

УДК 621.316

О.Г. ГРИБ¹, Д.А. ГАПОН¹, А.О. ЗУЄВ¹, Р.В. ЖДАНОВ²

ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЖИВЛЯЧОЇ МЕРЕЖІ ПРИ ПІДКЛЮЧЕННІ ПРИСТРОЮ З АКТИВНИМ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ

¹Національний технічний університет

"Харківський політехнічний інститут",

²Красноградський РЕМ АТ «Харківобленерго»

Анотація. Авторами досліджено характер та чинники погіршення якості електроенергії в мережі обумовлене роботою пристрою з активним перетворювачем. Зроблено висновки щодо необхідності і напрямків подальших досліджень та врахування подібних явищ у нормативній документації.

Ключові слова: якість електроенергії, вищі гармоніки, частотний перетворювач.

ВСТУП

У рамках експериментальних досліджень методів вимірювання спектрального складу напруг і струмів електричних мереж фахівцями НТУ «ХП» (м. Харків) і Красноградського РЕМ АТ «Харківобленерго» (Харківська область) були виконані виміри показників якості електричної енергії (ПЯЕ) в різних точках енергосистеми в безпосередній близькості від різних об'єктів народного господарства. У результаті вимірів були виявлені істотні порушення норм ПЯЕ на шинах 0,4 кВ (рис.1).

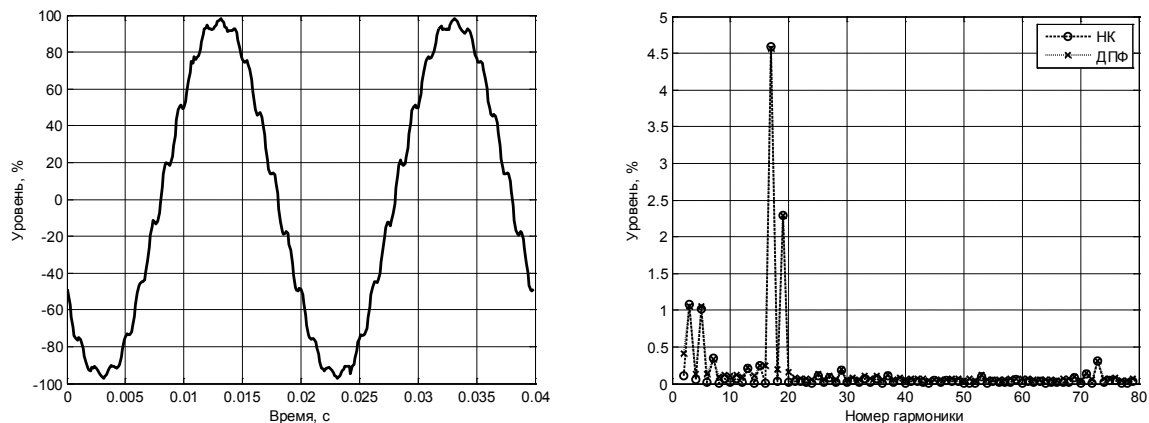


Рис.1. Форма напруги на шинах 0,4 кВ та її спектр

Достовірність отриманих результатів підтверджується тим, що майже співпадаючі значення отримані двома різними методами (ДПФ та НК). В обох випадках використовувалися базові інтервали 10 періодів, 3 секунди та 10 секунд згідно затвердженої методики СОУ-Н ЕЕ 40.1-37471933-55:2011. Перший метод базується на дискретному перетворенні Фур'є та відповідає МЭК 61000-4-7:2002 [1]. Другий метод використовує апроксимацію методом найменших квадратів та має деякі переваги, зокрема відсутність ефектів пов'язаних з некратністю інтервалу спостереження цілому числу періодів основної гармоніки [2].

Як з'ясувалося, джерелом спотворень був частотний привід двигуна, з активним коректором коефіцієнта потужності, застосований на буровій установці. Останнім часом подібні пристрої все частіше знаходять застосування на напругах 3-11 кВ, при цьому, згідно з більшістю публікацій, сприяють поліпшенню показників електроспоживання. Однак, на рис.1, можна побачити підвищений рівень 17 (4,62%) і 19 (2,31%) гармонік, а також наявність ще більш високочастотних складових, таких як 73 гармоніка з рівнем 0,3%. З'ясувати походження таких можна розглянувши принцип дії подібних пристроїв.

Більшість перетворювачів на напруги 3-11 кВ побудовані по аналогічних схемах незалежно від їх виробника. Силова схема перетворювача складається з вхідного багатообмоточного трансформатора і силових комірок (рис. 2). Вихідна напруга формується послідовним з'єднанням силових комірок кожної фази. Базова частота перемикачів ШІМ в кожній комірці становить 700-900 Гц. Число комірок на фазу може коливатися в діапазоні від 3 до 9. Таким чином, ефективна частота ШІМ дорівнює добутку базової частоти на число комірок, тобто від 2100 до 7200 Гц. Відповідно до заяв виробників загальний коефіцієнт гармонік THD вхідного струму не перевищує 0,5%. Однак, при цьому, для розрахунку використовуються тільки гармоніки до 40-ї (2000 Гц), як це передбачено ГОСТ 13109-97. Але ефективна частота ШІМ такого перетворювача знаходиться за межами даного діапазону.

