

І. В. Гладь¹
А. О. Соломчак¹

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕЛІНІЙНОСТІ ГРУПОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТІВ

¹Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Наведено результати експериментальних досліджень групових навантажень трансформаторних підстанцій населених пунктів. Досліджено спектральний склад фазних струмів і напруг, виявлено несинусоїдність струмів до 40 %, а також характер їх змін протягом доби.

Ключові слова: несинусоїдність, струм, напруга, навантаження, вищі гармоніки.

Вступ

Гармоніки струму, створювані нелінійними навантаженнями, можуть спричинити серйозні проблеми для систем електроживлення. Сама проблема вищих гармонік не є новою, проте основні дослідження були спрямовані на електричні мережі промислових підприємств. Останніми роками частка нелінійних побутових електроприладів значно зросла. В першу чергу це електроприлади, обладнані імпульсними блоками живлення (телевізори, комп'ютери, зарядні пристрої, аудіо і відео пристрої), прилади з семісторними і тиристорними регуляторами (пилососи, фени, електроінструменти), мікрохвильові печі та люмінесцентні лампи з електронними ПРА.

Матеріали дослідження

Об'єктом досліджень є розподільні мережі 0,4 кВ населених пунктів, які мають значну частку нелінійних електроприймачів.

Предметом дослідження є гармоніки струму в фідерах 0,4 кВ підстанцій та на головному вводі ТП 10/0,4 кВ.

Завданням досліджень є вимірювання миттєвих значень струму і напруги на головних вводах 0,4кВ ТП 10/0,4 кВ та моніторинг протягом доби гармонічних складових струму та напруги.

Наукова новизна полягає в дослідженні несинусоїдності групових навантажень комунально-побутових та адміністративних електроприймачів в міських електромережах.

Засобом дослідження миттєвих значень струмів та напруг є інформаційно-вимірювальний комплекс кафедри електропостачання та електрообладнання Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу шляхом приєднання виводів давачів напруги до шин 0,4 кВ ТП та накидування струмовимірювальних петель на шини головного вводу ТП (рис. 1). Моніторинг спектрального складу струмів і напруг протягом доби проводився за допомогою приладу Ресурс-UF2M.

Ефекти, зумовлені вищими гармоніками напруги і струму, можуть бути розділені на ефекти миттєвого та тривалого виникнення.

Проблеми миттєвого виникнення включають: спотворення форми живлячої напруги; падіння напруги в розподільчій мережі; ефект гармонік, кратних трьом (у трифазних мережах); резонансні явища на частотах вищих гармонік; наведення в телекомунікаційних і керувальних мережах; підвищений акустичний шум в електромагнітному обладнанні; вібрація в електромашинних системах.

Проблеми тривалого виникнення включають: нагрів і додаткові втрати в трансформаторах та електричних машинах; нагрів конденсаторів; нагрів кабелів розподільчої мережі.

Згідно з вимогами [1—4] гармонічні спотворення, викликані одним споживачем, має бути обмежені до точки приєднання до мережі, і вся система повинна працювати без істотних нелінійних

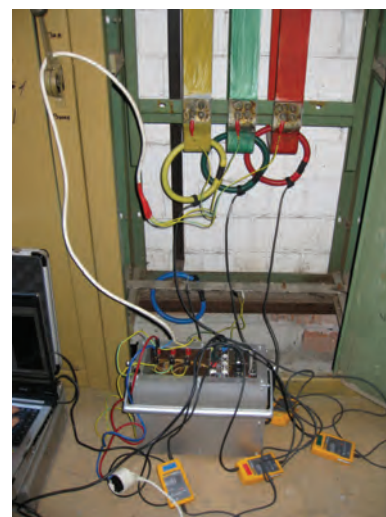


Рис. 1. Приєднання вимірювальних давачів

спотворень. Рекомендовані межі спотворення струму стосуються загального спотворення струму споживання. Гармонічні спотворення струму визначаються в процентах від максимального навантаження струму споживання (15 або 30 хв. споживання).

Згідно з [4] струм навантаження трансформатора має бути приблизно синусоїдальний. Коефіцієнт гармонік не повинен перевищувати 0,05.

