

# Механіка, машинознавство та електропостачання

УДК 621.316.25

О.Б. Єгоров, О.Ю. Єгорова

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

## СХЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ДВОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

У статті проаналізовано використання схеми заміщення асинхронного генератора з конденсаторами збудження для визначення співвідношень й величин, що характеризують статичний режим роботи.

**Ключові слова:** струм, напруга асинхронний генератор, конденсатори збудження, режим роботи.

В останні роки спостерігається ріст потреби в автономних джерелах електроенергії. До електричних генераторів подібних джерел енергії пред'являються вимоги, характерні для автономних енергоустановок: мінімальні габарити й маса, безконтактне виконання, задовільні параметри електрогенератора і його системи збудження.

Аналіз робочого режиму асинхронного генератора (АГ) проводиться на основі його еквівалентної схеми заміщення з винесеним на затискачах конту-

ром, що намагнічує [1]. Повна схема заміщення АГ при обертовому роторі відрізняється від схеми заміщення асинхронної машини (АМ) працюючої в режимі двигуна наявністю в ланцюзі статора ємності збудження. Схема заміщення дозволяє визначити струми, втрати потужності й спадання напруги в АГ за умови попереднього розрахунку її параметрів. Схема заміщення АГ з паралельним збудженням і винесеним на затискачі контуром, що намагнічує, представлена на рис. 1.

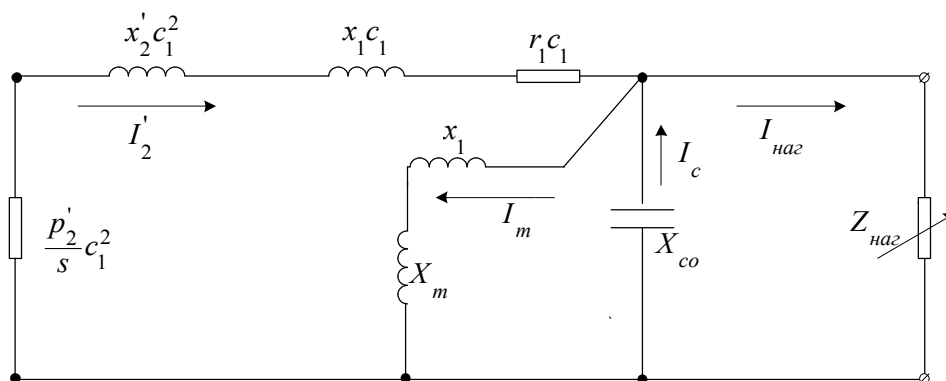


Рис. 1. Схема заміщення АГ з паралельним збудженням

Параметри схеми заміщення можна представити в наступному вигляді:

$$r_1c_1 = R_1 \text{ й } \frac{r_2'}{s}c_1^2 = R_2 - \text{активні опори;}$$

$x_1c_1 + x_2c_1^2 = x_s$  – сумарний реактивний опір робочого ланцюга,

$$\text{де } c_1 \approx 1 + \frac{x_1}{x_m};$$

$x_{co} = 1/\omega_0c_0$  – реактивний опір ємності збудження фази;

$z_{наг} = R_{наг} + jX_{наг}$  й  $\text{tg}\varphi_{наг} = X_{наг}/R_{наг}$  – відповідно, повний опір і фаза навантаження генератора.

Слід зазначити, що параметри обмотки статора  $r_1$  і  $x_1$  уважаємо постійними, ротора –  $r_2'(S)$  і  $x_2'(S)$

розраховуються попередньо за певною методикою викладеної в спеціальній літературі [2].

Виникає необхідність розглянути деякі теоретичні аспекти роботи АГ на основі схеми заміщення наведеної на рис. 2, у якій: 1 – робоча обмотка статора; 2 – обмотка к.з. ротора; 3 – обмотка статора з конденсатором збудження. При цьому, первинною обмоткою можна вважати роторну – 2, а вторинними – обмотку збудження – 3 і робочу обмотку – 1 статора.

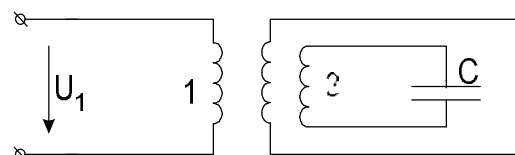


Рис. 2. Схема заміщення АГ

Рівняння магніторушійних сил АГ у загальному виді повторює рівняння триобмоточного трансформатора.

$$\dot{I}_1 W_1 + \dot{I}_2 W_2 + \dot{I}_3 W_3 = \dot{I}_m W, \quad (1)$$

де  $\dot{I}_m$  – струм, що намагнічує, АГ.

Виконавши приведення струмів обмоток ротора й збудження до обмотки статора, одержимо:

$$\dot{I}_1 + \dot{I}'_2 + \dot{I}'_3 = \dot{I}_m, \quad (2)$$

де  $\dot{I}'_2 = \frac{I_2}{K_{12}}$ ;  $\dot{I}'_3 = \frac{I_3}{K_{13}}$ ;  $K_{12} = \frac{W_1}{W_2}$  і  $K_{13} = \frac{W_1}{W_3}$ .

