НАЛАШТУВАННЯ СУДНОВИХ АВТОМАТИЧНИХ РЕГУЛЯТОРІВ НАПРУГИ UNITROL

Наговський Д.А., Дощенко Г.Г.
Херсонська державна морська академія, Украина

Вступ. Надійне електропостачання на судні – один із факторів безпеки мореплавства. Суднова електроенергетична система має основну та аварійну ланки живлення. Найбільший інтерес викликає робота основної ланки енергозабезпечення судна в реальному часі.

Актуальність досліджень. Від параметрів якості постачання електроенергії на судні залежить робота обладнання та стан вантажів. Навантаження на генераторну установку постійно змінюється, що зумовлює перепади та провали напруги, тощо. Швидка, точна та правильна реакція системи управління збудженням генераторів – є непростим завданням, з урахуванням норм безпеки, особливо при високій питомій нарузі (6600 В та вище). Тому, створення набору налаштувань для регулятора збудження суднового генератора в залежності від характеру навантаження та швидкості його зміни в часі носить актуальний характер.

Постановка задачі. Отже, з огляду на актуальність теми, має місце створення наборів налаштувань автоматичного регулятора напруги (АРН) синхронного генератора на прикладі продукта Unitrol.

Результати досліджень. При роботі генератора, в залежності від навантаження обидві його обмотки – 3-фазна обмотка статора і обмотка збудження на роторі, нагріваються. Тому їх опір, R і $R_{ов}$ відповідно, збільшується. Це призводить до зниження напруги генератора.

Дійсно, збільшення опору обмотки статора призводить до збільшення повного опору Z обмотки статора і падіння напруги на ньому, тому напруга генератора зменшується [1]:

$$U = E - Iz. \tag{1}$$

Збільшення опору обмотки ротора призводить до зменшення струму збудження генератора:

$$I_в = \frac{U_в}{R_{ов}}, \tag{2}$$

де Uв – напруга збудження генератора.

Тому зменшується магнітний потік збудження генератора Ф, його ЕРС і напруга [1,3]:

Зогляду на це, доцільно використовувати вимірювання нагріву та динаміки нагріву обмоток для отримання налаштувань управління збудженням. Якщо звернутись до [2], то можна побачити ряд параметрів, які вже присутні в програмному забезпеченні АРН. Тому, для компенсації зменшення напруги генератора внаслідок нагрівання обмоток можливо використовувати вузли температурної корекції, що входять до складу АРН. При підвищенні температури обмоток такі вузли збільшують струм збудження і магнітний потік Ф генератора, в результаті його ЕРС і напруга стабілізуються:

$$U = E - Iz = const. \tag{3}$$

Регулювання використовється згідно рис.1, враховуючи управління за реактивною складовою (рис.2).

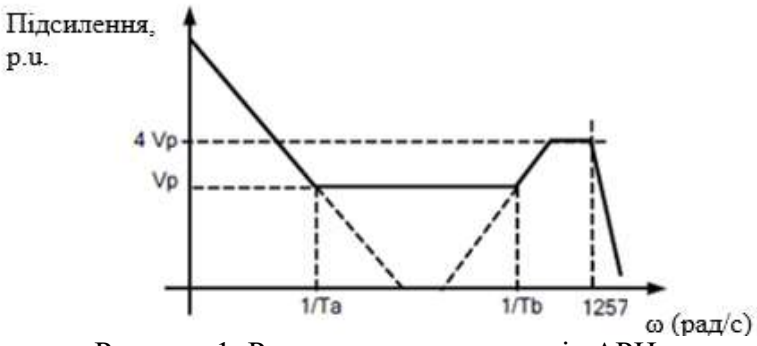

Рисунок 1. Регулювання параметрів АРН

На рис. 1. Vp – пропорційна ланка, Tb(c) – диференційна постійна часу; Ta(c) – інтегральна постійна часу

Тож, жорсткість характеристики, а отже і точність, швидкість та складність управління залежить від швидкості та амплітуди зміни навантаження, яке опосередковано має вплив на термічний стан обмоток. Тому слід використовувати ці дані для інтегральної складової.

Рисунок 2. Управління за реактивною складовою

Звернувшись до моделей в [1,2], з'ясовано, що при ступінчастій зміні збурення, наприклад опора навантаження, напруга на виході генератора миттєво змінюється на величину:

$$\Delta U(t=0) = u(p \to \infty) = \alpha_1 \chi + \alpha_2 \rho, \tag{3}$$

а в новому сталому режимі роботи системи воно відрізнятиметься від початкового (заданого) значення на величину статичної помилки:

$$\Delta U(t \to \infty) = u(p=0) = \frac{(\gamma_з + \gamma_з k) \cdot \nu + \alpha_1 \chi + \alpha_2 \rho}{1 + k_р \cdot k_{зз} \cdot k_з} \tag{4}$$

Характер перехідного процесу в системі регулювання виразу і величина статичної помилки залежать від співвідношення коефіцієнтів посилення і постійних часу, які, у свою чергу, залежать від режиму роботи і характеру навантаження генератора. Значення коефіцієнтів kз, kзз і постійних часу Тз, Тзз визначаються станом магнітних систем генератора

і збудника. Для сталого режиму роботи, при різкій зміні навантаження, параметр Tb(c), зогляду моделі [2], необхідно встановлювати в значення 3.

Висновки. Для забезпечення правильного налаштування АРН на прикладі продукту Unitrol, необхідно, щоб коефіцієнти зворотних зв'язків спирались на температурні показчики обмоток генератора. Для забезпечення адекватної реакції системи збудження згідно моделі управління [2], її диференційний коефіцієнт при різкому збільшені навантаження не повинен перевищувати значення '3'.

ЛІТЕРАТУРА

1. Проблеми автоматичного регулювання напруги суднових синхронних генераторів / Д.А.Наговський, Науковий вісник НЛТУ України: Львів. – 2015. – №25.9. – С.229 – 233.

2. ABB UNITROL 1020 User Manual. Meyer Werft GmbH, 2010. – 1309 p.

3. Устройство защиты от перенапряжения для судовых дг. // Ю.В.Щербаков, Д.А.Наговський, Матеріали IV Всеукраїнської студентської наукової конференції «Сучасні проблеми морського транспорту та безпека мореплавства». – Херсон:ХДМА. – 2014. – С. 411 – 413.