Розкладання періодичного несинусоїдного сигналу в ряди Ейлера–Фур'є, а також використання швидкого перетворення Фур'є дало змогу обчислити значення кожної гармоніки на основі дискретного вхідного сигналу.

Для дослідження в реальних умовах була вибрана одна з вузлових підстанцій обласного центру. Основними електроприймачами є комунально-побутові та офісно-адміністративні споживачі.

На рис. 2, 3 показано форми кривих струмів і напруг головного вводу ТП 10/0,4 кВ.

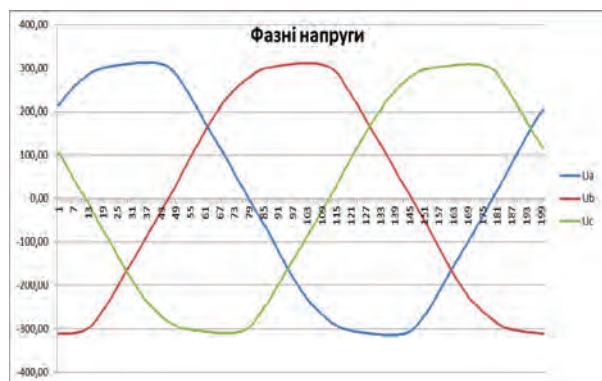


Рис. 2. Фазні напруги

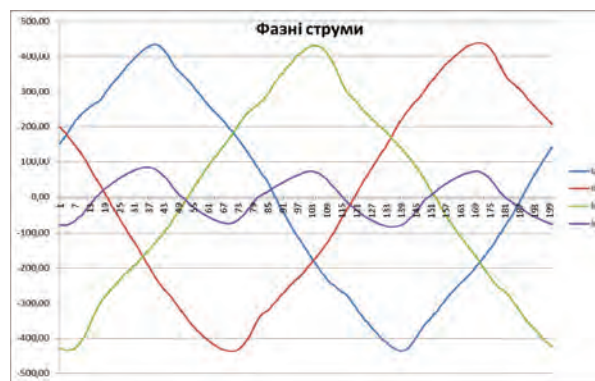


Рис. 3. Фазні струми

На рис. 4, 5 показано добові графіки коефіцієнтів спотворення синусоїдності фазних струмів та напруг. На рис. 6 подано добові графіки активного навантаження ТП. На рис. 7—9 наведено спектральний склад струмів фаз (середні і найбільші значення).