Внаслідок того, що при х.х.  $\dot{I}_1 \approx 0$  попереднє рівняння приймає вид

$$\dot{I}'_3 = \dot{I}_m - \dot{I}'_2. \quad (3)$$

Користуючись методикою прийнятої для АМ, можемо побудувати векторну діаграму АГ, що представлена на рис. 3.

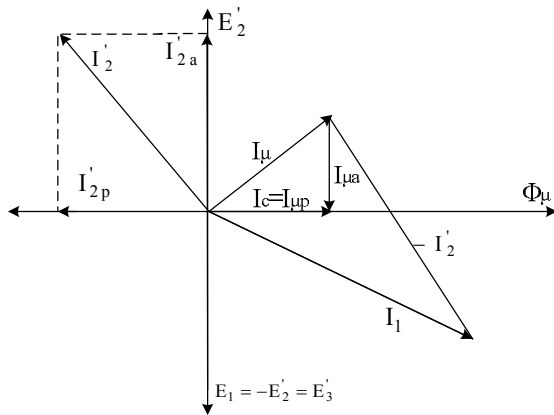


Рис. 3. Векторна діаграма АГ на холостому ходу

З огляду на, що в генераторі існує основне поле й відповідний потік –  $\Phi_m$  рівняння балансу напруг для обмотки статора буде

$$\dot{U}_1 = E_1 - j\dot{I}_1 x_1 - \dot{I}_1 r_1, \quad (4)$$

а для обмоток ротора й збудження рівняння балансу напруг будуть

$$0 = E'_2 - j\dot{I}'_2 x'_2 - \dot{I}'_2 \frac{r'_2}{s} = \dot{E}'_2 - j\dot{I}'_2 x'_2 - \dot{I}'_2 r'_2 \frac{1-s}{s};$$

$$\dot{U}_3 = \dot{E}'_3 - j\dot{I}'_3 x'_3 - \dot{I}'_3 r'_3.$$

По вище викладених рівняннях можна встановити, що АГ еквівалентний триобмоточному трансформатору, а його принципова векторна діаграма при навантажувальному режимі представлена на рис. 4.

### СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ ДВУХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА

А.Б. Егоров, О.Ю. Егорова

*В статье проанализирована возможность применения схем замещения асинхронного генератора с конденсаторами возбуждения для определения основных характеристик и параметров.*

**Ключевые слова:** ток, напряжение, асинхронный генератор, конденсаторы возбуждения, режим работы.

### EQUIVALENT CIRCUIT OF DIPHASIC ASYNCHRONOUS GENERATOR

A.B. Egorov, O.Yu. Egorova

*The article analyzed the possibility of using the equivalent circuit of asynchronous generator with excitation capacitors to determine the basic characteristics and parameters.*

**Keywords:** current, voltage, asynchronous generator, capacitors excitation mode robots.

Аналіз векторної діаграми показує, що генератор може працювати тільки при випередженні струму  $I_1$ .

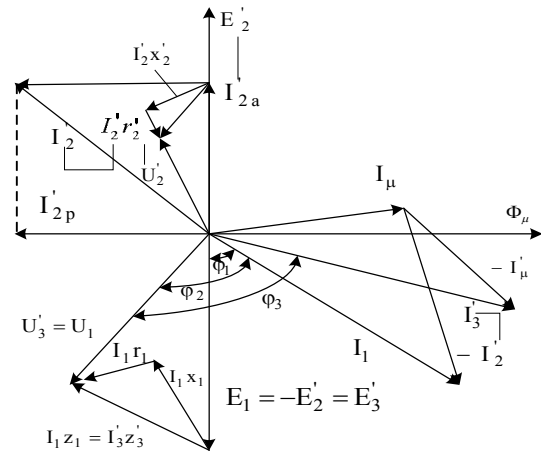


Рис. 4. Векторна діаграма АГ при навантаженні

Такий режим створюють конденсатори збудження. Кут  $\varphi_2 \approx 0$ , тобто струм  $I'_2$  збігається по фазі з напругою  $U'_2$ . Якщо позначити  $I'_2 r'_2 \frac{1-s}{s} = U'_2$ , тоді для обмотки ротора рівняння напруг прийме вигляд:

$$\dot{E}'_2 - j\dot{I}'_2 x'_2 - \dot{I}'_2 r'_2 = U'_2. \quad (5)$$

### Висновки

На підставі представленої вище схеми заміщення АГ можуть бути визначені всі співвідношення й величини, що характеризують статичний режим роботи генератора, крім того, на основі балансу реактивних потужностей, можна визначити необхідну реактивну потужність й ємність конденсаторів збудження.

АГ із двома обмотками на статорі, дозволяє більше простими засобами забезпечити високу якість робочих характеристик при необхідній стійкості його роботи.

### Список літератури

1. Важнов А.И. *Электрические машины* / А.И. Важнов. – Л.: Энергия, 1969. – 768 с.
2. *Параметры электрических машин переменного тока* / Я.Б. Данилевич и др. – М.-Л.: Наука, 1965. – 339 с.

Надійшла до редколегії 29.11.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Г.І. Канюк, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків.