

УДК 621.316.31

О.Б. Єгоров, О.Ю. Єгорова

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

ДВОФАЗНИЙ АСИНХРОННИЙ ГЕНЕРАТОР

У статті проаналізовано можливість застосування асинхронного генератора, що представляє собою асинхронну машину з короткозамкненим ротором і конденсаторами збудження, показана ефективність запропонованого рішення.

Ключові слова: асинхронний генератор, конденсатори збудження, магнітна характеристика.

Вступ

Розвиток автономної енергетики характеризується ростом потреби в автономних джерелах електроенергії різної потужності, підвищенням вимог по якості електричної енергії, надійності й економічності. У зв'язку із цим, певний інтерес представляє проектування й створення автономних джерел електроенергії на основі асинхронних генераторів з конденсаторним збудженням.

Тип електрогенератора впливає на техніко-економічні показники автономного джерела енергії, тому що він повинен забезпечити навантаження споживача стабільною напругою при зміні навантаження і її характеру: статичний або динамічний, активний або реактивний.

Відомо, що найпростішим у конструктивному відношенні електромеханічним перетворювачем енергії є асинхронний генератор (АГ), що представляє собою асинхронну машину (АМ) з короткозамкненим ротором і конденсаторами збудження. Крім того, АГ має ряд позитивних якостей: безконтактність, простота конструктивного виконання, міцність і висока надійність. На ці особливі переваги АГ вказують багато вітчизняних і закордонних авторів теоретичних й експериментальних робіт по дослідженню АГ з конденсаторним збудженням.

Разом з тим, АГ з короткозамкненим ротором у звичайному виконанні обмотки статора, має обмежені можливості при роботі через певні недоліки. Наприклад, при коротких замиканнях на затискачах АГ його напруга падає до нуля з можливим зникненням залишкового магнітного потоку в АМ, що утрудняє й затягує в часі процес відновлення напруги АГ. Проведені дослідження в [1, 2] показали, що наявні недоліки АГ можна успішно усунути, використовуючи багатобмоточні АГ, тобто АМ з різним числом обмоток на статорі, з'єднані по різних схемах, у тому числі й по автотрансформаторної, із просторовим зрушенням між обмотками.

Виклад основного матеріалу

Використання звичайних АМ з однією обмоткою на статорі як генераторів, має обмежені можли-

вості через перевантаження електричної машини реактивним струмом. АМ із двома обмотками на статорі, включеними по різних схемах, забезпечує поліпшення техніко-економічних показників АГ [3]. При цьому виникає необхідність електромагнітного перерахунку й перемотування АМ на інші напруги й швидкості обертання електромагнітного поля машини. Як правило, у завдання електромагнітного перерахунку входить не тільки вибір типу обмоток, але й визначення електромагнітних навантажень, у тому числі й числа пар полюсів, перетину обмотувального дроту й необхідного коефіцієнта заповнення паза статора й т.д.

У звичайної АМ з однією статорною обмоткою при роботі в режимі АГ, ріст струму навантаження приводить до зменшення величини напруги на конденсаторах збудження, що сприяє прогресивному зменшенню ємнісної потужності здвигу, що перебуває у квадратичній залежності від напруги. Генератор у двофазному виконанні обмоток статора, розташований в просторі під кутом 90 електричних градусів і певною ємністю як збудливий елемент, виходить урівноважений режим із круговим обертовим магнітним полем. Однак для одержання кругового магнітного поля при будь-якій швидкості обертання ротора, необхідно змінювати величину ємності конденсаторів збудження або використати двофазні обмотки статора з'єднані за автотрансформаторною схемою.

Магнітна характеристика АМ не тільки дозволяє судити про магнітні властивості електричної машини, але й дає можливість визначити величину ємності, необхідної для збудження АМ до заданої напруги при холостому ході (х.х.) і роботі її як генератор за схемою самозбудження.

На рис. 1 крива 2 являє собою х.х. АМ, а залежність напруги від струму х.х. виражається наступним рівнянням

$$U_1 = I_c \omega L = f(I_{xp}), \quad \text{при } f = \text{const}, \quad (1)$$

де $I_c = I_{xp} \sin(\varphi_{x.x.})$; I_{xp} – реактивний струм при х.х.

