

Автономні вентиляно-індукторні зварювальні генератори

Максим Шахненко, науковий співробітник¹ (ORCID:0000-0003-4012-1731), Ярослав Ярас, аспірант² (ORCID:0009-0007-4055-9318)

¹Інститут Електродинаміки НАН України, Берестейський проспект, 56, Київ, Україна

²Київський національний університет будівництва і архітектури, проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна

АНОТАЦІЯ

Проведено огляд та аналіз відомих схемотехнічних рішень автономних зварювальних генераторів. Розглянуто схемне рішення автономного вентиляно-індукторного генератора.

Ключові слова: автономні зварювальні генератори, вентиляно-індукторні машини, особливості конструкції, принцип дії.

1. ВСТУП

Автономні зварювальні установки (АЗУ) застосовуються в умовах, де немає доступу до електромережі. Найбільш поширені АЗУ базуються на синхронних і асинхронних генераторах. Основне їхнє завдання – генерація електроенергії для виконання зварювальних робіт. Сучасні АЗУ зазвичай використовують трифазні синхронні генератори разом з інверторними системами, що дозволяє отримати необхідні технічні параметри для різних видів зварювання.

2. АНАЛІЗ АВТОНОМНИХ АСИНХРОННИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ.

В залежності від способу отримання реактивної потужності автономні асинхронні генератори (АГ) із збудженням зі сторони статора поділяються на дві основні групи: АГ з конденсаторним збудженням; АГ з вентиляним збудженням.

Генератори з конденсаторним збудженням характеризуються тим, що реактивна потужність, яка необхідна для роботи в режимі самозбудження, забезпечується за допомогою конденсаторних батарей, під'єднаних до обмоток статора. До основних переваг таких генераторів відносяться простота і надійність, до недоліків — складність регулювання вихідної напруги при зміні навантаження і коливаннях швидкості обертання валу генератора.

Генератори з вентиляним збудженням (ВЗ) відрізняються від попередніх тим, що генерування реактивної потужності забезпечується вентиляною системою збудження (ВСЗ). При цьому частина реактивної потужності може надходити від конденсаторних батарей в колах статора. До переваг систем із ВЗ слід віднести той факт, що баланс реактивної потужності забезпечується для будь яких значень навантаження і коливань швидкості обертання валу генератора в області стійкої роботи генератора, що дозволяє легко регулювати вихідну напругу на відміну від конденсаторного збудження. До недоліків відносять ускладнення за рахунок введення керованих напівпровідникових перетворювачів.

Асинхронні генератори в режимі самозбудження в основному використовуються як автономні джерела живлення. Основні області використання: вітро- і

гідроенергетика, системи електроживлення пересувних об'єктів, асинхронні стартер-генератори, тощо.

При відсутності зворотних зв'язків зварювальному колу зовнішні крутоспадні характеристики можна отримати виключно за допомогою пасивних елементів: трансформаторів, конденсаторів, дроселів, некерованих випрямлячів. Регулювання зовнішніх характеристик здійснюється шляхом зміни параметрів системи. Для підвищення надійності роботи в режимі короткого замикання статорні обмотки генератора виконують гальванічно розв'язаними одна від одної.

При використанні замкнутих зворотних зв'язків по напрузі і струму зварювання регулювання форми зварювальної характеристики здійснюється без зміни параметрів системи. Робота в режимі короткого замикання забезпечується за рахунок використання додаткових пристроїв, таких як узгоджувачі трансформатори, молекулярні накопичувачі енергії (суперконденсатори) тощо.

Зварювальний АГ з ВЗ – це трифазна асинхронна машина до статорної обмотки якої підключено вентиляний перетворювач (ВП), виконаний за схемою автономного інвертора напруги. До виходу постійного струму ВП підключено резистор зі змінним опором r_0 , який забезпечує роботу АГ при електрозварюванні. Керування частотою перетворювача здійснюють таким чином, що генератор забезпечується необхідною реактивною потужністю і водночас на виході постійного струму ВП підтримується напруга відповідно до заданої зовнішньої характеристики. При зварюванні регульований резистор у колі постійного струму має максимальний опір $r_0 = R_0$ при короткому замиканні. Опір резистора зменшується зі зростанням опору зварювальної дуги R . При цьому має виконуватися умова $r_0 + R_0 \geq R_{\min}$, де R_{\min} – мінімальна величина опору в колі постійного струму, при якому генератор не втрачає самозбудження. Опір регульованого резистора зменшується до нуля при $R_0 \geq R_{\min}$ [2].

Для формування заданих зовнішніх характеристик систему керування (СК) зварювального АГ з ВЗ виконано як просторову програмну СК із змінною структурою, яка працює по відхиленню регульованої величини (рис. 1). Це дозволяє використовувати АГ з ВЗ як кероване джерело струму без додаткових пристроїв. Програма завдання являє собою бажану зовнішню характеристику, яка може бути довільної форми. Однак, в даному випадку розглядається

характеристика, яка необхідна для зварювання плавким електродом (рис. 1).

