

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВАНТАЖЕНЬ ТРАНСФОРМАТОРІВ НИЗЬКОВОЛЬТНИХ СІЛЬСЬКИХ МЕРЕЖ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ ПОТРЕБ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗВ'ЯЗКУ МІЖ АКТИВНИМИ ТА РЕАКТИВНИМИ СКЛАДОВИМИ ЕЛЕКТРОНАВАНТАЖЕННЯ

Сотнік О. В., Лисиченко М. Л., Вітренко М. М.

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Визначений взаємкореляційний зв'язок між активною і реактивною складовими сільського комунально-побутового електроспоживання, який виражається емпіричними формулами прямих регресій.

Постановка проблеми. Світові тенденції розвитку енергетики свідчать про щорічне зростання споживання електроенергії мешканцями, як великих міст, так і невеликих населених пунктів. В Україні майже 50 % всієї електроенергії використаної споживачами в сільському господарстві витрачається в житловому секторі і сфері культурно-побутового обслуговування населення. Причому, споживання електроенергії у комунально-побутовому секторі села зростає з кожним роком і через появу приладів з великою споживаною потужністю, і через інтенсивне впровадження в сільський побут індуктивних електричних апаратів і приладів [1]. І як наслідок, спостерігається тенденція до подальшого збільшення реактивної складової потужності електроспоживання. Як відомо, низький рівень $\cos\varphi$ призводить до негативних наслідків: зменшення пропускної спроможності електричних мереж, збільшення втрат електроенергії та погіршення її якості. У зв'язку із збільшенням використання у побуті сільського населення споживачів реактивної енергії питання реактивного навантаження і установлення його відносної величини у загальному побутовому навантаженні стали більш актуальними особливо зараз. Для вірного визначення фактичного і розрахункового навантаження при експлуатації і проектуванні низьковольтних мереж комунально-побутового призначення необхідно вивчити не тільки графіки активних, а і реактивних навантажень існуючих мереж.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом довгого часу не приділялось уваги рівню електроспоживання в сільських електричних мережах комунально-побутового призначення та проблемам компенсації в них реактивної потужності. Пояснювалось це тим, що таке електроспоживання носить незначний та переважно активний характер. В теперішній час рівень електроспоживання у сільському побуті значно зріс і змінився його характер у бік зниження $\cos\varphi$. У зв'язку з чим, сільські мережі комунально-побутового призначення потребують особливої уваги у відношенні оптимізації режимів і уточнення розрахункових навантажень [1, 2].

Мета статті. Підвищення ефективності функціонування електричних мереж напруженою 0,4 кВ комунально-побутового призначення в сільській місцевості.

Основні матеріали дослідження. Шляхом обробки даних замірів активної і реактивної потужностей в реальних мережах був виявлений рівень середньозваженої величини $tg\varphi$ побутового електронавантаження ТП ($tg\varphi=0,94$). Аналіз результатів замірів по-

казав, що величини, як активної, так і реактивної потужності змінюються в широких межах і є випадковими величинами (функція часу). За даними вимірювання були побудовані статистичні ряди і гістограми розподілу активної і реактивної потужностей, які перевірялися на узгодженість з нормальним законом розподілення за допомогою критерію Колмогорова [3]. Виявилось, що вказані статистичні розподіли добре вирівнюються кривою Гауса і тому був взятий нормальний закон розподілу. Для встановлення форми зв'язку між активною та реактивною потужностями були оброблені одержані дані замірів при максимумі повного навантаження. Залежності двох випадкових величин розглядалися на прикладі обробки статистичних даних одночасних замірів активної і реактивної потужностей сільських ТП. Кореляційну залежність виразили функціональною залежністю умовної середньої \bar{Q}_p від P . Результати кожного спостереження позначались точкою у декартовій системі координат (рис.1). Залежність виявилась не функціональна, а статистична (кореляційна). Кожному значенню реактивної потужності відповідало не одне, а декілька значень реактивної потужності і навпаки. Для кожного значення активної потужності визначена була ордината ряду розподілів і шляхом з'єднання цих вершин ламаними лініями, одержали емпіричну лінію регресії реактивної потужності на активній потужності на полі кореляції. Характер розташування точок на полі кореляції показував, що теоретичну лінію регресії можна вважати прямою. Вирівнювання емпіричної лінії регресії виконувалося за допомогою закону двомірного нормального розподілення випадкових величин активної і реактивної потужностей, взаємозалежність яких, відповідно, виражалась рівнянням прямої регресії:

$$\bar{Q}_p = a_0 + a_1 \cdot P \quad (1)$$

Параметри рівняння прямої лінії a_0 і a_1 знаходили шляхом розв'язання системи нормальних рівнянь, одержаних способом найменших квадратів:

$$\begin{cases} N \cdot a_0 + a_1 \sum P \cdot n_p = \sum Q \cdot n_q \\ a_0 \sum P \cdot n_p + a_1 \sum P^2 \cdot n_p = \sum Q \cdot P \cdot n_{qp} \end{cases} \quad (2)$$

де N – число виконаних спостережень (число пар взаємопов'язаних величин Q і P); $\sum P \cdot n_p$ – сума добутоків відповідних P на їх частоти; $\sum Q \cdot n_q$ – сума добутоків відповідних Q на їх частоти; $\sum Q \cdot P \cdot n_{qp}$ – сума добутоків усіх P на Q і n_{qp} для тих клітинок кореляційної таблиці, в яких записані частоти.

