

## АНАЛІЗ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ №1 ІВАНО-ФРАНКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НАФТИ І ГАЗУ

*І.В.Гладь, О.І.Кіянюк, Я.В.Бацала*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, Карпатська 15, тел. (03422) 48003,  
e-mail: epeo@nung.edu.ua*

*Наведені результати експериментальних досліджень параметрів електроспоживання навчального корпусу №1 ІФНТУНГ. Отримано осцилограми миттєвих значень фазних напруг і струмів та графіки електричних навантажень. Показано, що коефіцієнт гармонік зменшується при зростанні струмового навантаження, а реактивна потужність спотворення співрозмірна з реактивною потужністю зсуву. Запропоновано використання коректорів потужності та нерегульованих конденсаторних батарей*

Ключові слова: система електропостачання, показники якості електроенергії

*Приведены результаты экспериментальных исследований параметров электропотребления учебного корпуса №1 ИФНТУНГ. Получены осциллограммы мгновенных значений фазных напряжений и токов, а также графиков электрических нагрузок. Показано, что коэффициент гармоник уменьшается при увеличении токовых нагрузок, а реактивная мощность искажения соизмерна реактивной мощности смещения. Предлагается использование корректировщиков мощности и нерегулируемых конденсаторных батарей*

Ключевые слова: система электроснабжения, показатели качества электроэнергии

*It is demonstrated results of experimental research of electric consumption parameters of educational building №1 of Oil and Gas University. It is get the oscillogramma of instantaneous values of phase voltage and current and graphs of electric loading. It is shown that harmonics ratio decreased when current loading increased and reactive distortion power is commensurable with reactive displacement power. It is proposed to use of power corrector and non-managed condensor batteries*

Keywords: systems of an electrical supply, power quality indices

На сучасному етапі розвитку народного господарства України відбувається збільшення кількості та встановленої потужності промислових і побутових споживачів. Також спостерігається стійка тенденція до зростання частки нелінійних електроприймачів, форма кривої струму яких значно відрізняється від синусоїди (ЕОМ, світильники з люмінесцентними лампами та електричними пуско-регулювальними пристроями, частотні перетворювачі асинхронних електродвигунів тощо). Особливістю функціонування трифазних чотирипровідних систем електропостачання з нелінійним навантаженням є те, що сума фазних несинусоїдних струмів у нейтральному провіднику не дорівнює нулю навіть за їх повної симетрії за середньоквадратичними значеннями. Це явище пояснюється наявністю вищих гармонік у спектрі фазних струмів нелінійного споживача, які не взаємознищуються в нейтралі, як за синусоїдної форми струму. У деяких випадках середньоквадратичне значення струму нейтралі співрозмірне із струмами фазних провідників.

Низьковольтні розподільні електромережі адміністративних та побутових споруд, що побудовані кілька десятиріч тому, проектувалися з розрахунком на відсутність струму в нейтральному провіднику за нормального (симетричного) режиму електроспоживання. Допускалося зменшення площі поперечного перерізу нейтральних провідників порівняно з фазними у магістральних лініях. У сучасних умовах електроспоживання підвищений струм нейтралі може спричинити перегрівання і деградацію

контактних з'єднань шин, провідників і кабелів, що погіршить надійність електропостачання. Відгоряння нейтрального провідника в чотирипровідних системах електропостачання спричинює значну несиметрію напруг, що призводить до тривалої перенапруги в одній фазі та «провалу» напруги в інших.

Вищі гармоніки струмів окремих нелінійних споживачів спричинюють появу вищих гармонік напруги у вузлі електроживлення, що погіршує якість електроенергії та найбільш негативно впливає на функціонування асинхронних електродвигунів і конденсаторних батарей, що перегріваються.