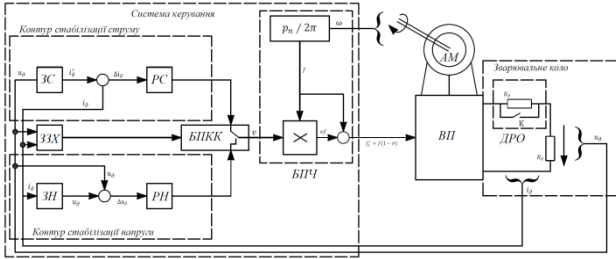


Рисунок.1 Функціональна схема зварювального АГ з ВЗ

Структуру системи керування змінюють за допомогою блоку перемикачів контурів керування (БПКК), який керується сигналами від датчика зовнішніх характеристик (ЗЗХ). До контуру формування керуючого сигналу ВП може входити контур стабілізації напруги або струму. Контур стабілізації напруги складається із датчика (ЗН) і регулятора напруги (РН). В контур стабілізації струму входять: датчик струму (ЗС) і регулятор струму (РС) [3].

3. ПРИНЦИП КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНИМ ЗВАРЮВАЛЬНИМ ГЕНЕРАТОРОМ

Принципова схема автономного вентильно-індукторного генератора (рис.2) складається з: індукторної машини (ІМ) з датчиком положення ротора, вентильного перетворювача (ВП), системи керування (СК), що містить блок датчика зовнішніх характеристик [1], блок формування завдання значення напруги при знаходженні робочої точки над точкою перемикачів (БФЗ-1), блок формування завдання значення напруги при знаходженні робочої точки під точкою перемикачів (БФЗ-2), блок перемикачів завдань (БПЗ), блок регулювання (БР), блок керування транзисторами (БКТ), блок формування завдання для підключення баласту (БФЗБ), блок регулювання підключення додаткового регульованого опору (ДРО) за ШПР законом регулювання (ШПР), та зварювальне коло з датчиком напруги і датчиком струму - для імітації та дослідження зварювальних процесів. Функціональне призначення елементів вентильно-індукторної машини наступне: перетворювач частоти забезпечує живлення фаз індукторної машини однополярними імпульсами напруги прямокутної форми; ІМ здійснює електромеханічне перетворення енергії, система керування (СК) відповідно до закладеного в неї алгоритму і сигналів зворотного зв'язку, які надходять від датчика положення ротора, керує цим процесом. Початкове збудження відбувається від попередньо зарядженого конденсатора в колі постійного струму. Час перехідного

процесу збудження залежить від величини ємності конденсатора і його початкової напруги.

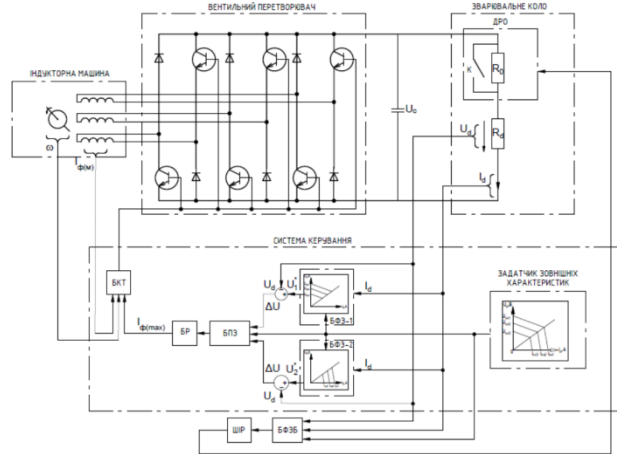


Рисунок.2. Принципова схема автономного вентильно-індукторного зварювального генератора

Вперше вентильно-індукторна машина в якості автономного зварювального генератора згадана в [3].

4. ВИСНОВКИ

Проведено огляд відомих асинхронних автономних зварювальних генераторів. Розглянуто схемні рішення автономного зварювального вентильно-індукторного генератора.

Робота виконана за фінансової підтримки Національного фонду досліджень України –проект «Електромеханічні системи підвищеної енергоефективності для енергетики, технологій і транспорту», 2024-2025 рр.

Список літератури

[1] Романенко В.І. Автономний зварювальний асинхронний генератор з вентильним збудженням: дис. канд. техн. наук: 16.10. Київ, 2013. 163 с.

[2] Мазуренко Л.І. Романенко В.І. Джура О.В. Розрахунок робочих характеристик автономного зварювального асинхронного генератора з вентильним збудженням за схемою заміщення технічна електродинаміка. *Технічна електродинаміка*. 2010. С. 81.

[3] Лінський С. Вентильно-індукторні генератори в автономних зварювальних установках. ВМС-2019, С. 282–283.

ⁱ Робота виконана під керівництвом д.т.н., проф. Леоніда Мазуренка