

УДК 621.316

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ НЕСИМЕТРІЇ НАПРУГИ В СІЛЬСЬКИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ

Мірошник О.О., к.т.н.

Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. П. Василенка

Тел. +38(057)712-52-45

Анотація – проведено аналіз та запропоновано заходи щодо підвищення якості електричної енергії у сільських споживачів.

Ключові слова – показники якості електричної енергії, електроприймачі, несиметрія напруг.

Постановка проблеми. Електрична енергія, що постачається енергопостачальними організаціями споживачам за договорами, виступає як товар особливого виду, характеризується збігом в часі процесів виробництва, транспортування і споживання, а також неможливістю його зберігання і повернення. Відповідно, як до товару будь-якого виду, до електроенергії може бути застосоване поняття «якість». Від систем електропостачання загального призначення живляться електроприймачі (ЕП) різного призначення – промислові та побутові.

Відхилення показників якості електроенергії (ПЯЕ) від нормованих ГОСТ 13109-97 значно погіршує умови експлуатації електрообладнання систем електропостачання і споживачів електроенергії [1]. може призвести до суттєвих збитків у промисловості та комунально-побутовому секторі, обумовлюють технологічний і електромагнітний збитки.

Аналіз останніх досягнень. Аналіз показав, що в середньому електричне навантаження сільських споживачів зросло з 3,5 кВт (1985 р.) до 7 кВт (2010 р.), розкид потужності приймачів – від 2 до 19 кВт на один двір. Слід зазначити, що значно зменшилося навантаження раніше великих споживачів свинарських і птахівницьких ферм колгоспів і радгоспів. Очікується, що в найближчі 10 років пріоритетний розвиток отримає житлово-соціальна сфера, тому що з кожним роком збільшується на 5-7 % комунально-побутове та змішане навантаження.

Постановка задачі. У зв'язку з ростом комунально-побутового та змішаного навантаження та погіршенням ПЯЕ необхідно провести аналіз та запропонувати заходи щодо підвищення якості електричної енергії у сільських споживачів.

Основна частина. На сьогоднішній день електрична мережа 0,38 кВ в Україні посідає особливе місце в розподільних мережах, тому що для неї характерні:

- нераціональна топологія: загальна довжина повітряних і кабельних ліній електропередачі всіх класів напруги в ОЕС України перевищує 1 млн. км, з них на частку 0,38 кВ припадає близько 47%.
- У Європі лінії 0,38 кВ використовується, в основному, в якості вводів в об'єкти;
- велика кількість двох і однофазних відгалужень в лініях;
- зношення обладнання (термін служби більшої частини ліній 0,38 кВ перевищує 30 років);
- наявність несанкціонованого відбору електроенергії (невраховання, неоплата, розкрадання електроенергії);
- використання переважно застарілих індукційних лічильників обліку електроенергії класу точності 2,5;
- неточність, невизначеність значної частини вихідної інформації. Білінгова система обліку електроспоживання ще не отримала широкого розповсюдження, тому спожита електроенергія оцінюється по сплачених рахунках;
- якість переданої по лініях 0,38 кВ електроенергії в більшості випадків не відповідає вимогам ГОСТ 13109-97.

З цих причин на частку мереж 0,38 кВ припадає понад 50% загальних втрат електроенергії в електричних мережах ОЕС України [2].

Знижують ефективність роботи розподільних мереж та обладнання такі фактори, як відхилення, коливання, провали, несинусоїдальність і несиметрія напруги, відхилення частоти, імпульс напруги і тимчасове перенапруження.

Сучасне електричне навантаження квартири (будинку) характеризується широким спектром побутових ЕП, які за їх призначенням і впливом на електричну мережу можна розділити на групи: пасивні споживачі активної потужності (лампи розжарення, нагрівальні елементи прасок, плит, обігрівачів); ЕП з трифазними асинхронними двигунами (привід ліфтів, насосів – в системі водопостачання та опалення тощо); ЕП з однофазними асинхронними двигунами (привід компресорів холодильників, пральних машин та ін.); ЕП з колекторними двигунами (привід пирососів, електродрилів, кухонних комбайнів, міксерів, електром'ясорубок та ін.); зварювальні агрегати змінного і постійного струму (для ремонтних робіт у майстерні тощо); випрямні пристрої (для зарядки акумуляторів та ін.); радіоелектронна апаратура (телевізори, комп'ютерна техніка, тюнери та ін.); високочастотні установки (печі СВЧ та ін.); лампи люмінесцентного освітлення, в тому числі енергозберігаючі лампи, які широко впроваджуються.

Вплив кожного окремо взятого побутового ЕП незначний, але сукупність ЕП, що підключаються до шин 0,4 кВ трансформаторної підстанції, чинить істотний вплив на живильну мережу [3].

Розглянемо детальніше вплив несиметрії напруги і струмів на елементи системи електропостачання і електроспоживачів.

Несиметричні режими в електричних мережах виникають з таких причин:

- 1) неоднакові навантаження в різних фазах,
- 2) неповнофазна робота ліній або інших елементів у мережі,
- 3) різні параметри у різних фазах ліній.

Несиметрія напруг, викликається найчастіше наявністю несиметричного навантаження. Несиметричні струми навантаження, які протікають по елементах системи електропостачання, викликають у них несиметричні коливання напруги. Внаслідок цього на виводах трифазних ЕП з'являється несиметрична система напруг. Відхилення напруги у ЕП перевантаженої фази можуть перевищити допустимі значення, в той час як відхилення напруги в інших фаз будуть знаходитися в нормованих межах. У той же час можливий варіант, коли внаслідок несиметрії навантажень фаз у споживачів найбільш завантаженої фази рівень напруги вийде за нижню допустиму межу, а у найменш завантаженої – за верхню. Крім погіршення режиму напруги у ЕП при несиметричному режимі істотно погіршуються умови роботи як самих ЕП, так і всіх елементів мережі, знижується надійність роботи електрообладнання та системи електропостачання в цілому.