Залежність напруги на затискачах конденсаторів порушення від струму, що протікає по них (пряма 1 рис. 1) може бути написана в такий спосіб:

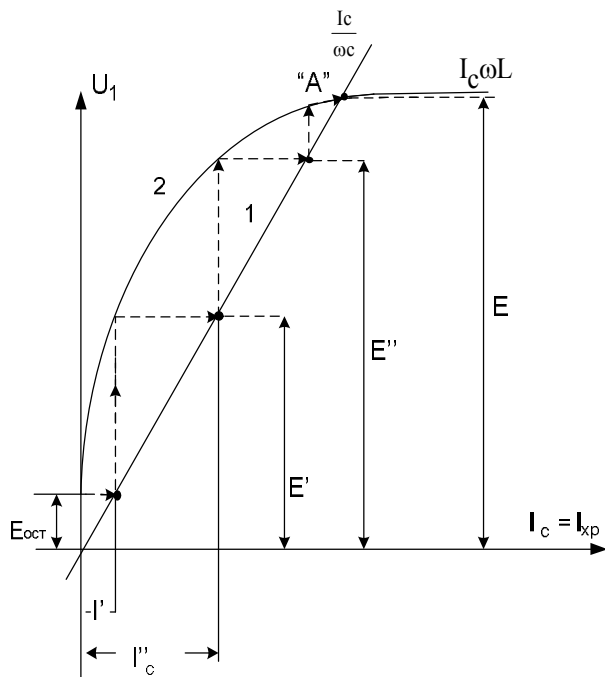


Рис. 1. Процес самозбудження АГ

$$U_1 = \frac{I_c}{\omega C} = f(I_c). \quad (2)$$

Процес самозбудження АМ, що працює в генераторному режимі, триває доти поки $(x_1 + x_{\mu})I_c > x_c I_c$ і закінчується в точці рівноваги «А» рис. 1, коли настає рівність $(x_1 + x_{\mu})I_c = x_c I_c$.

Рівновага в точці «А» дає можливість визначити залежність між повною індуктивністю АГ й ємністю збудження при заданій частоті:

$$LC = \frac{1}{(2\pi f)^2} = \frac{1}{\omega^2}. \quad (3)$$

Величина реактивної складової струму $I_{xp} \sin \phi_{xx}$ може бути визначена для заданої напруги U_{xx} АМ по магнітній характеристиці машини, а величину фазної ємності батареї конденсаторів, необхідної для самозбудження АГ до заданої напруги при даному числі обертів ротора можна визначити розрахунковим шляхом по наступному вираженню

$$C_{\phi} = \frac{I_x \sin \phi \cdot 10^6}{\omega U_{xx}} \text{ [мкф]}. \quad (4)$$

Як видно з рис. 1, самозбудження АГ здійснюється звичайно при х.х. і можливо лише в тих випадках, коли лінія «1» залежності напруги на конденсаторах порушення від струму, що протікає по них, перетинає криву х.х.»2» генератора і якщо при цьому є залишкове магнітне поле ротора.

Таким чином, питання ємнісного самозбудження АГ становить певний інтерес, як з експлуатаційної точки зору, так і з погляду теоретичного й експериментального дослідження роботи автономних АГ у різних режимах.

Висновки

Розміщення на статорі АГ двох обмоток дозволяє при заданій напрузі генератора вибрати напругу його збудження будь-якої величини й зробити зв'язок з напругою робочої обмотки менш залежним. При цьому варто врахувати, що при використанні декількох обмоток статора АГ, з'являється можливість застосування підвищеної напруги на конденсаторах збудження й відповідного зменшення необхідної ємності конденсаторів. Крім того, при цьому доцільно здійснити з'єднання статорних обмоток за автотрансформаторною схемою, що дозволяє збільшити потужність генератора.

Список літератури

1. Бояр-Созонович С.П. Асинхронные генераторы: свойства и перспективы / С.П. Бояр-Созонович // *Электротехника*. – 1990. – № 10. – С. 11-13.
2. Глазенап М.С. Несимметричная нагрузка асинхронного самовозбуждающегося генератора / М.С. Глазенап // *Электричество*. – 1953. – № 3. – С. 37-38.
3. Радин В.И. Применение асинхронных генераторов как автономных источников переменного тока / В.И. Радин, В.А. Винокуров, В.С. Аскеров // *Электротехника*. – 1967. – № 8. – С. 17-20.

Надійшла до редколегії 29.11.2013

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

ДВУХФАЗНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ГЕНЕРАТОР

А.Б. Егоров, О.Ю. Егорова

В статье проанализирована возможность применения асинхронного генератора, который представляет собой асинхронную машину с конденсаторами возбуждения, показана эффективность предлагаемого решения.

Ключевые слова: асинхронный генератор, конденсаторы возбуждения, магнитная характеристика.

TWO-PHASE INDUCTION GENERATOR

O.B. Egorov, O.Yu. Egorova

The article analyzes the possibility of using asynchronous generator, which is an asynchronous machine provided with capacitors excitation efficiency of the proposed solutions is shown.

Keywords: asynchronous generator excitation capacitors, magnetic characteristic.