

О.С.Яндульський, д.т.н., проф.; А.Б.Нестерко, к.т.н; Г.О.Труніна; О.В.Тимохін

ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ СПРАЦЮВАНЬ СИСТЕМИ РПН ТРАНСФОРМАТОРА В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ З ДЖЕРЕЛАМИ РОЗОСЕРЕДЖЕНОГО ГЕНЕРУВАННЯ

З ростом частки джерел розосередженого генерування (ДРГ) на основі відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) збільшується їх вплив на режими роботи розподільних електричних мереж (РЕМ), зокрема на регулювання напруги у вузлах мережі. Для зменшення рівнів напруги у вузлах мережі з метою підвищення потужності генерування ДРГ, застосовують системи регулювання положення РПН трансформаторів [1], але при змінному характері генерування ДРГ збільшується кількість перемикачів положення системи РПН, що призводить до зменшення її терміну служби [2]. Слід зазначити, що ДРГ має здатність самостійно регулювати напругу у вузлі підключення до мережі. Для цього ДРГ може знижувати свою активну потужність або регулювати коефіцієнт потужності, що передбачає споживання реактивної потужності та призводить до збільшення втрат активної потужності в мережі, але при цьому сприяє зменшенню кількості перемикачів системи РПН.

Для уникнення ряду недоліків роботи окремо взятих засобів регулювання напруги, у тому числі, для зменшення кількості перемикачів положення системи РПН трансформаторів, пропонується виконувати координування роботи засобів регулювання напруги на основі теорії чутливості, що передбачає визначення коефіцієнтів чутливості по напрузі відносно зміни реактивної потужності пристроїв компенсації, і таким чином, дозволяє встановити яким саме пристроєм слід регулювати напругу у конкретному вузлі мережі [3].

В даній роботі пропонується підхід до регулювання напруги в РЕМ з ДРГ, що передбачає координоване керування синхронних компенсаторів (СК), РПН трансформаторів та ДРГ. Система керування побудована таким чином, щоб врахувати коефіцієнти чутливості зміни напруги у вузлах РЕМ відносно зміни реактивної потужності СК (1). Таким чином, для регулювання напруги у конкретному вузлі мережі обирається той СК, який має найбільший вплив на напругу.

$$dU_i / dQ_{CKn} = [dU_i / dQ_{CKn} \quad \dots \quad dU_m / dQ_{CKn}] \quad (1)$$

де i – номер вузла мережі; m – кількість вузлів, що відслідковуються системою координованого регулювання; n – номер СК.

Аналіз результатів дослідження показав, що при регулюванні напруги в мережі лише системами РПН трансформаторів з обмеженою (їх регулюючими діапазонами) кількістю перемикачів обумовлює порушення допустимих меж регулювання напруги у вузлах мережі та збільшення сумарної кількості перемикачів положення систем РПН, що в даному випадку становить близько 40 перемикачів. Потужність генерування ДРГ при цьому максимальна.

При поєднанні роботи системи РПН з СК, напруга в вузлах РЕМ повертається в діапазон регулювання систем РПН, що веде до збільшення їх кількості спрацювань. Сумарна кількість перемикачів положення систем РПН збільшується більш, ніж в 2 рази, а напруга в вузлах мережі наближується до допустимих меж. При цьому потужність генерування ДРГ максимальна, а втрати активної потужності в мережі збільшилися, що пояснюється споживанням реактивної потужності СК.

При переведенні ДРГ в режим $\cos\phi = \text{const}$ кількість спрацювань систем РПН зменшується в 9 разів, у порівнянні з попереднім випадком, а напруга повертається в допустимі межі. При цьому вироблена енергія ДРГ зменшується на незначну величину. Це пов'язано зі споживанням/генеруванням реактивної потужності ДРГ в режимі регулювання коефіцієнта потужності. Втрати активної потужності зменшилися, у порівнянні з попереднім випадком.

Таким чином, застосування запропонованого підходу, що передбачає координоване регулювання різнотипних засобів та ДРГ, дозволяє підвищити ефективність регулювання напруги в РЕМ при змінному характері генерування ДРГ.

Література

1. Kojovic, L.A. (2006), "Coordination of Distributed Generation and Step Voltage Regulator Operations for Improved Distribution System Voltage Regulation", IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, June 18-22, 2006, pp. 122-127.
2. Shanghai Huaming Power Equipment Co., Ltd. On-Load Tap Changer Operation Instructions, HM 0.460.1101, (2016), Guidance Document, USA
3. Trunina, A.A. (2014), "Areas of effective voltage control of distributed generation sources with inverter connecting to the electrical distribution network", Tekhnichna Elektrodynamika, vol. 5, pp. 54-56