

ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У МЕРЕЖАХ 220-380 В
ЗА УМОВ НЕСИМЕТРИЧНИХ РЕЖИМІВ

Потапський П. В., к.т.н., доц., e-mail: p.v.potap@meta.ua
Вусатий М. В., асистент, e-mail: 0611142015vys@gmail.com
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Актуальність дослідження. В даний час весь паливно-енергетичний комплекс країни (електроенергетика, вугільна промисловість, видобуток і розподіл газу та відновлювані джерела енергії) знаходяться в складному становищі. Державна інспекція енергетичного нагляду України повідомила про те, що по всій країні спостерігається підвищення споживання електроенергії, у зв'язку з чим закликала громадян економно витрачати електрику. При цьому важливе місце займають заходи щодо зниження втрат електроенергії та її раціонального використання.

Аналіз проблеми несиметрії у сільських електричних мережах 0,38 кВ показав, що існуючі методи розрахунку показників несиметрії та втрат електроенергії у цих мережах не дозволяють встановити закономірності їх зміни від параметрів навантаження та мережі, провести аналіз втрат при різних режимах роботи електроприймачів і розробити найбільш ефективні способи та засоби зниження несиметрії та обумовлених нею втрат, тому що в цих методах несиметрія струмів у мережах враховується наближеними способами. Крім того, більшість наукових праць не розглядають проблему якості електричної енергії загалом.

Метою роботи є розвиток методів розрахунку втрат електроенергії у сільських електричних мережах напругою 380 В, спричинених наявністю навантажень з несиметричним характером.

Основні матеріали досліджень. Несиметрично завантажені фази в електричних мережах призводять до зростання втрат електроенергії, наслідком є зниження її якості. Нами проведено дослідження в реальних мережах на відхідних фідерах двох підстанцій 10/0,4 кВ, розташованих у сільській місцевості, що живлять споживачів (Кам'янець-Подільський РЕМ, АТ «Хмельницькобленерго»). Також дослідження проведені на установці в лабораторних умовах за допомогою електронного конструктора «Arduino». Виміри, що виконувались при існуючому положенні в мережі протягом тижня. При вимірах використовувались лабораторні струмовимірники та вольтметри, а також лічильники.

В якості контрольованих показників були прийняті: пофазний погодинний вимір струмів, напруг на початку і в кінці ліній; пофазне та сумарне споживання активної енергії споживачами, підключеними до досліджуваної повітряної лінії, що відходить від трансформаторної підстанції (ТП), а також сумарна відпустка активної енергії з шин підстанції 10/0,4 кВ; коефіцієнт збільшення втрат потужності внаслідок нерівномірності навантаження фаз.

Несиметричне навантаження викликає додаткові втрати потужності, які можна пов'язати з коефіцієнтом несиметрії, який визначається за виразом (1), який теоретично може змінюватися від 0 до 1. Зауважимо, що K_H змінюється (Рис. 1) зі зміною навантаження.

$$\frac{\Delta P_{\text{нес}}}{\Delta P_c} = 1 + K_H^2 \left(2 + 3 \frac{R_o}{R_{cp}} \right) \quad (1)$$

Тому необхідно пов'язати його з струмовим добовим графіком та визначити типовий коефіцієнт нерівномірності.

Визначено відносні технічні втрати за фідерами та загалом по ТП за досліджуваний період як різниця показань головного лічильника та сумарні показання лічильників усіх абонентів по ТП. Вона становила від 18,6% до 40,3%.

А різниця, розрахована за виразом (2):

$$W = K_{H/M} \cdot \Delta U_{max} \% \cdot \tau \quad (2)$$

Порівняння розрахункових відносних втрат електроенергії з експериментальними даними показали, що не враховуючи коефіцієнта несиметрії похибка становить до 51%, і з урахуванням до 6%, що прийнятно, враховуючи похибки лічильників.