У міських і сільських мережах 0,38 кВ несиметрія напруг викликається в основному підключенням однофазних освітлювальних і побутових електроприймачів малої потужності. Кількість таких однофазних ЕП велика, і їх потрібно рівномірно розподіляти по фазах для зменшення несиметрії.

Розрізняють два види несиметрії: систематичну та імовірнісну, або випадкову [4]. Систематична несиметрія обумовлена постійним в часі нерівномірним навантаженням фаз, імовірнісна несиметрія відповідає навантаженням, які змінюються в часі випадково (переміжна несиметрія).

Несиметрія напруг трифазної системи з ізольованою нейтраллю може бути представлена, як результат накладення на систему прямої послідовності напруг системи зворотної послідовності, що призводить до змін абсолютних значень фазних і міжфазних напруг.

У мережах з нульовим проводом крім несиметрії, яка спричинена напругою системи зворотної послідовності, може виникати несиметрія від напруг системи нульової послідовності. У цьому випадку відбувається зміщення нейтралі трифазної системи, виникає несиметрія фазних напруг при збереженні симетричної системи міжфазних напруг.

Несиметрію напруг характеризують такими показниками:

- коефіцієнтом несиметрії напруг за зворотною послідовністю;
- коефіцієнтом несиметрії напруг за нульовою послідовністю.

Коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю дорівнює, %

$$K_{2U} = \frac{U_{2(1)}}{U_{1(1)}} 100, \quad (1)$$

де $U_{2(1)}$ – діюче значення напруги зворотної послідовності основної частоти трифазної системи напруг, В;

$U_{1(1)}$ – діюче значення напруги прямої послідовності основної частоти, В.

Допускається K_{2U} обчислювати за виразом, %

$$K_{2U} = \frac{U_{2(1)}}{U_{ном.мф}} 100, \quad (2)$$

де $U_{ном.мф}$ – номінальне значення міжфазної напруги мережі, В.

Коефіцієнт несиметрії напруг за нульовою послідовністю дорівнює, %

$$K_{0U} = \frac{\sqrt{3}U_{0(1)}}{U_{1(1)}} 100, \quad (3)$$

де $U_{0(1)}$ – діюче значення напруги нульової послідовності основної частоти трифазної системи напруг у чотирипровідній мережі, В.

Допускається K_{0U} обчислювати за формулою, %

$$K_{0U} = \frac{U_{0(1)}}{U_{ном.ф}} 100, \quad (4)$$

де $U_{ном.ф}$ – номінальне значення фазної напруги, В.

Відносна похибка визначення K_{2U} і K_{0U} за формулами (3) і (4) чисельно дорівнює значенню відхилень напруги $U_{1(1)}$ від $U_{ном.}$

Нормально допустиме і гранично допустиме значення коефіцієнта несиметрії напруг за зворотною і нульовою послідовностями в точці загального приєднання до електричних мереж з номінальною напругою 0,38 кВ рівні відповідно 2,0 і 4,0%.

Несиметрія навантажень призводить до збільшення втрат електричної енергії в елементах мережі. Високі втрати в сільських мережах викликані значною довжиною ліній електропередачі, що побудовані, як правило, понад 40 років тому, а також недостатнім перерізом проводів. Тому необхідно для існуючих мереж застосовувати всілякі симетрувальні пристрої (підключення однофазного споживача до найменш навантаженої фази, застосування пристроїв транспозиції мережі, застосування симетрувальних трансформаторів) або при модернізації сільських мереж розглядати системи, відмінні від класичної трифазної чотирипровідної системи, які забезпечать більшу пропускну здатність з меншими втратами. Такою системою може стати економічно вигідна

змішана трифазно-однофазна система, яка широко використовується в США і в інших країнах. Змішана трифазно-однофазна система характеризується наявністю великої кількості однофазних трансформаторів, що понижають напругу до 0,23 кВ [5]. Споживачі отримують електроенергію від наближених до них стовпових трансформаторів, що живляться від розподільної мережі 10 кВ. Довгі розподільні мережі 0,38/0,23 кВ практично відсутні. При такій системі електропостачання проблема несиметрії навантажень у мережі істотно спрощується.

Висновок. Таким чином, з урахуванням збільшення комунально-побутового та змішаного навантаження в сільській місцевості, проблему підвищення якості електричної енергії необхідно вирішувати, використовуючи нові підходи і застосовуючи нові технічні засоби, включаючи модернізацію існуючої системи електропостачання – впровадження трифазно-однофазної системи.

Література

1. ГОСТ 13109-97. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
2. Суднова В. В. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников – <http://www.bt.dn.ua/harm/#p41#p41>
3. Левин М. С., Лецинская Т. Б. Анализ несимметричных режимов сельских сетей 0,38 кВ // Электричество. – 1999. – №5. – С. 18 – 22.
4. Косоухов Ф. Д. Потери мощности и напряжения в сельских сетях 0,38 кВ при несимметричной нагрузке // Техника в сельском хозяйстве. – 1988. – №3. – С. 5 – 8.
5. Зотов А. А. Смешанная трехфазно-однофазная система распределения электроэнергии // Энергетик. – 2007. – №5. – С. 18 – 22.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Мирошник А.А.

Аннотация

Проведен анализ и предложены мероприятия с целью повышения качества электрической энергии сельскохозяйственных потребителей.

ON THE PROBLEM OF VOLTAGE ASYMMETRY

O. Miroshnyk

Summary

The analysis and proposed measures to improve the quality of electric energy to rural consumers.