

Вплив показників якості напруги на системи електропостачання підприємств

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано показники якості напруги: відхилення напруги, несинусоїдність напруги, несиметрія напруг а також їх вплив на надійність та економічність роботи елементів систем електропостачання. Описано показники, від яких залежить відхилення напруги: споживана активна та реактивна потужність, напруга мережі живлення та опори елементів електричної мережі.

Ключові слова: Енергетична ефективність, відхилення напруги, несиметрія напруг, асинхронні двигуни, коливання напруги, вищі гармоніки.

Abstract

Voltage quality indicators are analyzed: voltage deviation, voltage non-sinusoid, voltage asymmetry, as well as their impact on the reliability and efficiency of the elements of power supply systems. Indicators on which voltage deviation depends are described: active and reactive power consumption, mains voltage and resistance of electrical network elements.

Keywords: Energy efficiency, voltage deviation, voltage asymmetry, induction motors, voltage fluctuations, higher harmonics.

Вступ

Якість напруги постійно висвітлюється в наукових дослідженнях. Стандарт ГОСТ 13109-97 регламентує такі показники якості напруги: відхилення напруги, несинусоїдність напруги, несиметрія напруг, відхилення частоти напруги. Підтримка показників якості напруги в дозволених межах дозволяє забезпечити надійну і економічну роботу систем електропостачання [1].

Для обґрунтування вказаних показників і їх допустимих меж проводяться дослідження режимів роботи електричних мереж та обладнання. Висновки, які можуть бути наведені за результатами таких досліджень є обґрунтуванням актуальності вказаної проблеми.

Результати дослідження

На об'єктах електроенергетики електромагнітні процеси, що являють собою сукупність електромагнітних явищ, мають свої характерні особливості. Так, на електричних станціях, підстанціях, лініях електропередачі мають місце постійні в часі значні напруженості електричного і магнітного полів промислової частоти (відповідно до 25 кВ/мм і 103 А/м). Пристрої управління, передачі даних, сигналізації є джерелами високочастотних перешкод.

В якості джерел електромагнітних перешкод, що створюються технічними засобами в навколишньому просторі у вигляді електричних, магнітних або електромагнітних перешкод (або струмів, або напруги у провідному середовищі), впливають на автоматичні системи управління об'єктами виробництва, можуть бути [2]:

- електромагнітні перехідні процеси в електричних мережах при комутації, а також коротких замиканнях, спрацювання розрядників;
- перехідні процеси при ударах блискавки в установку або поблизу неї;
- електромагнітні збурення в колах оперативного струму;
- електрообладнання, що працює у змінному режимі (зварювальний апарат, кранове обладнання, електроінструмент, побутові електроприлади та ін.).

Головна причина відхилень напруги в СЕП гірничих підприємств – зміна навантажень, що викликається перш за все:

- режимом роботи споживачів електроенергії;
- зміною числа підключених споживачів;
- оперативними перемиканнями;
- порушеннями роботи мережі. Значення відхилення δU_t напруги в даному пункті мережі є функцією багатьох змінних:

$$\delta U_t = fU(U_s, P, Q, Z, Y, \sum \delta U^d),$$

де P і Q – споживана активна та реактивна потужність в розглянутій мережі;

U_s – напруга мережі живлення;

Z і Y – опір і провідність елементів мережі живлення за різних варіантів електричних схем;

$\sum \delta U^d$ – сума «добавок» (додаткових значень напруги, наприклад, у трансформаторі або трансформаторах мережі живлення)

Несиметрія напруг у СЕП обумовлена наявністю потужних однофазних навантажень (індукційних плавильних і нагрівальних печей, зварювальних агрегатів, печей електрошлакового переплаву), а також трифазних, що тривалий час працюють в несиметричному режимі (наприклад, ДСП). Трифазна система напруг може бути несиметричною при живленні мережі підприємства від тягової підстанції змінного струму.

При несиметрії напруг у трифазних мережах з'являються додаткові втрати в елементах електромереж, скорочується термін служби електрообладнання, зменшуються економічні показники його роботи.

В електричних машинах змінного струму виникають магнітні поля, що обертаються з синхронною швидкістю в напрямку обертання ротора і з подвійною синхронною швидкістю – у протилежному. В результаті виникає гальмівний електромагнітний момент, а також додатковий нагрів активних частин машини, головним чином ротора, за рахунок струмів подвійної частоти.

В асинхронних двигунах (АД) при коефіцієнтах зворотної послідовності напруг, що зустрічаються на практиці ($K_{2U} < 0,05-0,06$), зниження обертового моменту АД виявляється дуже незначним. Вплив несиметрії на втрати в електродвигуні більшою мірою супроводжується скороченням терміну служби ізоляції [3].

При несиметрії напруг мережі в синхронних двигунах (СД) поряд з виникненням додаткових втрат, нагріванням статора і ротора можуть виникнути небезпечні вібрації в результаті появи знакозмінних обертаючих моментів і тангенціальних сил.

Коливання напруги, що виникають при роботі шахтних підйомних машин, негативно позначаються на зоровому сприйнятті предметів, деталей, графічних зображень і, в кінцевому рахунку, на продуктивності праці й зорі працівників. Подразником зорового аналізатора є світлова енергія.

При наявності вищих гармонік в СЕП з'являються додаткові втрати в електричних машинах, трансформаторах і мережах, ускладнюється компенсація реактивної потужності (КРП) за допомогою БК; скорочується термін служби ізоляції електричних машин і апаратів; погіршується робота пристроїв автоматики, телемеханіки і зв'язку, мають місце й інші негативні наслідки.

Висновок

Розглянуто показники якості напруги: відхилення напруги, несинусоїдність напруги, несиметрія напруг. Відхилення напруги залежить від багатьох показників, серед яких споживана активна та реактивна потужність, напруга мережі живлення та опори елементів електричної мережі. Впливаючи на ці показники можна регулювати зазначений параметр якості напруги.

Відхилення напруги впливає на надійність роботи електроприводів та засобів електроніки а також на якість освітлення.

Збільшення несиметрії напруги викликає підвищення втрат електроенергії в електричних мережах, скорочення терміну служби обладнання, зокрема асинхронних електроприводів.

Наявність вищих гармонік в системах електропостачання викликає додаткові втрати енергії в електричних машинах і трансформаторах, скорочення терміну служби ізоляції, погіршення роботи електроніки та пристроїв компенсації реактивної потужності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Д. М. Калюжний, А. О. Карюк, І. Є. Щербак. Конспект лекцій з 1 курсу : «електропостачання та енергозбереження». Харків, 2011. 125 с. – Режим доступу : [78066754.pdf \(core.ac.uk\)](#)
2. Г. Г. Півняк, І. В. Жежеленко, Ю. А. Папаїка. Енергетична Ефективність Систем електропостачання. Вид. 2. Дніпро, 2018. 148 с.
3. Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання гірничих підприємств з нелінійними навантаженнями: дис. ... д-ра техн. наук : 05.09.03 / НТУ «Дніпровська політехніка». Дніпро, 2019. 320 с.

Тетяна Федорівна Вдовиченко – студентка групи ЕЕ-216, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: taniavdovichenko9@gmail.com

Бабенко Олексій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. oleksij_babenko@ukr.net.

Tetyana F. Vdovychenko - Faculty of Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: taniavdovichenko9@gmail.com

Babenko Olexii V. – Cand. Sc. (Eng), Assistan Professor of electrical power consumption and power management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, oleksij_babenko@ukr.net.