

УДК 621.313.322

ДОСЛІДЖЕННЯ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ АВТОНОМНОЇ ГЕНЕРУЮЧОЇ УСТАНОВКИ

В. І. Хоменко, В. Б. Нізімов

Дніпродзержинський державний технічний університет

вул. Дніпробудівська, 2, м. Дніпродзержинськ, 51918, Україна. E-mail: homenkovipatriot@ukr.net

Досліджено роботу автономної генеруючої установки в режимі короткого замикання із застосуванням ємнісного накопичувача енергії. Приведено вирази струму при різних системах збудження. Проведено оцінку ефективності гасіння поля синхронної машини шляхом дослідження перехідних процесів у режимі гасіння магнітного поля. Одержані осцилограми режиму короткого замикання при вимиканні тиристорів збуджувача зустрічним струмом і зустрічною напругою показують, що час досягнення струму збудження нульового значення не перевищує трьох періодів напруги живлення.

Ключові слова: аварійний режим, автономна генеруюча установка, ємнісний накопичувач енергії.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ АВТОНОМНОЙ ГЕНЕРИРУЮЩЕЙ УСТАНОВКИ

В. И. Хоменко, В. Б. Низимов

Днепродзержинский государственный технический университет

ул. Днепростроевская, 2, г. Днепродзержинск, 51918, Украина. E-mail: homenkovipatriot@ukr.net

Исследована работа автономной генерирующей установки в режиме короткого замыкания с применением емкостного накопителя энергии. Приведены выражения тока при различных системах возбуждения. Проведена оценка эффективности гашения поля синхронной машины путем исследования переходных процессов в режиме гашения магнитного поля. Полученные осциллограммы режима короткого замыкания при выключении тиристоры возбуждателя встречным током и встречным напряжением показывают, что время достижения тока возбуждения нулевого значения не превышает трех периодов напряжения питания.

Ключевые слова: аварийный режим, автономная генерирующая установка, емкостный накопитель энергии.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Незважаючи на відносно нетривалість, короткі замикання, які ліквіднуються релейним захистом, призводять до порушення не лише нормального електропостачання, а й негативно відображаються на роботі суміжних, особливо завантажених, електроприймачів.

Єдиним способом, що дозволяє обмежити величину пошкоджень електричних машин при внутрішніх коротких замиканнях (КЗ), є швидке гасіння магнітного поля. У залежності від системи збудження синхронної машини (СМ) можливі наступні методи й пристрої гасіння магнітного поля [1]:

- вмикання в обмотку збудження (ОЗ) розрядного резистора, кратність якого визначає час гасіння поля й рівень перенапруг на ОЗ;
- переведення збуджувача в інверторний режим, при якому час гасіння поля визначається величиною кратності напруги форсування;
- вмикання ємнісного накопичувача енергії (ЄНЕ) з перетворенням електромагнітної енергії ОЗ в електричну з послідовним розрядом останньої на пусковий (розрядний) резистор.

Оскільки в технічній літературі відсутня єдина думка стосовно ефективності різних засобів і способів гасіння поля СМ, тому виникла необхідність оцінки швидкодії гасіння поля з урахуванням кратності перенапруг на ОЗ.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Розглянемо вираз струму контуру збудження при різних системах збудження в режимі гасіння поля СМ. При вмиканні в обмотку збудження розрядного резистора з кратністю К:

$$i_f = -\frac{1}{R_f (K+1)(T'_{cf} p + 1)} p \Psi_{sd}, \quad (1)$$

де $T'_{cf} = \frac{T_{cf}}{K+1}$ – постійна часу контуру збудження.

При вмиканні електричної ємності НЕ в контур збудження:

$$i_f = -\frac{T_c p}{R_f (T_{cf} T_c p^2 + T_c p + 1)} p \Psi_{sd}, \quad (2)$$

де $T_c = \frac{x_c}{R_f}$ – постійна часу контуру збудження.

Порівняльний аналіз одержаних виразів показує, що вмикання електричної ємності сприяє більш інтенсивній зміні струму ОЗ, оскільки в чисельнику знаходиться форсуючий член, а знаменник відповідає знаменнику коливальної ланки.

Проведемо оцінювання ефективності гасіння магнітного поля СМ з вентильноємнісним збудженням у режимі короткого замикання.

Для дослідження впливу ЄНЕ на режими КЗ проведено випробування синхронної машини типу МСА 72/4А з наступними параметрами: $P_{ном}=12$ кВт; $U_{1ном}=380$ В; $i_{1ном}=21,6$ А; $U_{fном}=22$ В; $i_{fном}=22$ А; $n_{ном}=1500$ об/хв.

Осцилограми режимів КЗ збудженої синхронної машини зображено на рис. 1.