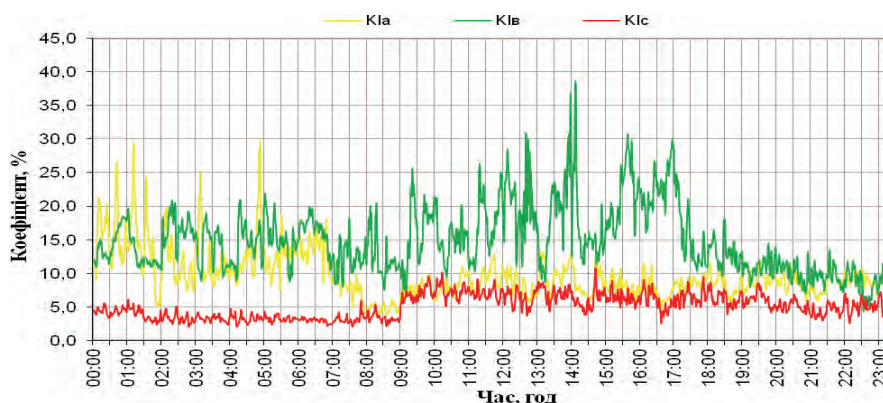


Рис. 4. Графіки коефіцієнтів спотворення синусоїдності фазних струмів

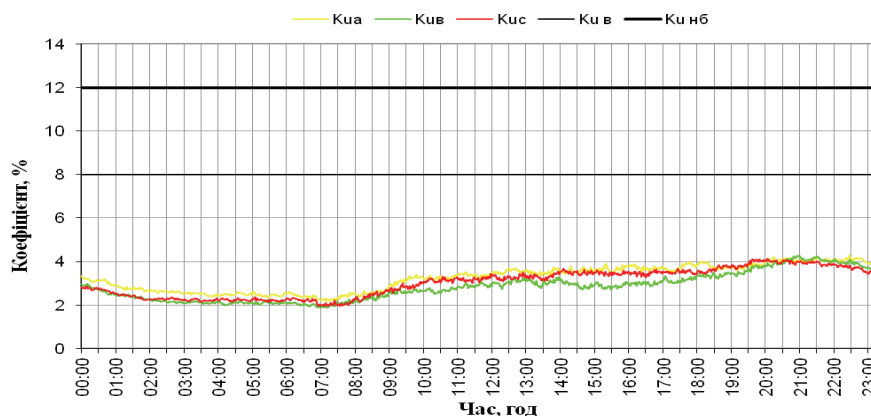


Рис. 5. Графіки коефіцієнтів спотворення синусоїдності фазних напруг

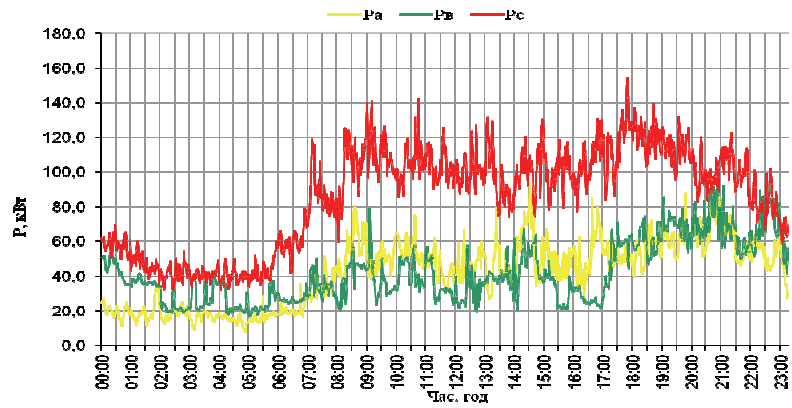


Рис. 6. Графіки активної фазної потужності

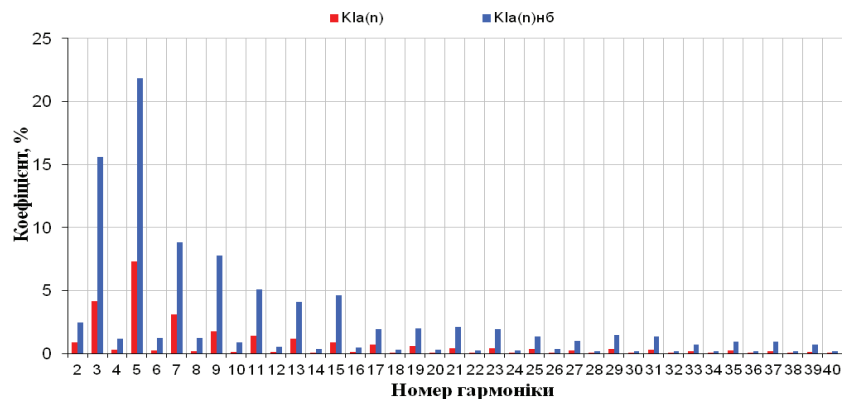


Рис. 7. Коефіцієнти n -х гармонічних складових струму фази А

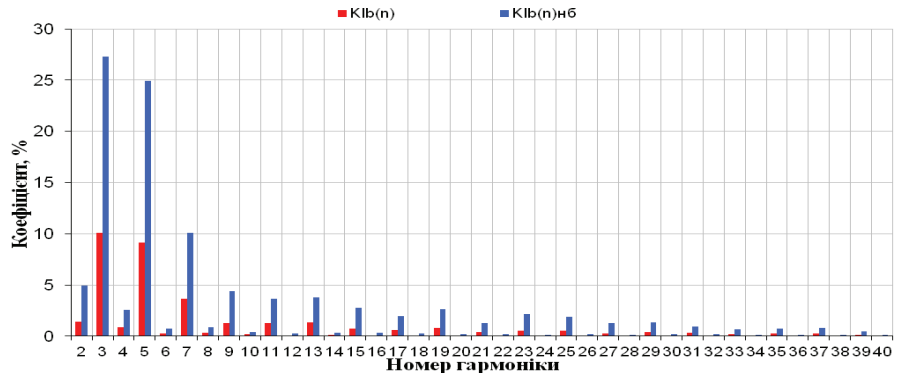


Рис. 8. Коефіцієнти n -х гармонічних складових струму фази В

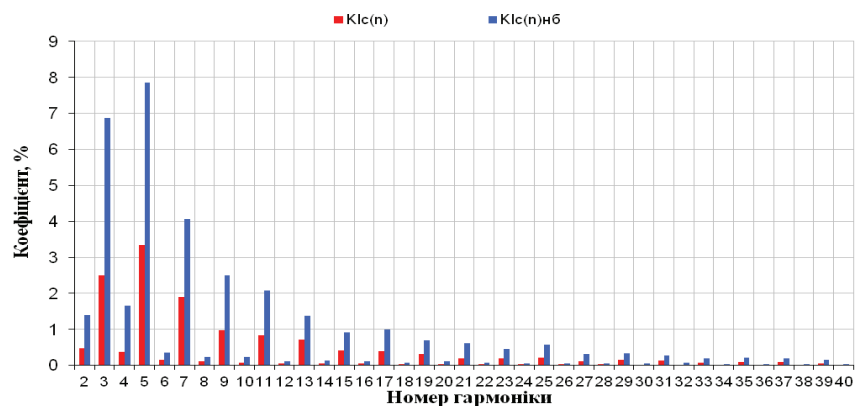


Рис. 9. Коефіцієнти n -х гармонічних складових струму фази С

Висновки

Коефіцієнт гармонік струму на ввіді силового трансформатора ТП 10/0,4 досягав в окремі періоди доби 38 %. При цьому коефіцієнт гармонік напруг не перевищував 5 %. У спектральному складі групових навантажень, в основному, присутні непарні гармоніки включно до 15. Найбільшими є 3 і 5 гармоніки, які сягають 30 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ ІЕС 61000-3-2:2008 «Електромагнітна сумісність. Частина 3—2. Норми на емісію гармонік струму (для сили вхідного струму обладнання не більше 16А на фазу)».
2. IEEE Std 519-1992 «IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electrical Power Systems».
3. IEEE Std C57.110-1998 «IEEE Recommended Practice for Establishing Transformer Capability When Supplying Nonsinusoidal Load Currents».
4. IEEE Std C57.12.00-2000 «IEEE Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers».

Рекомендована кафедрою електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 30.01.2014