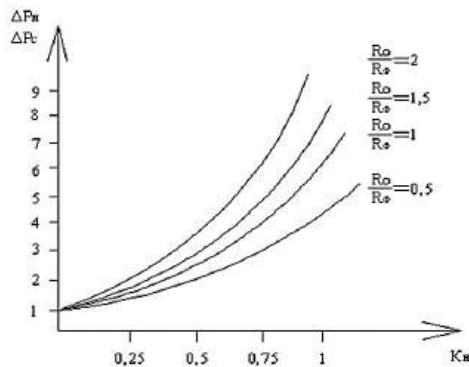


Рисунок 1 – Зміна коефіцієнта не симетрії у часі

Крім аналізу додаткових втрат через не симетрію, також розглянуто вплив опору нульового дроту зниження витрат енергії. Оскільки при симетричному навантаженні фаз ($I_A=I_B=I_C$), то $K_H = 0$ при несиметричному навантаженні фаз ($I_A \neq I_B \neq I_C$) і $0 < K_H < 1$. У випадку включення всього навантаження одну фазу (граничний випадок не симетрії) $K_H = 1$. Результати вимірів струмів і напруги ТП 317 представлені на рис. 2.

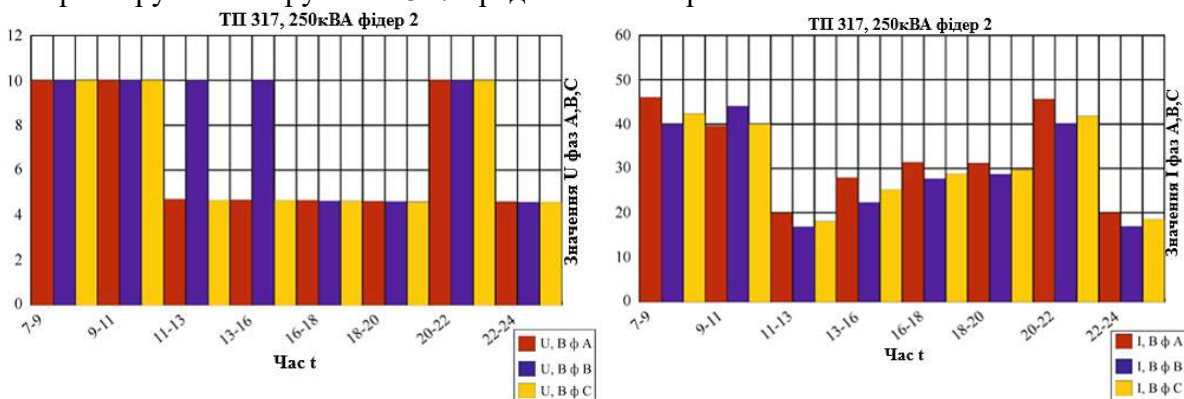


Рисунок 2 - Результати вимірів струмів та напруг ТП 317

Висновок. 1. У мережах 0,4 кВ із комунально-побутовими споживачами коефіцієнт нерівномірності фаз змінюється від 0 до 0,47, що збільшує втрати електроенергії до 2,1 разу, а в граничному випадку, коли $K_{нес} = 1$, до 6 разів. 2. Необхідно визначити експериментально за сезонами коефіцієнт несиметрії і типовий добовий графік для характерних споживачів. 3. Одним із заходів щодо зниження втрат електроенергії та підвищення її якості в електричних мережах 0,4 кВ визнати збільшення перерізу нульового дроту до величини, що дорівнює або навіть більше, ніж переріз фазного дроту. 4. Дослідження свідчать про вплив не симетрії зростання втрат електроенергії в електричних мережах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: www.nbuv.gov.ua.
2. Вусатий М. В., Гарасимчук І. Д., Потапський П. В. Баланси електроенергії в електричних мережах. «CURRENT CHALLENGES OF SCIENS AND EDUCATION» for being an active participant in VIII International Scientific and Practical Conference, 08-10 April 2024.- BERLIN,- с.101.
3. Вусатий М. В., Панцир Ю. І., Гарасимчук І. Д., Потапський П. В. Підвищення надійності розподільчих електричних мереж. «SCIENCE AND TECHNOLOGY: PROBLEMS, PROSPECTS INNOVATIONS»: for being an active participant in IX International Scientific and Practical Conference, 19-21 October 2022.- OSAKA, Japan -с.64.