

ВПЛИВ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАПРУГИ НА ЕНЕРГЕТИЧНУ ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

НТУ «Дніпровська політехніка»

Буртний Дмитро Іванович

Науковий керівник: д.т.н., професор Папаїка Юрій Анатолійович

Обсяги використання джерел електричної енергії визначають рівень розвитку матеріально-технічного потенціалу суспільства, а дефіцит енергоресурсів не сприяє підвищенню рівня життя в країні.

Показники зниження відносних витрат електричної енергії в електричних мережах країн Європейського союзу знаходяться в межах 4-7%. В Німеччині - 4%, у Франції, Австрії, Бельгії, Чехії – 5%, Італії та Швейцарії – 7%. В Україні ці показники складають приблизно 20-25% [5].

Враховуючи поточну ситуацію з зниження енергетичної ефективності функціонування енергосистеми України, набуває актуальності питання підвищення ефективності передачі та споживання електроенергії, а також зниження рівня споживання електроенергії усіма галузями промисловості.

Поняття енергоефективності є комплексом організаційно-технічних та економічних заходів, спрямованих на раціональне використання енергетичних ресурсів у виробничій та інших сферах життєдіяльності.

В останні роки спостерігається зростання економічних витрат на енергетичні ресурси, внаслідок чого збільшуються й економічні витрати через втрати активної потужності. Таким чином, питання зниження втрат активної потужності стає все більш актуальним.

Варто відзначити, що високий рівень втрат активної потужності не завжди обумовлений ступенем зношеності електричних мереж, а також має електромагнітну та технологічну складові [5].

Електромагнітна складова визначається збільшенням витрат активної потужності і скороченням терміну служби ізоляції електрообладнання [3-4]. Технологічна складова збитку виникає під впливом якості електричної енергії на продуктивність технологічних установок і собівартість продукції, що випускається.

Таким чином, для вирішення питання підвищення енергоефективності необхідний комплексний підхід до вивчення процесів підвищення енергоефективності електротехнічного комплексу країни в цілому.

Розглядаючи питання впливу показників якості напруги на енергетичну ефективність систем електропостачання слід навести дані аналізу документів визначення рівнів електромагнітної сумісності [1], оскільки крім кількісних показників, електрична енергія повинна відповідати ряду якісних показників.

В Україні якість електричної енергії має відповідати вимогам ГОСТ 13109-97 та стандарту EN 50600 [2].

За матеріалом цього документу нормується ряд наступних показників якості електричної енергії:

- відхилення напруги;

- несинусоїдальність напруги;
- несиметрія напруги;
- відхилення частоти.

Відхилення напруги є одним з показників якості електричної енергії, наряду з коефіцієнтом несиметрії та відхиленням частоти напруги.

Коливання величини напруги мережі живлення негативно впливають на роботу освітлювальних пристроїв і асинхронних електродвигунів. При зниженні напруги знижується яскравість і потужність світлового потоку від ламп розжарювання, що призводить до зниження продуктивності праці і може спричинити травматизм на робочому місці. Знижена напруга також спричиняє зупинення електричних двигунів та виникнення системної аварії на підприємстві.

У разі збільшення напруги, яскравість освітлення збільшиться, але термін служби лампи значно скоротиться. Встановлено, що зі збільшенням напруги на 10% понад нормативну, робочий ресурс лампи скорочується втричі. При зростанні напруги на затискачах електроприводу істотно зростає споживання реактивної потужності і відповідно нагрівання. Це може стати причиною навантаження електричного двигуна і виходу його з ладу. Крім цього існує висока ймовірність пробоя ізоляції на корпус та ураження людей електричним струмом.

При детальному розгляді впливу якості електроенергії на технологічні втрати можна помітити, що основний фактор зниження продуктивності - зниження частоти в електричній мережі. Це провокує зниження швидкості обертання електричних двигунів та відповідно знижує продуктивність технологічного обладнання. При цьому збільшення частоти мережі також провокує аварійні ситуації та приводить до виходу з ладу технологічного устаткування внаслідок підвищення швидкості обертання електропривода.

Погіршення несинусоїдальності напруги призводить до появи негативних наслідків електротехнічного та технологічного характерів в системах електропостачання, до яких відносяться: додаткові втрати потужності в трансформаторах та двигунах, які виникають під дією вищих гармонік; скорочення терміну служби ізоляції, через надмірний нагрів упродовж значної кількості часу; зниження результуючого коефіцієнту потужності.

Слід уточнити, що ступінь важкості наслідків, залежить від типу електричного обладнання, оскільки окремі групи електрообладнання по-різному реагують на зміну спотворення синусоїдальності, але всі вони схильні до впливу несинусоїдності.

В першу чергу негативні наслідки спричинені не тільки додатковим нагріванням електроприймачів від вищих гармонік струму, але й тим, що вищі гармоніки утворюють складові прямої послідовності (1, 4, 7-я і т.д.), зворотної послідовності (2, 5, 8-я і т.д. д.) і нульової послідовності (гармоніки кратні трьом). Струми нульової послідовності створюють додаткове підмагнічування сталі в електричних машинах, що призводить до погіршення характеристик цих електроприймачів та додаткового нагрівання статорів та магнітопроводів

трансформаторів. Зазвичай вищі гармоніки напруги, підсумовуючись з основною гармонікою, сприяють підвищенню напруги, що діє, на затискачах ЕП.

Вищі гармоніки напруги знижують результуючий \cos асинхронного двигуна та призводить до збільшення нагрівів, які не представляють безпосередньої небезпеки, але значною мірою можуть знижувати термін служби двигунів.

Оскільки асинхронні двигуни є основним навантаженням систем електропостачання і набули використання майже у всіх областях промисловості, погіршенням несинусоїдальності напруги впливає не тільки на втрати електричної енергії під час її передачі, але й має значний економічний ефект, який виникає при передчасному виході двигунів з ладу та викликає необхідність заміни.

Також до негативних наслідків несинусоїдальності напруги відноситься їх дія на пристрої релейного захисту, автоматики, телемеханіки та зв'язку.

Висновки

Широке поширення обладнання яке формує нелінійне навантаження в електричних мережах підвищує актуальність питання електромагнітної сумісності та контролю якості електричної енергії. Дотримання показників якості електричної енергії на нормованому рівні позитивно впливає на роботу електрообладнання та у більшій кількості випадків дозволяє обладнанню гарантовано відпрацювати свій ресурс.

Висока якість електричної енергії призводить до збільшення енергетичної ефективності електричних мереж за рахунок зменшення втрат активної та реактивної потужностей та має прямий економічний ефект, який підвищує матеріально-технічний потенціал держави.

Перелік використаних джерел

1. Енергетична ефективність систем електропостачання гірничих підприємств з нелінійним навантаженням; автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.09.03 / Папайка Юрій Анатолійович ; Нац. техн. ун-т "Дніпров. політехніка". - Дніпро, 2019. - 36 с. : рис., табл.
2. Жежеленко І.В. Електромагнітна сумісність у системах електропостачання: Підручник / І.В. Жежеленко, А.К. Шидловський, Г.Г. Півняк, Ю.Л. Саенко.-Д.:Нац.гірнич.ун-т, 2009.-319 с.:іл.