

ПРОБЛЕМИ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ В СИСТЕМАХ
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ОБМЕЖЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Ягуп В. Г., д.т.н., проф., Церковний Д. О., e-mail: yagup.walery@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,

Ягуп К. В., д.т.н., проф.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Актуальність досліджень. Компенсація реактивної потужності є важливою складовою енергетичної політики розвинених країн світу. Генерація електричної енергії є складною і високовартісною справою, пов'язаною із витратою таких природних ресурсів, як вугілля, нафта, газ та інше. Коефіцієнт корисної дії турбін для генерації електроенергії зазвичай не перевищує 30-40%, і перспективи його підвищення представляються сумнівними. В тракці передачі і споживання виробленої електроенергії виявляються додаткові втрати [1, 2]. Вони обумовлені такими і факторами, реактивності навантажень і ліній електропередачі, а також несиметрією навантажень в трифазних системах електропостачання. Це створює в системі циркулювання реактивної потужності, яка призводить до значних збільшень струмів, що вони споживаються від джерел електроенергії. Ці струми перевантажують лінії електропередачі, а внаслідок цього можуть суттєво спадати напруги у вузлах споживання електроенергії. Зазначені фактори актуалізують проблему компенсації реактивної потужності, оскільки саме вирішення цієї проблеми дозволяє саме на етапі передачі та споживання електроенергії суттєво підвищити коефіцієнти потужності та корисної дії. Ці проблеми свого часу ставилися на високий рівень і були регламентовані відповідними законодавчими актами і галузевими інструкціями.

Основні матеріали дослідження. На сьогоднішній день практично відсутні документи, які строго обмежують споживання реактивної потужності, а ті штрафи, які можуть накладатися на споживачів за надмірне споживання реактивної потужності, не стимулюють споживачів електроенергії до впровадження засобів компенсації реактивної потужності. Актуальними залишаються питання про встановлення відповідальності споживачів за створення реактивної потужності в системі електропостачання, в тому числі і шляхом умикання споживачів, що вносять асиметрію і несинусоїдальність споживаних струмів. В перспективі ці проблеми знайдуть своє рішення при модернізації електроенергетичних систем, застосування засобів силової та інформаційної цифрової електроніки, переходу до інтелектуальних систем [3, 4, 5]. Але зараз, в умовах воєнного часу, коли війська РФ цілеспрямовано виводять з ладу електричні підстанції та мережі, складається надзвичайно критична ситуація з електропостачанням. Внаслідок пошкоджень низки ліній електропередачі зростає навантаження на решту ліній. Крім того збільшується еквівалентний опір ліній електропередачі. Це призводить до збільшення втрат напруги і потужностей на лініях електропередачі і, напруга у вузлах навантажень значно знижується, а струми в лініях зростають. Це викликає необхідність аварійних відключень електропостачання. Поглиблюється негативний вплив несиметрії в трифазних системах. В таких умовах єдиним раціональним заходом слід признати застосування конусних конденсаторів як для симетрування систем фазних струмів і напруг, так і задля компенсації реактивних складових потужностей в системі. Застосування сучасних математичних методів і комп'ютерних засобів дозволяє ефективно вирішити проблему вибору ємностей комплекту конденсаторних батарей для досягнення оптимальних режимів систем електропостачання. Зокрема, запропонований метод пошукової оптимізації дає точні результати щодо параметрів компенсуючих і симетруючих пристроїв для трипровідних та чотирипровідних систем електропостачання при заданих параметрах мережі та навантаження [6-8]. Процес пошуку рішення відбувається при цьому завдяки застосуванню сучасних методів оптимізації. Використані вбудовані в програмні пакети методи на основі деформованого багатогранника

показали свою придатність для розв'язання задач цього класу. Сама система електропостачання представляється при оптимізації засобами візуального моделювання, що позбавляє дослідника необхідності складати системи складних рівнянь або програмувати рішення на алгоритмічних мовах.

Висновки. Заслугує уваги знаходження за допомогою пошукової оптимізації режиму повної компенсації реактивної потужності в системі електропостачання. При цьому компенсується не тільки реактивна потужність навантаження, але й реактивна потужність самої мережі. При певних умовах режим повної компенсації досяжний за допомогою тих же самих батарей конденсаторів, які шунтують навантаження, тобто, за допомогою поперечної компенсації. При сумірній індуктивності мережі відносно навантаження часткова компенсація лише реактивної потужності навантаження може не давати належного підвищення напруги у вузлах підключення навантажень. Напруги, близькі до номінальних, можуть бути отримані лише в режимі повної компенсації. До таких висновків призвели чисельні комп'ютерні експерименти на візуальних моделях із застосуванням методу пошукової оптимізації.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Интермет Инжиниринг. 2006. 672 с.
2. Герасименко А. А., Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии. Ростов-Дон: Феникс. 2006. 720 с.
3. Acha. E., Agelidis V.G., Anaya-Lara O., Miller T. J. E. Power Electronic Control in Electrical Systems. Newnes. 2002. 443 p.
4. European Smart Grids Technology Platform: vision and Strategy for Europe's Electricity Networks of the Future. European Commission. 2006. 44 p.
5. Zubair Ahmed Memon, Mohammad Aslam Uqaili, Mukhtiar Ali Unar– Design of Three-Phase Hybrid Active Power Filter for Compensating the Harmonic Currents of Three-Phase System. *Mehran University Research Journal of Engineering and Technology*. April 2012.
6. Ягуп В. Г., Ягуп Е. В. Определение режима компенсации реактивной мощности в четырехпроводной трехфазной системе электроснабжения с помощью поисковой оптимизации. *Технелектродинаміка*. 2016. № 1. С. 60–66. DOI:<https://doi.org/10.15407/>
7. Ягуп В. Г., Ягуп Е. В. Расчет параметров симметро-компенсирующего устройства трехфазной системы электроснабжения на основе декомпозиции системы. *Техн. електродинаміка*. 2016. № 6. С. 20–26. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2016.06.020>
8. Ягуп В. Г., Ягуп Е. В. Применение оптимизационных методов для решения задач улучшения показателей электрических систем: Монография. – Харьков: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2017. – 170 с.