

ПОБУДОВА СТРУКТУРИ МЕРЕЖ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ СПОЖИВАЧІВ АПК, ЩО МІСТЯТЬ ДЖЕРЕЛА "МАЛОЇ ГЕНЕРАЦІЇ"

Заболотный А. П., Даус Ю. В., Федоша Д. В.

Запорізький національний технічний університет

Запропоновано застосувати метод еквіпотенціальних поверхонь до побудови оптимальної з точки зору втрат електричної енергії структури систем електропостачання, що містять джерела "малої генерації".

Постановка проблеми. Тенденції зростання частки "малої генерації" в енергобалансі підприємств АПК пов'язані з широким впровадженням відновлюваних джерел електроенергії (вітроенергетичних установок, мікро-ГЕС, геліоелектростанцій, біогазових та когенераційних установок) зумовлюють ряд технічних проблем в мережах електропостачання. До них відносяться: рішення проблем електромагнітної сумісності, необхідність заміни комутаційної і захисної апаратури; зміна налаштувань релейного захисту та автоматики. Але основна проблема приєднання розрізнених джерел "малої генерації" до мережі - це складність управління і прогнозування режимів роботи енергосистеми, пов'язані з виникненням перетоків потужності по мережі [1].

Зростання тарифів на електричну енергію обумовлює значне збільшення складової вартості втрат електроенергії в мережах при її передачі і розподілі. Особливої актуальності це набуває в мережах електропостачання підприємств АПК, що обумовлено їх протяжністю, розгалуженістю та використанням низьких класів напруги.

Зменшення складовою вартості втрат електроенергії можливо лише шляхом оптимізації структури мереж під час реконструкції існуючих мереж електропостачання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні підходи при вирішенні задач побудови оптимальної структури мережі електропостачання базуються на використанні оціночних та оптимізаційних моделей. Перші служать для визначення техніко-економічних показників для заданого проектувальником варіанту мережі. Другі - для визначення оптимального варіанту конфігурації мережі в межах прийнятних припущень відповідно до прийнятого критерію оптимальності. При цьому в оптимізаційних моделях необхідно враховувати дискретність деяких величин (перетин проводів та кабелів, потужність і кількість трансформаторів, кількість приєднань до РП і т.д.). Використовувані в даний час методи проектування мережі електропостачання не враховують наявність перетоків потужності в мережах електропостачання споживачів АПК, що зумовлює необхідність їх розвитку з метою одержання оптимальної структури з точки зору втрат електричної енергії.

Аналіз існуючих підходів до формування структури систем електропостачання показав, що існує метод, здатний вирішувати вище перераховані завдання одночасно - це метод еквіпотенціальних поверхонь [2].

Мета статті. Пропонується застосувати метод еквіпотенціальних поверхонь з метою одержання оптимальної структури мережі електропостачання, що містить джерела "малої генерації" з точки зору втрат електричної енергії та мінімізації капітальних вкладень на її побудову.

Основні матеріали дослідження. Ключовим завданням при формуванні оптимальної структури мережі електропостачання є задача визначення кількості джерел живлення і розподіл за ними приймачів електроенергії, а також обладнання проміжних вузлів навантаження (рівнів розподільчої мережі) з урахуванням розрізнених джерел "малої генерації".

Суть методу еквіпотенціальних поверхонь полягає в проведенні аналогії між навантаженням електроприймачів (P_i), розташованих в точках $(x_i; y_i)$, і потенціалами деяких джерел енергії, розташованих в тих же точках. Потенціали цих джерел рівні навантаженню приймачів. При віддаленні від точки розташування приймача потенціал від джерела, розташованого в тій же точці, зменшуватиметься. Аналогічну поверхню можна побудувати і для джерел "малої генерації", де P_i приймає значення рівне величині енергії, що генерується таким джерелом енергії, але зі знаком мінус.

Накладення цих двох поверхонь призводить до зміни координат максимуму, тим самим уточнюються координати установки джерела живлення.

Таким чином, побудову структури системи електропостачання, що містить джерела "малої генерації", можна представити у вигляді наступного алгоритму.

На першому етапі будується потенційна поверхня для електроприймачів в режимі споживання.

На другому етапі будується поверхня для режиму, в яких джерела "малої генерації" виробляють електроенергію в мережу.

Потім проводиться накладення цих поверхонь і на сумарній поверхні виділяється максимум функції, в координатах якого і буде розташоване джерело живлення.

Важливим моментом у визначенні цих координат є облік зон заборони прокладки ліній і установки джерел живлення. Для цього можливо використовувати методи розпізнавання образів, відповідно до яких передбачено розбиття простору об'єкта, на області, які не перетинаються, кожна з яких відповідає відображенню одного і того ж класу, до якого допустимо елементарний математичний опис [3].