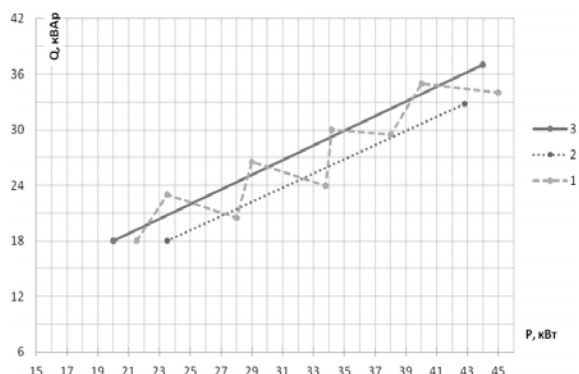


Рисунок 1 - Залежність між випадковими величинами активного та реактивного електронавантаження на полі кореляції:

1) емпірична лінія регресії Q на P ; 2) теоретична лінія регресії Q на P ; 3) теоретична лінія регресії P на Q

Кожному значенню активної і реактивної потужності відповідало не одне суворо визначене значення їх функцій, а ряд розподілів, який закономірно змінював своє положення із зміною аргументу. Розв'язавши систему рівнянь, одержали рівняння прямої регресії P на Q :

$$\bar{Q}_p = 3,42 + 0,752 \cdot P \quad (3)$$

та рівняння прямої регресії Q на P :

$$\bar{P}_q = 0,035 + 1,3 \cdot Q \quad (4)$$

При визначенні завантаження існуючих трансформаторів комунально-побутовим навантаженням в РЕМ вихідними даними беруть існуючі договірні потужності між споживачами електроенергії та електропостачальником, коефіцієнти одночасності по спеціальним таблицям в залежності від числа електроприймачів та $\cos\phi$ [4-5].

Провели розрахунок завантаження існуючого трансформатора потужністю 100 кВА з використанням рівняння прямої регресії P на Q (формула 3). Вихідними даними були: існуючі договірні потужності по ТП, коефіцієнти одночасності та $\cos\phi$, що визначили із співвідношення P на Q . Повне завантаження трансформатора визначилось більш точно ($\cos\phi$ брали 0,77). Завантаження трансформатора у відсотковому відношенні становило на +7,97 % більше ніж при визначенні за типовою методикою, що існують сьогодні в РЕМ. Похибка у визначенні величини завантаження силового трансформатора складала 11,59 %.

Висновки. Користуючись установленим взаємодіючим зв'язком між активною та реактивною складовими електропотужностей можна більш точно визначити пропускну здатність, втрати напруги і електроенергії в низьковольтних лініях, які відходять від ТП, де відсутній облік реактивної енергії.

Список використаних джерел

1. Энергетичні потужності та споживання електроенергії в сільському господарстві за 2007 рік // Статистичний бюлетень. Державний комітет статистики України. – К., 2008.
2. Дерзкий В. Г., Скиба В. Ф. Потребление электроэнергии населением // Электрические сети и системы. - К., 2008. -№3. –С.12-17.
3. Венецкий И. Г. Основные математико-статистические понятия и формулы в экономическом анализе / И. Г. Венецкий, В. М. Венецкая. – М.: Статистика, 1979. – 448 с.
4. ДБН В.2.5-23:2010 Проектирование электрооборудования объектов гражданского назначения. Изд. 2. Взамен ДБН В.2.5-23:2003; Введ. 1.10.2010 г.
5. Методические указания по расчету нагрузок в сетях 0,38 -10 кВ сельскохозяйственного назначения. / Руководящие материалы по проектированию электрооборудования сельского хозяйства (РУМ). – М.: Сельэнергопроект, 1981. – 101 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАГРУЗКИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НИЗКОВОЛЬТНЫХ СЕЛЬСКИХ СЕТЕЙ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ НУЖД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЯЗИ МЕЖДУ АКТИВНЫМИ И РЕАКТИВНЫМИ СОСТАВЛЯЮЩИМИ ЭЛЕКТРОНАГРУЗКИ

Сотник О. В., Лисиченко Н. Л.,
Витренко Н. М.

Определена взаимокорреляционная связь между активной и реактивной составляющей сельского коммунально-бытового электропотребления, которая выражается эмпирическими формулами прямых регрессий.

Abstract

LOW-VOLTAGE TRANSFORMER LOAD IN RURAL NETWORKS HOUSEHOLD DEDICATED USING LINKS BETWEEN THE ACTIVE AND REACTIVE ELECTRICAL LOAD

O. Sotnik, N. Lysychenko
N. Vitrenko

Determined by the inter-correlation between the active and reactive component of rural household energy consumption is determined by empirical formulas of the regression lines.