На рис. 1,а приведено осцилограму гасіння поля збудження в режимі симетричного трифазного короткого замикання статора через струмообмежуючі реактори.

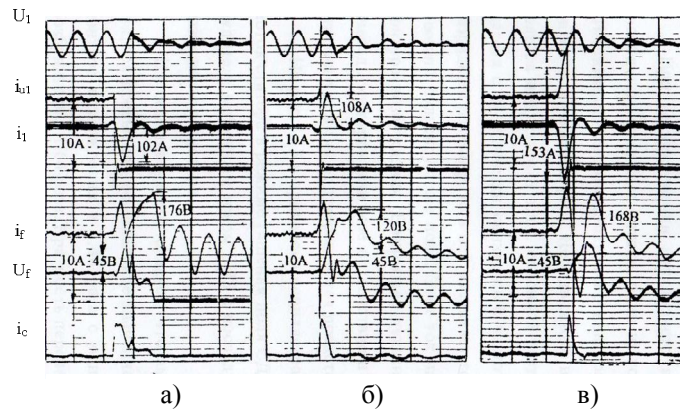


Рисунок 1 – Осцилограми процесу гасіння поля СМ у режимі замикання обмоток статора на струмообмежуючій реакторі

Із аналізу осцилограми (рис. 1,а) випливає, що амплітуда струму фази статора перевищує в 4,72 рази значення номінального струму при збільшенні струму в контурі збудження в 1,4 рази. Перенапруження на обмотці збудження близькі до чотирикратного значення й досягли 176 В. Час досягнення струмом в ОЗ нульового значення склало 0,0286 с.

На рис. 1,б наведено осцилограму двофазного замикання обмоток статора в режимі гасіння поля синхронного двигуна (СД) з вимиканням тиристорів збуджувача зустрічною напругою СНЕ з подальшим переведенням струму збудження в контур розрядного резистора.

Аналіз осцилограми показав, що амплітудне значення струму фази статора при двофазному замиканні склало 108 А, що в 5,1 разів перевищує номінальне значення струму, а струм у контурі гасіння зріс у 1,5 рази. Перенапруження в ОЗ досягло 120 В, що складає 2,67 від початкового значення. Час першого досягнення струмом в ОЗ нульового значення склало 0,0476 с.

На рис. 1,в наведено осцилограму двофазного замикання обмоток статора в режимі гасіння поля

СД з вимиканням тиристорів збуджувача зустрічним струмом СНЕ з послідовним переведенням струму в контур розрядного резистора.

Із осцилограми випливає, що амплітудне значення струму фази статора перевищило номінальне значення в сім разів при зростанні струму в контурі збудження в 1,48 рази з одночасним збільшенням струму при збільшенні струму збуджувача в 1,64 рази. Кратність перенапружень на ОЗ склала 3,73 і досягла 168 В. Час досягнення струмом в ОЗ нульового значення склало 0,042 с.

ВИСНОВКИ. Експериментальними дослідженнями доведено, що час гасіння поля збудження не перевищує трьох періодів напруги живлення, а характер перехідного процесу струму відповідає виразу (2) при обмеженні перенапруг на допустимому рівні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Низимов В.Б., Колычев С.В. Повышение эффективности гашения магнитного поля в режиме самозапуска синхронных двигателей // Сб. статей «Наука – производству». – К.: Вища школа, 1991. – С. 233–237.

THE RESEARCH OF EMERGENCY OPERATION OF AUTONOMOUS GENERATING UNIT

V. Homenko, V. Nizimov

Dneprodzerzhinsk State Technical University

vul. Dniprobudivska, 2, Dneprodzerzhinsk, 51918, Ukraine. E-mail: homenkoviopatriot@ukr.net

Work of autonomous generating unit in a mode of short circuit with application of the capacitor store of energy is investigated. Current expressions are resulted by various systems of excitation. Estimation of clearing efficiency of a field of the synchronous machine by investigated of transients in a mode of a magnetic field clearing has been carried out. The received oscillograms of a mode of short circuit at deenergizing thyristors the activator a counter current and counter voltage have shown, that time of achievement of a current of excitation of zero value does not exceed three periods of voltage of a food.

Key words: emergency operation, autonomous generating unit, capacitor energy store.

REFERENCES

1. Nizimov V.B, Kolychev S.V. Increase of efficiency of clearing of a magnetic field in a mode of self-start of synchronous engines // *Bulletin of the articles «A Science – to Manufacture»*. – K: Vyshcha shkola, 1991. – PP. 233–237. [in Ukrainian]

Стаття надійшла 13.07.2012.

Рекомендовано до друку
д.т.н., проф. Чорним О.П.