Окремої уваги потребує визначення реактивної потужності в мережах з несинусоїдним (нелінійним) навантаженням та вибір відповідних компенсуювальних пристроїв. Розрізняють реактивну потужність зсуву  $Q = UI_1 \sin \varphi_1$ , яку можна компенсувати конденсаторними батареями, синхронними компенсаторами або недовантаженими синхронними електродвигунами в режимі перезбудження, та реактивну потуж-

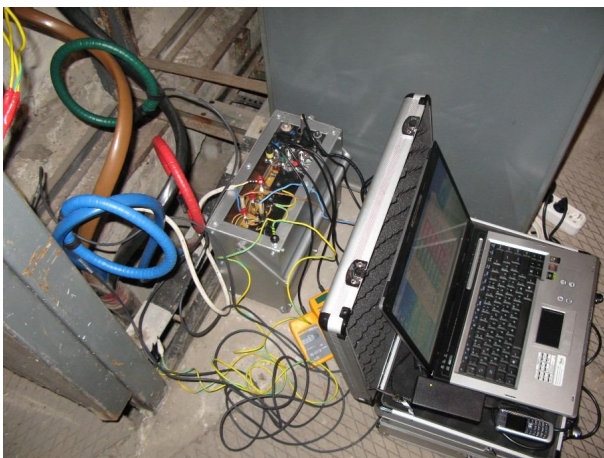
ність спотворення  $T = U \sqrt{\sum_{i=2}^n I_i^2}$ , яка спричинена вищими гармоніками струму і для компенсації якої необхідні спеціальні фільтрокомпенсуювальні пристрої [1].

Для визначення параметрів електроспоживання використано відповідне апаратно-програмне забезпечення [2], яке уможливило тривалу реєстрацію миттєвих значень напруг і

струмів трифазної чотирипровідної електромережі, а також обчислення середньоквадратичних значень напруг і струмів, визначення потужностей і гармонічних складових. Як давачі струму використано комплект котушок Роговського і3000 Flex (фірма Fluke), а давачі напруги – три перетворювачі компенсаційного типу CV3-1000 (фірма Lem). Нормалізовані сигнали надходять на аналого-цифровий перетворювач NI USB-6210 (компанія National Instruments). Оцифровані сигнали по інтерфейсу USB вводяться в ЕОМ, де обробляються авторським програмним забезпеченням, розробленим у середовищі проектування віртуальних приладів LabVIEW. У результаті одержуємо файли миттєвих значень напруг і струмів та файл з обчисленими параметрами електроспоживання, придатний для візуалізації в середовищі MS Excel.

Навчальний корпус №1 ІФНТУНГ містить кілька великих комп'ютеризованих аудиторій та багато лабораторій, оснащених ЕОМ. Освітлення коридорів та навчальних приміщень корпусу здійснюється люмінесцентними лампами з енергоощадними електронними ПРА. В цокольних приміщеннях розташовані лабораторії з електричними машинами та енергетичними перетворювачами на основі силових напівпровідникових приладів.

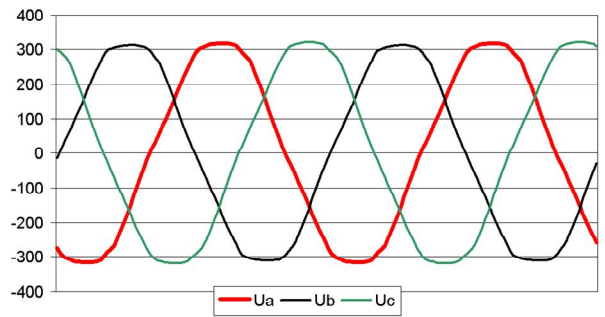
На рисунку 1 зображено встановлене на ввіді 0,4 кВ апаратно-програмне забезпечення для дослідження параметрів електроспоживання навчального корпусу № 1 ІФНТУНГ.



**Рисунок 1 – Апаратно-програмне забезпечення для енергетичних обстежень електромереж**

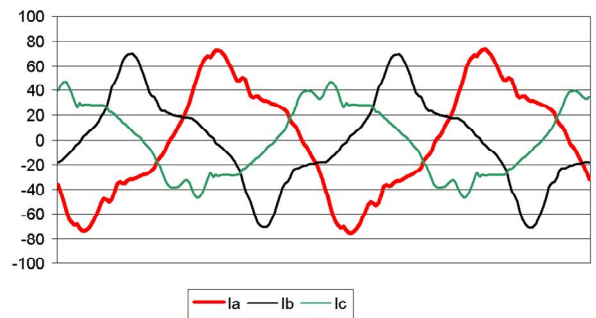
Експериментальні дослідження параметрів електроспоживання проводилися в літній період у світлу пору доби.

