

**В.М. Рябенський, Sc.D., професор,
завідувач кафедри ПЕЕТ
НУК ім адм. Макарова
E-mail: optron2@gmail.com**

**О.О. Ушкаренко, Sc.D., доцент,
доцент кафедри ПЕЕТ
НУК ім адм. Макарова
E-mail: maestrotees@gmail.com**

ТЕХНОЛОГІЯ КЕРУВАННЯ ЗБУДЖЕННЯМ СУДНОВОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

Описано технологію керування збудженням суднового синхронного генератора в динамічних режимах роботи електроенергетичної системи для зменшення провалів напруги, яка обумовлює необхідність врахування величини зовнішніх збурень при визначенні величини та часу форсування збудження генератора. Описано оригінальні рішення в отриманих патентах України на спосіб упереджуючої зміни напруги збудження генератора.

Прямий пуск асинхронного двигуна (АД) в судновій електроенергетичній системі (СЕЕС) має ряд негативних наслідків як для асинхронного двигуна [1, 2], так і для інших споживачів. Прямий пуск АД особливо сильно впливає на зниження напруги в судновій мережі [3]. Якщо значення і тривалість провалу напруги, спричинене запуском АД, вище, ніж значення передбачені налаштуваннями систем захисту, це може призвести до спрацьовування систем захисту та знеструмлення електростанції, оскільки така ситуація може бути помилково ідентифікована як коротке замикання.

Мета даної роботи полягає у розробці структурної схеми системи, що реалізує технологію упереджуючого керування збудженням судновим синхронним генератором (ССГ) для зменшення провалів напруги в динамічних режимах роботи СЕЕС, а саме під час прямого пуску АД.

На рис. 1. представлено структурну схему системи керування збудженням ССГ. На рисунку використано наступні позначення: U_s – опорне значення напруги, W_E – система збудження генератора, U – скоригований сигнал на обмотку збудження генератора, W_G – синхронний генератор, Y – вихідний

сигнал, $-W_R$ – ПД-регулятор напруги і струму, $-U_R$ – сигнал з регулятора. Контур упередження складається з наступних блоків: $PB1$ та $PB2$ – реле часу, що спрацьовує при надходженні сигналу від датчика збурення G_t , W_{DG} і $-W_{PR2}$ – упереджуючі регулятори. G_w – асинхронний двигун (є ініціатором збурення W в момент включення).

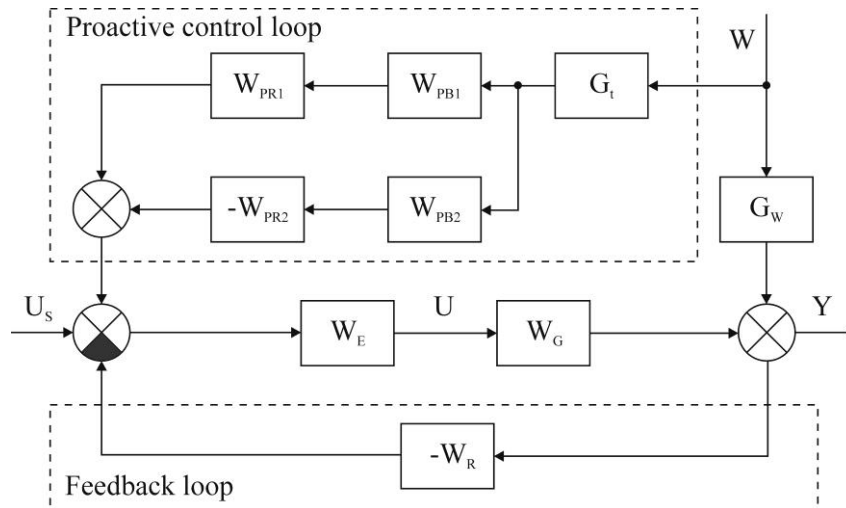


Рис. 1. Структурна схема системи упереджуючого керування збудженням

Передатна функція всієї системи упереджуючого керування має вигляд:

$$W_c(s) = \frac{Y(s)}{U_c(s)} = \frac{W_E(s) \cdot W_G(s)}{1 + W_E(s) \cdot W_G(s) \cdot W_R(s)} \cdot \left(1 - \frac{(-W_{PR}(s) \cdot G_t(s) \cdot W_E(s) \cdot W_G(s) + G_w(s)) \cdot W(s)}{W_E(s) \cdot W_G(s) \cdot U_c(s)} \right)$$

У випадку ідеального упередження, що повністю компенсує збурення, система зворотного зв'язку прийме вигляд:

$$W_c(s) = \frac{Y(s)}{U_c(s)} = \frac{W_E(s) \cdot W_G(s)}{1 + W_E(s) \cdot W_G(s) \cdot W_R(s)}$$

Сигнал $W(s)$ скорочується й більше не входить у передатну функцію. Тому збурення не буде робити ніякого впливу на вихідну величину. Зазначена технологія упереджуючого керування та її реалізація у вигляді функціональної структури захищені отриманими патентами України на корисні моделі [4, 5].

Аналіз процесів, що відбуваються в СЕЕС при пуску АД дозволяє зробити висновок, що існує оптимальний набір значень для величини форсування напруги збудження і часу форсування. У загальному випадку

отримані значення відрізняються для різних потужностей АД. Використання технології упереджувачого керування збудженням ССГ в СЕЕС містить етап, пов'язаний з визначенням оптимального значення величини та часу форсування напруги збудження шляхом моделювання. Для цього оператор електростанції або автоматизована система управління налаштовує параметри системи та досліджує процес прямого пуску АД. Одночасно вимірюється максимальне значення провалу напруги на шинах ГРЩ. Шляхом зміни налаштувань системи збудження досягається мінімальне значення провалу напруги. Отримані при моделюванні значення далі використовуються в реальній системі. Коли надходить команда запуску АД відбувається форсування збудження, після чого дається команда на підключення АД до шин ГРЩ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Pedra Joaquín. Effects of symmetrical voltage sags on squirrel-cage induction motors / Joaquín Pedra, Luis Sainz, Felipe Córcoles // *Electric Power Systems Research*. – 2017. – Vol. 77 (2017). – No.12. – P. 1672-1680.
2. Krygier Jerzy. Selected problems of starting of submersible induction motors / Jerzy Krygier, Tomasz Zarębski // *Przegląd Elektrotechniczny*. – 2004. – No.1. – P. 62-65.
3. Hardi S. Effects of Different Voltage Sag Types on Induction Motor / S. Hardi [et al.] // *Applied Mechanics and Materials*. – 2015. – No. 793. – P. 262-266.
4. Пат. №64995 Україна, МПК H02M 1/08 (2006.01). Функціональна структура управління збудженням синхронного генератора при зміні частоти вихідної напруги / Рябенський В.М., Ушкаренко О.О., Дубовик Я.А.; заявник і патентовласник НУК ім. адм. Макарова. – Заяв. №U201104954 від 20.04.2011; Опубл. 25.11.2011 р. Бюл. №22.
5. Пат. №65011 Україна, МПК H02M 1/08 (2006.01). Спосіб упереджувачої зміни напруги збудження генератора при підключеному асинхронному двигуні / Рябенський В.М., Ушкаренко О.О., Дубовик Я.А.; заявник і патентовласник НУК ім. адм. Макарова. – Заяв. №U201104996 від 20.04.2011; Опубл. 25.11.2011 р. Бюл. №22.