

УДК621.314.26

ТРИФАЗНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИЙ АГРЕГАТ З ФОТОЕЛЕКТРИЧНОЮ СОНЯЧНОЮ БАТАРЕЄЮ ДЛЯ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

О.О. Шавьолкін, д.т.н., проф.

Київський національний університет технологій та дизайну

Д. О. Левченко, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: комбінована система електроживлення, трирівневий інвертор напруги в режимі джерела струму, відхилення струму, модулююча напруга, однополярна модуляція.

В даний час в енергетиці з розподіленими поновлюваними джерелами електроенергії (ПДЕ) поряд з генеруючими і автономними системами широко застосовуються комбіновані системи електроживлення (КСЕ) локальних об'єктів з підключенням до централізованої мережі змінного струму (ЦМ). Для ряду локальних об'єктів (мале підприємство, сільськогосподарське підприємство, міні-готель і тп.) при досить великій потужності встановленого електроустаткування в умовах використання існуючих, зношених, перевантажених розподільних мереж використання ПДЕ дозволяє вирішувати задачу стабільного електропостачання. Природно, що при цьому використовується трифазна мережа. Навантаження може бути трифазне симетричне, однофазне з асиметрією по фазах і нелінійне. Перетворювальний агрегат (ПА) такої КСЕ повинен забезпечувати роботу паралельно з ЦМ з генерацією енергії ПДЕ в мережу і автономний режим роботи при відключенні ЦМ. Поєднання мережевим автономним інвертором напруги (АІН) функції силового активного фільтра (САФ) для компенсації впливу на ЦМ власного навантаження локального об'єкта в КСЕ запропоновано в [1], що забезпечує одиничний коефіцієнт потужності при цілодобовому використанні установки незалежно від наявності генерації енергії ПДЕ. Найбільше застосування знаходять фотоелектричні сонячні батареї (СБ). Реалізація функції САФ, а також передачі енергії в ЦМ найбільш просто реалізується при використанні АІН в режимі джерела струму. Питання реалізації режиму джерела струму, поєднання функцій для різних схем трифазних АІН має специфіку і вивчено недостатньо. При цьому слід враховувати, що ПА в КСЕ має також додаткову функцію - автономний режим при відключенні ЦМ, що за несиметричного навантаження передбачає незалежне формування струмів (напруги) у вихідних фазах і використання його як джерела з нейтральним (нульовим) виводом на відміну від генеруючого ПА.

Мета роботи. Удосконалення принципів реалізації трифазних ПА для КСЕ з СБ з суміщенням функції САФ при роботі паралельно з ЦМ, а також в автономному режимі при постійній частоті модуляції АІН.

ПА підключається до мережі через реактори L і вихідні високочастотні RC фільтри, в автономному режимі підключаються конденсатори фільтра C .

Розглянуто структуру ПА із заземленням середнього виводу СБ, що знижує вимоги до пристроїв захисту. При цьому можливе використання дворівневого трифазного мостового АІН або багаторівневого (три-, п'ятирівневого) АІН (NPC) з нульовим виводом і фіксуєчими діодами. Дана структура передбачає використання мостових схем АІН як трьох напівмостових (нульових) схем з незалежним формуванням струму в вихідних фазах. При цьому для дворівневої схеми можлива тільки біполярна модуляція при досить високій частоті перемикання ключів. Для реалізації функції САФ вхідна напруга мережевого АІН $U_d \geq 1.15 U_{1\phi m}$ ($U_{1\phi m}$ - амплітуда фазної напруги ЦС), відповідно ключі мають напругу $2U_d$, і їх слід вибирати класу 1.7 кВ.

При використанні трирівневого АІН (ТАІН) з фіксуєчими діодами середній вивід джерела з'єднується з нульовим виводом АІН, а ключі розраховані на напругу U_d . У цьому випадку використовується однополярна модуляція вихідної напруги, що дозволяє знизити частоту модуляції вдвічі (або зменшити індуктивність реактора при тій же частоті). Дані обставини роблять варіант використання ТАІН більш привабливим, незважаючи на збільшення кількості ключів вдвічі, але більш низького класу за напругою і з меншими втратами енергії. Подальше збільшення кількості рівнів при потужності до 30 кВт не виправдано. При цьому СБ виконана з двох блоків сонячних панелей (СП), які підключаються через імпульсні перетворювачі напруги (ІПН) до входів АІН. ІПН забезпечують узгодження напруги СП, яке змінюється в широких межах в залежності від температури фотоелектричного модуля і режиму роботи (при регулюванні відбирається від СБ потужності), а також забезпечують регульований відбір потужності СП, для чого у вхідних колах ІПН використовуються релейні регулятори вхідного струму. Реалізація режиму джерела струму для АІН виконана на основі методу безпосереднього формування струму за його відхиленням від заданого значення $\Delta i = (i_{3AD} - i)$ з використанням моделюючої напруги [2] за фіксованої частоти модуляції і використанні корекції по напрузі мережі.

Результати моделювання системи «ЦМ - ПА з СБ - несиметричне навантаження» підтверджують працездатність запропонованих рішень щодо реалізації схеми ПА з системою управління при роботі паралельно з мережею і в автономному режимі. Подальший напрямок пов'язано з розробкою методів розрахунку параметрів системи і вдосконаленням системи управління.

Список використаних джерел

1. Каплун В. В. Удосконалення перетворювального агрегату комбінованої системи електроживлення з поновлювальними джерелами енергії / В. В. Каплун, О. О. Шавьолкін // «Електротехнічні та комп'ютерні системи» №22(98), Наука і техніка, 2016.- С.165-169.
2. Sung-Hun Ko. A Grid-Connected Photovoltaic System with Direct Coupled Power Quality Control / Sung-Hun Ko, Seong-Ryong Lee, Hooman Dehbonei, C.V. Nayar // IEEE Transactions, 2006.- pp.5203-5208.
3. Шавёлкин А.А. Автономные инверторы и устройства на их базе. LAP LAMBERT Academic Publishing RU. – 2017. - 405 с.