

УДК 621.314.26

СТАБІЛІЗАЦІЯ НАПРУГИ НАВАНТАЖЕННЯ В КОМБІНОВАНІЙ СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З ПОНОВЛЮВАЛЬНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

О.О. Шавьолкін, д.т.н., професор

Київський національний університет технологій та дизайну

М.І. Кравченко, магістрант

Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: комбінована система електроживлення, поновлювальні джерела електроенергії, перетворювальний агрегат, стабілізація, вольто-додатний пристрій, автономний інвертор напруги, моделювання.

Зараз широкого розповсюдження набувають комбіновані системи електроживлення локальних об'єктів (КСЕ) з поновлювальними джерелами електроенергії (ПДЕ), що працюють паралельно з централізованою мережею змінного струму. Проте, в існуючих перевантажених мережах можливі значні відхилення напруги, що негативно впливає на споживачів.

Розглянемо можливості для вирішення питання стабілізації напруги споживачів локального об'єкта для однофазної КСЕ. Виходимо з наступного:

- перетворювальний агрегат (ПА) не в змозі забезпечити підтримку напруги мережі стабільною, хоча при наявності генерації ПДЕ сприяє розвантаженню мережі за активною та реактивною потужністю. Мережевий інвертор ПА при роботі паралельно з мережею є веденим і зберігає працездатність в широкому діапазоні напруг;

- не потрібна стабілізація в автономному режимі роботи при відключенні мережі, в даному випадку стабілізацію напруги споживачів забезпечує ПА при наявності генерації енергії ПДЕ;

- нормально допустимі і гранично допустимі значення усталеного відхилення напруги δU_y на виводах приймачів електричної енергії дорівнюють відповідно $\pm 5\%$ і $\pm 10\%$ від номінальної напруги електричної мережі за ДСТУ 721 і ДСТУ 21128;

- рішення з використанням додаткових пристроїв повинно бути максимально інтегровано в систему управління ПА і в роботі сумісно з мережевим інвертором.

Найбільш просто вирішується питання з використанням вольто-додатного пристрою з вихідним трансформатором, вторинна обмотка якого підключається послідовно з навантаженням. Потужність трансформатора визначається граничними значеннями відхилення напруги мережі і буде максимальною при стабілізації на фіксованому рівні - 220 В. Так, якщо прийняти відхилення $\pm 30\%$, то потужність трансформатора складе 30% від максимальної потужності навантаження. Деякого зниження потужності можна досягти, якщо стабілізація здійснюється тільки при виході напруги за граничні значення 220-5% і 220 + 5%.

Можливі варіанти реалізації вольто-додатного пристрою:

- а) стандартне рішення з дискретним регулюванням напруги вольто-додатного трансформатора, наприклад, з використанням симісторів;
- б) плавне регулювання з використанням автономного інвертора напруги (АІН) в якості регульованого джерела напруги первинної обмотки трансформатора;
- в) плавне регулювання з використанням ШІМ - регулятора змінної напруги (на транзисторах) на вході вольто-додатного трансформатора.

Варіант а) незважаючи на «уявну» простоту реалізації досить громіздкий в реалізації і габаритах при використанні багатообмоткового трансформатора і великої кількості ключів для зміни полярності і значення вихідної напруги. Рішення б) і в) на сучасному рівні істотно простіше, використовують від 2 до 4 ключів і двохобмотковий трансформатор.

При виборі рішення слід враховувати особливість ПА, який поєднує функцію силового активного фільтра і забезпечує підтримку в точці підключення до мережі одиничного коефіцієнта потужності в цілодобовому режимі роботи незалежно від наявності генерації енергії ПДЕ. Мережевий інвертор працює в режимі джерела струму і напруга постійного струму на його вході дещо підвищена $U_d \geq 1.15 U_{1m}$ (U_{1m} - амплітуда напруги мережі). Це дозволяє використовувати схему напівмостового інвертора вольто-додатного пристрою на двох ключах при підключенні до входу мережевого АІН через ємнісний дільник напруги.

Важливим питанням є місце підключення вольто-додатного трансформатора: до або після точки підключення ПА. Так, при підключенні трансформатора до мережевого інвертора у вторинній обмотці протікає струм, що генерується ПДЕ і струм навантаження. Якщо час генерації енергії ПДЕ і максимального споживання енергії споживачем збігаються, струм зменшується.

Запропоновано варіант побудови структури КСЕ з вольт-додатним інвертором, який працює аналогічно мережевому інвертору в режимі джерела струму з зовнішнім ПІ-регулятором напруги, забезпечуючи підтримку заданого значення напруги на навантаженні за законом, що задається напругою мережі. Результати моделювання системи з використанням програмного пакету Matlab підтверджують працездатність запропонованих рішень.

Подальшим напрямком роботи є вдосконалення системи управління та дослідження роботи схеми в різних режимах стабілізації.

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.