У результаті аналізу миттєвих значень фазних напруг на ввіді в навчальний корпус (рисунку 2) виявлено, що коефіцієнт гармонік не перевищує 4%, тобто практично вдвічі менший нормально допустимого значення згідно з ГОСТ 13109-97. Отже, напруга живлення навчального корпусу є синусоїдною з невеликим вмістом гармонік. З осцилограми бачимо, що несиметрія напруги настільки мала, що нею можна знехтувати, не проводячи обчислень.



**Рисунок 2 – Осцилограма миттєвих значень фазних напруг на ввіді в навчальний корпус №1 ІФНТУНГ**

Наведена нижче осцилограма фазних струмів приєднання (рисунку 3) вказує на наявність значної кількості вищих гармонік та велику несиметрію. Частотний аналіз миттєвих значень струмів показав, що коефіцієнт гармонік THD% коливається в межах 10% протягом світлої пори доби.



**Рисунок 3 – Осцилограма миттєвих значень фазних струмів на ввіді в навчальний корпус №1 ІФНТУНГ**

Котушки Роговського марки і3000 Flex живляться від малогабаритних гальванічних батарей постійною напругою 3В, причому ємності батарей достатньо для безперервної роботи цих давачів струму протягом 400 год. Таким чином можна одержувати експериментальні графіки навантаження протягом двох тижнів з найменшою дискретністю відліків 1 с.

За допомогою добового графіка струмового навантаження виявлено, що коефіцієнт гармонік струму обернено пропорційно залежить від навантаження (рисунку 4).

Це пояснюється тим, що зростання струму відбувається переважно за рахунок збільшення першої гармоніки, тому частка вищих гармонічних складових у фазному струмі відповідно зменшується (рисунку 5). Суттєве зменшення рівня вищих гармонік можна досягнути використанням індивідуальних коректорів потужності, увімкнених послідовно з приєднаннями комп'ютерних класів та освітлювальної мережі.

Окремої уваги заслуговує графік активної потужності, реактивної потужності зсуву та реактивної потужності спотворення приєднання навчального корпусу (рисунку 6).