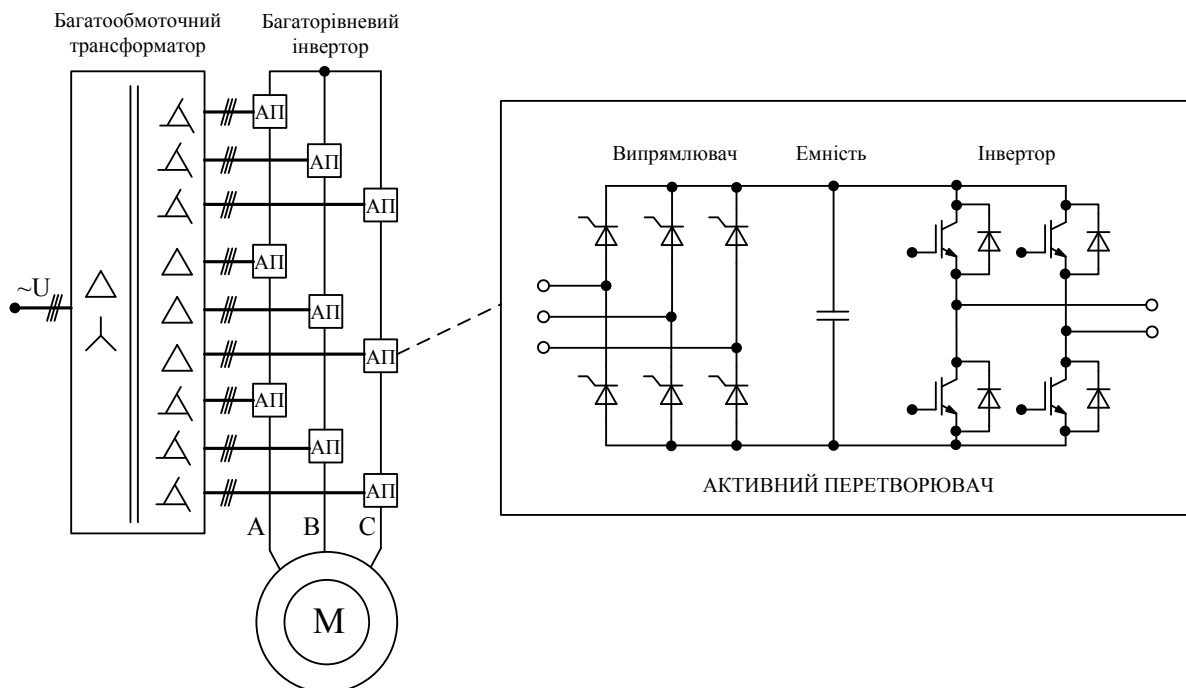


Рис. 2. Функціональна схема частотного перетворювача

Повертаючись до розглянутого об'єкта (рис. 1) можна припустити, що наявність складових 850-950 Гц пов'язана з базовою частотою ШІМ, а частота 3650 Гц є чотирьохкратною відносно базової, тобто в приладі використовується чотири силових комірочки на кожну вихідну фазу. Жоден з виробників не вказує на можливість появи 17 гармонійної складової з амплітудою більш ніж 2 відсотки в будь-якому режимі роботи пристрою. Але в багатьох випадках передбачена можливість використання пристрою навіть за умови виходу з ладу частини силових комірок. Представляється вірогідним що саме такий випадок і був виявлений в ході замірів. Також скидаються можливими випадки неправильної роботи системи керування перетворювача або виникнення резонансу.

ВИСНОВОК

Використання пристроїв з активними випрямлячами в деяких випадках призводить до погіршення якості електричної енергії. При розробці та впровадженні нормативної бази та стандартів ПЯЕ слід врахувати можливі наслідки поширення подібних приладів з активними перетворювачами та розширити діапазон нормованих гармонійних складових не менш як до 200 гармоніки, тим більше, що реалізація подібних вимог на сучасній апаратній базі не є проблемою [3,4]. Також скидається доцільним проведення ряду досліджень щодо взаємодії подібних пристроїв з іншими елементами енергосистеми в тому числі і на можливість резонансних явищ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Контроль и учет электроэнергии в современных системах электроснабжения / В.И. Васильченко, О.Г. Гриб, Г.А. Сендерович и др. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. – 204с.
2. Метод измерения показателей качества и энергопотребления в электрических сетях // О.Г. Гриб, Р.В.Жданов, Д.А.Гапон, А.А.Зуев. /Наукові праці ДонНТУ №2(15) 2013 С. 87-91.
3. Контроль потребления электроэнергии с учетом ее качества / О.Г. Гриб, В.И. Васильченко, Г.А. Сендерович, П.Г. Щербакова и др.; под ред. О.Г. Гриба. –Харьков: ХНУРЭ, 2010. – 444с.

4. Yubo Duan Research and design of power quality monitoring equipment // Yubo Duan / International Conference on Measurement, Information and Control (MIC), 2012 Vol.2 PP 740 – 744

Надійшла до редакції 02.12.2013р.

ГРИБ ОЛЕГ ГЕРАСИМОВИЧ – д.т.н., професор, завідувач кафедри автоматизації енергосистем, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, Україна.

ГАПОН ДМИТРО АНАТОЛІЙОВИЧ – к.т.н., доцент кафедри автоматизації енергосистем Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, Україна.

ЗУЄВ АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – к.т.н., доцент кафедри автоматики та управління в технічних системах, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків, Україна.

ЖДАНОВ РОМАН ВІКТОРОВИЧ – начальник РЕМ, Красноградський РЕМ АТ «Харківобленерго», м. Харків, Україна.