of switching close to the line, derived analytical expressions for the instantaneous, average and maximum values of the pulses.*

By means of the analytical studies it was derived a formula to determine the speed switch and the value of fits in it in a relative angular displacement curve of the primary magnetic flux provide the maximum value of the amplitude of the output pulse EMF generalized secondary windings of the generator.

It was observed the possibility of a new commutatorless power source to generate at certain angular velocity of the magnetic with not only single, but also group of different polarity EMF pulses of varying amplitude and frequency.

This, in turn, can be used as a power source, as in the methods of process in power, and in special types of weld in metals. The formula for calculating the series.

In developed sources of primary and secondary windings, transformer windings being kind can be used for medium and sufficiently large voltages and currents will create a powerful source of impulses that can find effective use in hard work, and partly to strengthen these secondary regimes in large parts machines, too rough doping, etc.

**Keywords:** inductance, power source, interinductance, polarity, anchor's reaction, switching, characteristic's stiffness.

**О.В. Козак**, кандидат технічних наук,

**П.В. Герасимов**, старший викладач ПДАТУ

## ПАРАМЕТРИ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ГЕНЕРАТОРА ІМПУЛЬСНОЇ НАПРУГИ

На основі теоретичних досліджень роботи електромашиного генератора імпульсної напруги, що продовжувалася тривалий час, була розроблена методика розрахунку основних параметрів джерела. В основі методики -- використання підсумків аналізу у вигляді кривих залежностей основних геометричних параметрів від електричних параметрів генератора.

**Ключові слова:** індуктивність, взаємодуктивність, реакція якоря, комутація, жорсткість характеристики.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Існує велика кількість джерел для обробки металів. Однак процес зварювання тугоплавких металів до цих пір технологічно складний. Обслуговування електрообладнання для такого виду обробки металів потребує висококваліфікованих працівників. Запропонований генератор призначений для обробки всіх видів металів, простий по конструкції, не потребує висококваліфікованих зварювальників і може експлуатуватись в польових умовах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Розробкою джерел електричної енергії, призначених для обробки металів в польових умовах, займаються лабораторії багатьох держав (США, Німеччина, Англія, Росія та інші). Особлива увага надається генераторам, які володіють універсальними зовнішніми характеристиками, тобто здатними обробляти як м'які, так і тугоплавкі метали. При цьому конструкція генератора повинна бути вкрай проста. Значний вклад в розробку джерел для обробки металів внесли вчені М.І. Крайцберг, С.Я. Коган, М.Г. Шехтман, Патон Б.Е. та інші. Генератор, що пропонується, є унікальним, захищеним авторським свідоцтвом.

**Мета статті:** проаналізувати результати досліджень і надати практичні рекомендації до розрахунку основних параметрів електромашиного генератора імпульсної напруги (ЕГІН).

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Вихідними даними для розрахунку електромашиного генератора імпульсної напруги [1] є максимальне значення складових е.р.с. холостого ходу прямої хвилі  $E_{т.пр}$  та зворотної  $E_{т.зв}$ , максимальне (дійсне або середнє за час імпульсу) значення струму прямої полярності  $I_{м.пр}$  та величина напруги мережі  $U_m = \sqrt{2}U$ .

На основі вихідних даних розраховується коефіцієнт скважності [2].

$$K = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{E_{м.пр}}{\alpha E_0} = \frac{E_{м.пр}}{E_{м.зв}}, \quad (1)$$

$$\text{де } \alpha = \frac{R_{ма} - R_{мо}}{R_{ма} + R_{мо}} = \frac{9}{11} = 0,818; \quad (2)$$

$E_0$  – амплітудне значення трансформаторної е.р.с. у вторинних обмотках;

$R_{ма}, R_{мо}$  – відповідно максимальне та мінімальне значення магнітного опору зубцевої зони.

Тоді

$$K = 1,199 \frac{E_{м.пр}}{E_0}. \quad (3)$$

З іншого боку коефіцієнт скважності визначає геометричні розміри магнітного кола генератора.

$$\tau_1 = \frac{\tau_0}{K}, \quad (4)$$

де  $\tau_0, \tau_1$  – відповідно кутова довжина між виступами та кутова довжина самих виступів.

По кривих (рис. 1) вибираємо для заданого значення  $K$  відповідне співвідношення струмів  $\frac{I_{m,np}}{\alpha I_0}$ , величина якого розташована на „згині“ даної кривої.