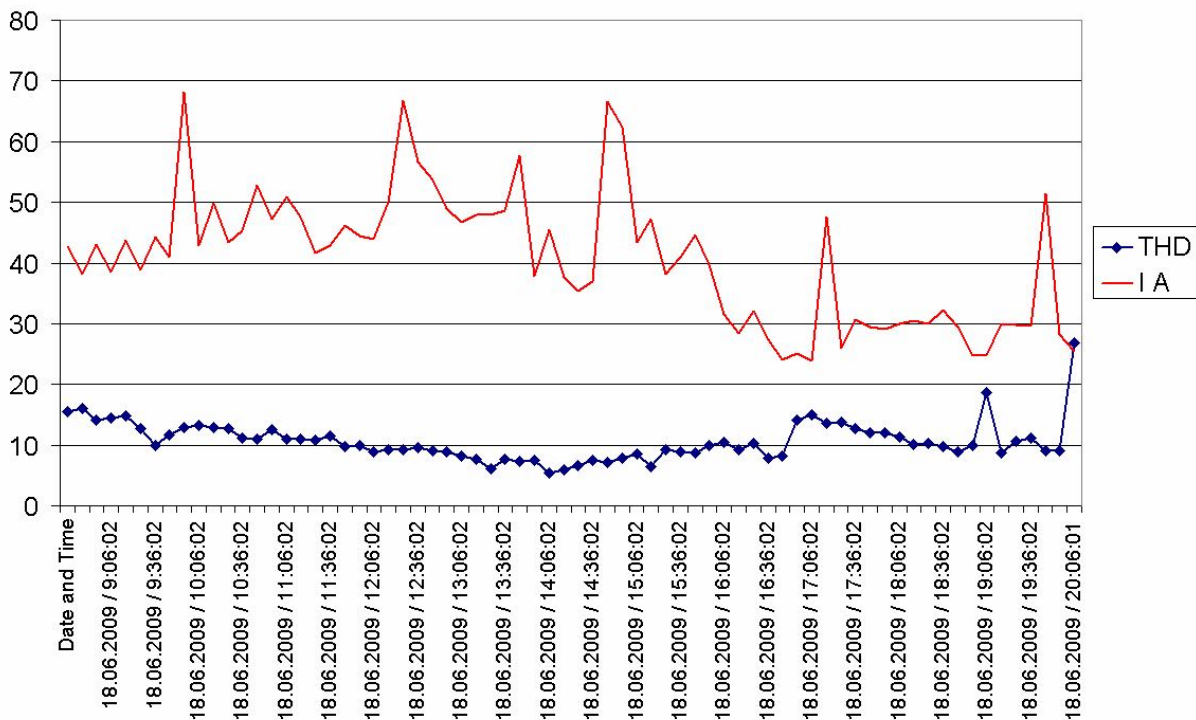


Рисунок 4 – Графік струмового навантаження фази А навчального корпусу №1 ІФНТУНГ

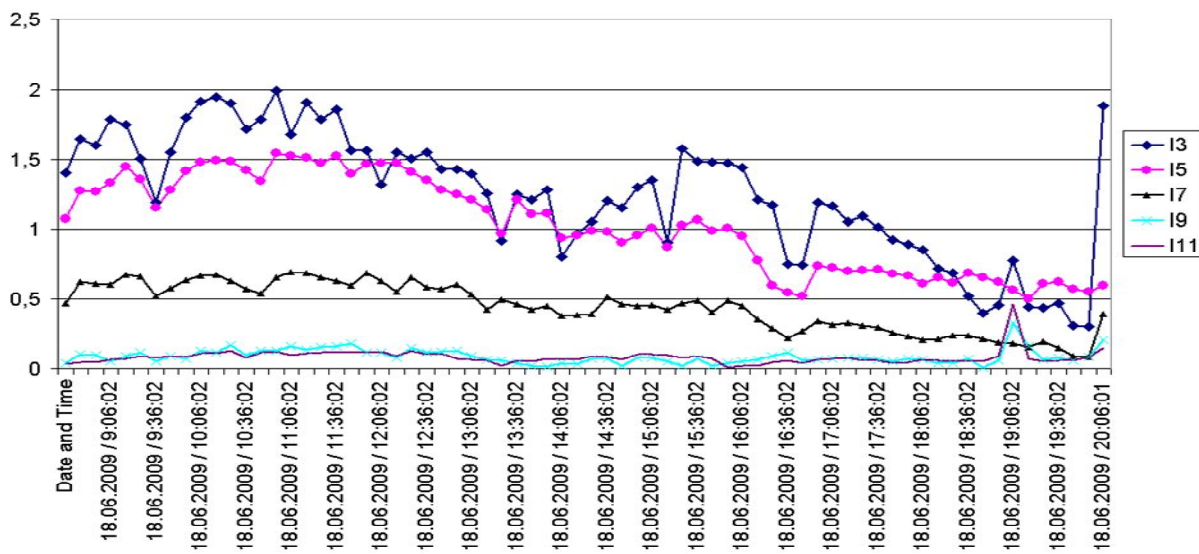


Рисунок 5 – Рівень вищих гармонік приєднання навчального корпусу №1 ІФНТУНГ

Спостерігаються періодичні піки навантаження, імовірно спричинені роботою системи підтримання мікроклімату базової станції мобільного зв'язку, встановленої на даху навчального корпусу. З графіка бачимо, що реактивна потужність зсуву (проміжна лінія) зростає пропорційно активній потужності (верхня лінія), а реактивна потужність спотворення (нижня лінія) майже не змінюється в часі під час роботи системи підтримання мікроклімату. Додатковий частотний аналіз миттєвих значень напруги і струму в цей час показав, що споживачем є лінійний (синусоїдний) елемент, імовірно асинхронний електродвигун кондиціонера.