На наступному етапі проводиться відбір електроприймачів за "потенційним" критерієм, а потім за

"технічним" з урахуванням дискретності конструктивного виконання елементів.

Згідно з "потенційним" критерієм відбору на потенційній поверхні, визначається точка максимуму потенціалу. Ця точка надалі виступає в ролі центру електричних навантажень. Приймачі, які будуть отримувати живлення від цього центру електричних навантажень зараховують до "потенційної" групи.

"Потенційна група" є закінченим структурним елементом майбутньої розподільної мережі, але той факт, що при формуванні "потенційної" групи були враховані лише розташування приймачів відносно один одного і очікувані втрати електричної енергії в розподільній мережі, не дає можливості запровадити "потенційну" групу в майбутню розподільну мережу, так як крім врахованих факторів ще необхідно провести узгодження майбутньої "потенційної" групи з можливим конструктивним виконанням вузла навантаження.

"Технічний" критерій відбору виконує функцію узгодження приймачів "потенційної" групи з можливим конструктивним виконанням її вузла живлення. Критерій діє на основі принципу надмірності "потенційної" групи по відношенню до граничних умов "технічного" критерію. На основі взаємодії "потенційного" і "технічного" критеріїв відбору складається алгоритм методу.

Принцип роботи алгоритму базується на встановленні зворотних зв'язків, які охоплюють обидва критерії і створюють умови для становлення алгоритму як самоорганізованої моделі побудови структури мережі. Так як в цьому випадку будуть використовуватися оціночні та оптимізаційні моделі одночасно, отримане рішення буде більш наближене до оптимуму і з меншим впливом елементів суб'єктивізму проєктувальника [2].

В результаті відбору електроприймачів за вищевказаними критеріями формується група електроприймачів першого джерела живлення, що виключається з подальшого розгляду при формуванні структури мережі.

Після цього, знову будуються дві (якщо залишилися джерела "малої генерації"), або одна (якщо всі джерела "малої генерації" приєднані до джерел живлення) потенційні поверхні і здійснюється формування групи електроприймачів другого джерела живлення.

У результаті циклічної дії (до тих пір, поки всі електроприймачі не отримають своє джерело живлення) формується радіальна структура системи електропостачання, після чого здійснюється перевірка можливості організації проміжних джерел живлення.

На останньому етапі проводиться оцінка можливості заміни окремих ділянок радіальної мережі на магістральні ділянки.

Розглядаючи критерії відбору як граничні умови функціонування моделі, запропонований підхід дає можливість закладення в них дискретності конструктивних умов виконання структури мережі, що містить джерела "малої генерації".

Запропонований алгоритм був реалізований програмно за допомогою мови програмування Python і пакета математичного обчислення SciPy.

Висновки. Запропонований підхід до побудови структури систем електропостачання, що містять джерела "малої генерації", дозволяє формалізувати одночасне вирішення трьох основних завдань проєктування таких систем: визначення числа вузлів навантаження і їх координат, оптимальний розподіл між ними електроприймачів, визначення потужності джерел живлення, а також формування оптимальної структури такої мережі.

Список використаних джерел

1. Авдєєв І. В. Розвиток методу еквіпотенційних контурів для проєктування розподільчої мережі / І. В. Авдєєв, А. П. Заболотний, Д. В. Федоша, С. А. Теліпайло, В. С. Мамбаєва // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Тематичний випуск "Електроенергетичні та електромеханічні системи" – 2009. - № 637. – С. 3-7.

2. Качан Ю. Г. О возможности распознавания топологии оптимальной системы электроснабжения / Ю. Г. Качан, В. В. Дьяченко. // Гірнична електромеханіка та автоматика – 2007. - № 78. – С.3-5.

3. Заболотний А. П. Оптимізація структури мереж електропостачання підприємств АПК / Заболотний А. П., Байша О. І., Мамбаєва В. С., Федоша Д. В. // Матеріали міжнародної науково – технічної конференції "Проблеми енергозбереження в агропромисловій та природоохоронній сферах" - Київ, НУБІП, - 2010. – С. 43-50.

Аннотация

ПОСТРОЕНИЕ СТРУКТУРЫ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ АПК, СОДЕРЖАЩИХ ИСТОЧНИКИ "МАЛОЙ ГЕНЕРАЦИИ"

Заболотный А. П., Даус Ю. В., Федоша Д. В.

Предложено применить метод эквипотенциальных поверхностей к построению оптимальной с точки зрения потерь электроэнергии структуры систем электроснабжения, содержащие источники "малой генерации".

Abstract

CONSTRUCTION OF AGRICULTURE CONSUMERS POWER SUPPLY NETWORK STRUCTURE, CONTAINING "MINOR GENERATION"

A. Zabolotniy, J. Daus, D. Fedosha

There is suggested to apply equipotential surfaces method to the energy losses optimal structure designing of power supply system, containing sources of "minor generation"