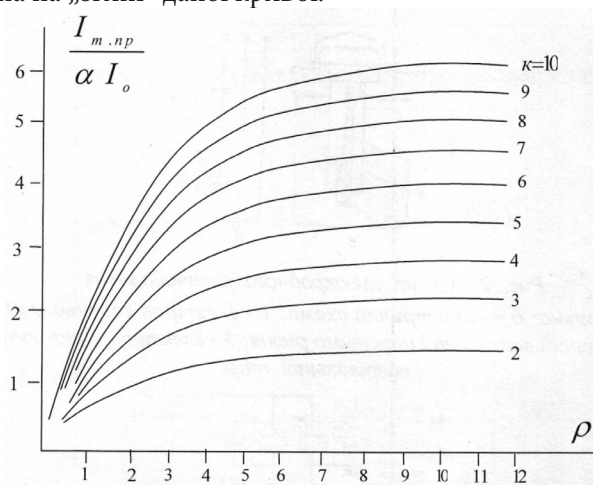


Рис. 1. Залежності відносних значень амплітуд комутаційної складової струму у вторинній обмотці від  $\rho$  та  $k$ .

Тут

$$I_0 = \frac{E_0}{r_2 + R_H}, \quad (5)$$

де  $E_0$  – амплітуда розрахункового струму, величина якого обмежена тільки активним опором навантажувального кола;

$r_2, R_H$  – активні опори, відповідно вторинної обмотки та навантажувального кола.

Вибір цього співвідношення за „згином“ при незначному збільшенні  $\frac{I_{m,np}}{\alpha I_0}$  приводить до значного зростання параметра  $\rho$ , що в кінцевому розрахунку пов'язано зі збільшенням величини повітряного зазору  $\delta$  [3].

По цих же кривих вибираємо величину  $\rho$ .

$$\rho = \frac{r_2 + R_H}{\frac{\omega \cdot W_2^2}{R_{m1} + R_{m2}} + X_{2S}} = \frac{r_2 + R_H}{X_{p,y} + X_{2S}}, \quad (6)$$

де  $W_2$  – кількість витків вторинної обмотки генератора;

$R_{r1}, R_{r2}$  – магнітний опір відповідно двох послідовно з'єднаних опорів зубцевої зони генератора визначаємо за методикою [3], [5];

$X_{2S}$  – індуктивний опір розсіяння вторинних обмоток генератора;

$X_{p,y} = \frac{\omega W_2^2}{R_{m1} + R_{m2}}$  – індуктивний опір, що визначається реакцією якоря.

Для обліку впливу опору розсіяння  $X_{1S}$  первинної обмотки на амплітуду струму  $I_{t,np}$  задаємося попередньо завищеним його значенням  $I'_{m,np} = (1,1-1,15)I_{m,np}$ .

Із рівняння (5) визначаємо величину  $r_2 + R_H$ .

Величина опору навантаження  $R_H$  звичайно надана в [7], [8]. Тоді з (6) визначаємо індуктивний опір реакції якоря:

$$X_{p,y} = \frac{r_2 + R_H}{\rho} - X_{2S}. \quad (7)$$

Визначаємо суму магнітних опорів:

$$R_{m0} + R_{ma} = \frac{\omega W_2^2}{X_{p,y}}. \quad (8)$$

Кількість витків первинної та вторинної обмотки визначається з рівняння

$$\frac{U_m}{\alpha F_0} = \frac{W_1}{W_2}. \quad (9)$$

Користуючись відношенням  $\frac{R_{ma}}{R_{m0}} \geq 10$ , можливо задатися величинами  $R_{ma}$  та  $R_{m0}$ .

Довжина магнітопроводу  $l$ , приймаючи висоту зубця статора  $h_{3.c.} \geq 10\delta$ , дорівнює [4].

$$l = \frac{\beta}{\mu_0 R_{mo} \left[ 2 \ln \frac{\beta \tau_1 (K-1) + 2\delta}{2\delta} + \beta \frac{\tau}{\delta \left( 1 + \frac{\mu_0}{\mu} h_{3.c.} \right)} \right]}, \quad (10)$$

де  $\beta = 1,1$  [2].

З іншого боку, враховуючи, що через зубець статора, крім первинного потоку  $\Phi_2$  в режимі роботи ЕГН під навантаженням проходить потік  $\Phi_2$ , площа зубця статора  $S$  вибирається з умови:

$$S = \tau_1 \cdot l = \frac{1,75 - 2}{B_m} \Phi_m, \quad (11)$$

де  $B_m = (1,2-1,8)T_n$  – максимальна величина магнітної індукції [6].