Аналізуючи проведені експериментальні дослідження параметрів електроспоживання навчального корпусу №1 ІФНТУНГ бачимо, що напруги на ввіді є номінальними, практично синусоїдними і симетричними; струми є несиметричними і „засмічені” вищими гармоніками, що спричиняють співрозмірний з реактивною потужністю спотворення рівень реактивної потужності зсуву. Зменшити рівень вищих гармонік можна увімкненням індивідуальних коректорів потужності послідовно з нелінійними споживачами. Компенсацію реактивної потужності зсуву доцільно проводити пофазно нерегульованими конденсаторними батареями потужністю 4 кВар.

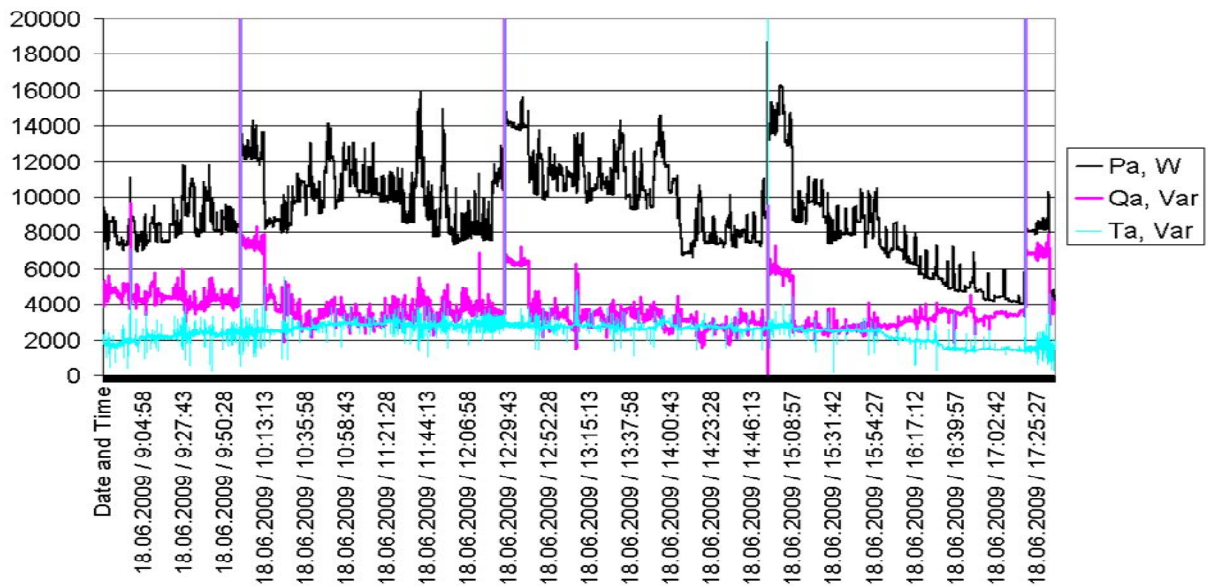


Рисунок 6 – Рівень потужностей фази А навчального корпусу №1 ІФНТУНГ

*Література*

1 Соломчак О.В. Проблеми розрахунку та компенсації реактивної потужності в мережах з несинусоїдним (нелінійним) навантаженням / О.В.Соломчак, І.В.Гладь // *Енергетика та електрифікація*. -2008. - № 6. – С. 27-32.

2 Проблеми та принципи проектування універсального апаратно-програмного комплексу для енергетичних обстежень електромереж / І.В.Гладь, І.Д.Галушак, А.І.Поточний, У.М.Маскевич, Я.В.Бацала, О.І.Кіянюк // *Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ*. – 2008. – № 3(28). – С. 83-87.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
18.11.09  
Рекомендована до друку профессором  
Д.Ф. Тимківим*