

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.

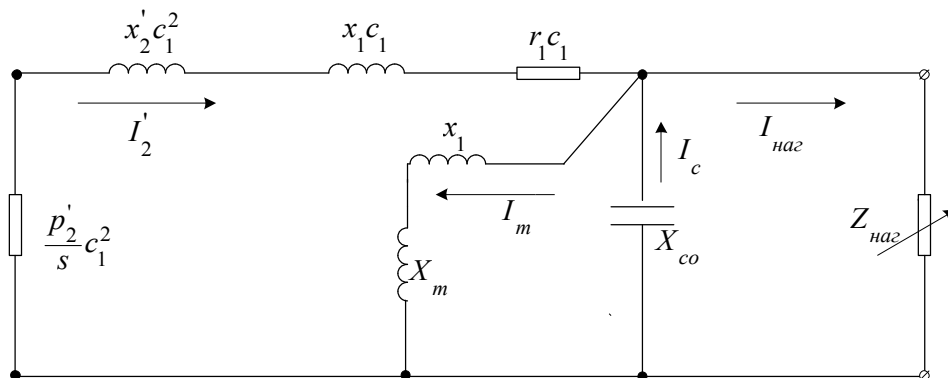


Рис. 1. Схема заміщення АГ з паралельним збудженням

Параметри схеми заміщення можна представити в наступному вигляді:

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

$x_1c_1 + x_2'c_1^2 = x_s$ – 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.

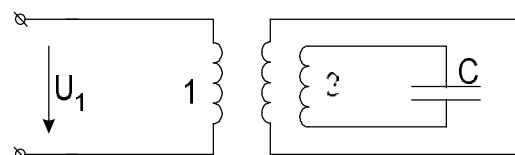


Рис. 2. Схема заміщення АГ

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.

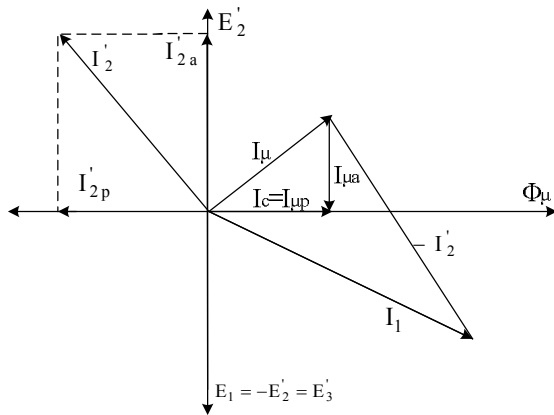


Рис. 3. Векторна діаграма АГ на холостому ходу

З огляду на, що в генераторі існує основне поле й відповідний потік – Φ_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.

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

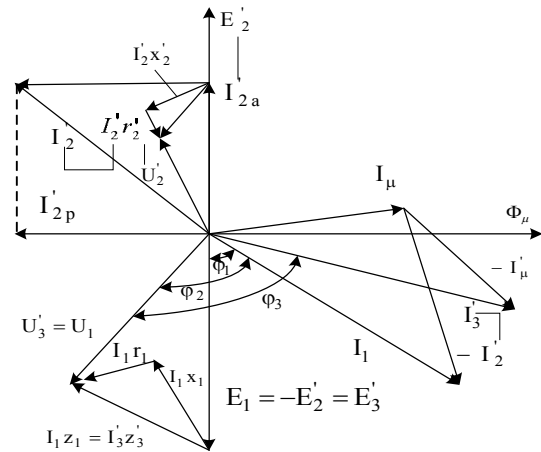


Рис. 4. Векторна діаграма АГ при навантаженні

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.

СХЕМА 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.