Розв'язавши системи рівнянь (10) та (11), одно з яких є трансцендентним, виконується графічно і підсумком цього рішення є визначення довжини пакета магнітопроводу статора  $l$  та ширини зубця статора  $\tau_1$ . Потім визначається величина полюсного ділення  $\tau_0 = K \cdot \tau_1$ .

Діаметр ротора визначається з формули:

$$d_p = \frac{4p}{\pi} \cdot \tau_0. \quad (12)$$

Внутрішній діаметр статора генератора:

$$d_{cm} = d_p + 2\delta. \quad (13)$$

Висота зубця ротора  $h_{3.p.}$  визначається з виразу:

$$h_{3.p.} = \frac{\beta \tau_1}{\frac{\beta}{\mu_0 \cdot l \cdot R_{ma}} - 4 \sum_{i=1}^{\frac{\eta}{2}} \frac{L_i \cdot M_i}{L_i + M_i}} - \left( \delta + \frac{\mu_0}{\mu} h_{3.c.} \right), \quad (14)$$

де  $L_i, M_i$  – коефіцієнти, що визначаються відповідно виразами:

$$L_i = \ln \frac{\beta(\tau_0 - \tau_1) \cdot i + \delta \cdot \eta}{\beta(\tau_0 - \tau_1) \cdot (n-1) + \delta \cdot \eta}, \quad (15)$$

$$M_i = \ln \frac{\beta(\tau_0 - \tau_1) \cdot i + \delta \cdot \eta}{\beta(i-1) \cdot (\tau_0 - \tau_1) + \delta \cdot \eta}, \quad (16)$$

де  $\eta$  – кількість магнітних трубок,  $\eta = 4$  [5].

Потрібна висота пакета статора:

$$h_c \geq \frac{1}{2} \tau_1 \quad (17)$$

Маючи основні геометричні розміри магнітопроводу, дані обмоток та розміщення обмоток на магнітопроводі, є можливість приступити до розрахунку індуктивних опорів розсіяння  $X_{js}$  та  $X_{2s}$  згідно методики, що надана в [6]. Після визначення цих опорів повторюємо розрахунок основних параметрів ЕГН, починаючи з формули (7), залишаючи незмінним величину  $R_{mo}$ .

По кривих рис. 1 [4, с. 423] є можливість уточнити розрахункову величину  $I_{m,np}$ , порівнявши її із заданою.

У випадку, коли ці величини суттєво відрізняються, розрахунок повторюється при іншій величині  $I_{m,np}$ .

**Висновки.** 1. Розроблена методика розрахунку геометричних та електричних параметрів генератора несиметричних імпульсів.

2. Надані практичні рекомендації по вибору ряду параметрів генератора з використанням графічних та аналітичних методів розрахунку.

#### Список використаних джерел

1. Кравченко Ф.Г. Авторское свидетельство № 372622 // Бюллетень. – 1973. – № 13. – С. 147.
2. Кравченко Ф.Г., Камышлова Л.Ф. Индукционный преобразователь синусоидального направления промышленной части в форму несимметрических импульсов. – К., 1975. // Электромашинное оборудование. – № 20. – 84 с.

3. Камишлов В.Г., Герасимов П.В., Козак О.В. Пристрій і особливості роботи електромашинного генератора імпульсної напруги. // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський. – 2006. – № 14. – 461 с.
4. Камишлова Л.Ф., Герасимов П.В., Горбовий О.В., Камишлов В.В. Аналіз роботи електромашинного генератора імпульсної напруги (ЕГН) під навантаженням. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський. – 2009. – № 17. – 488 с.
5. Алексеева М.М. Машинные генераторы повышенной частоты. – Л.: Энергия, 1967. – 344 с.
6. Петров Г.Н. Электрические машины. 4.1– М.: Энергия, 1974. – 240 с.
7. Патон Б.Е., Лебедев В.К. Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. – М.: Машиностроение, 1976. – 382 с.
8. Вальдек А.И. Электрические машины. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.

***Аннотація.** На основе теоретических исследований работы электромашинного генератора импульсного напряжения, продолжавшихся долгое время, была разработана методика расчета основных параметров источника. В основе методики – использование итогов анализа в виде кривых зависимостей основных геометрических параметров от электрических параметров генератора.*

***Ключевые слова:** индуктивность, взаимдуктивность, жесткость характеристики, реакция якоря.*