Гладь Іван Васильович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри електропостачання і електрообладнання промислових підприємств, **Соломчак Антін Олегович** — магістр, solomchak@ukr.net.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

I. V. Hlad¹
A. O. Solomchak¹

Research of nonlinearity of electrical group loads settlements

¹Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

The results of experimental research of the group load transformer substations of settlements have been offered. The spectral composition of the phase currents and voltages has been carried on, non-sinusoidal currents to 40 % have been detected and the character of their changes during the day has been determined in the paper.

Keywords: non-sinusoidal, current, voltage, load, higher harmonics.

Hlad Ivan V. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of electrical and electrical industry, **Solomchak Antin O.** — M. S., e-mail: solomchak@ukr.net.

И. В. Гладь¹
А. О. Соломчак¹

Исследование нелинейности групповых электрических нагрузок населенных пунктов

¹Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Приведены результаты экспериментальных исследований групповых нагрузок трансформаторных подстанций населенных пунктов. Исследован спектральный состав фазных токов и напряжений, выявлена несинусоидальность токов до 40 %, а также установлен характер их изменения на протяжении суток.

Ключевые слова: несинусоидальность, ток, напряжение, нагрузка, высшие гармоники.

Гладь Иван Васильевич — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий, **Соломчак Антон Олегович** — магистр, solomchak@ukr.net