

А. П. Заболотний¹
В. В. Дьяченко¹
Ю. В. Даус¹
О. С. Пилипенко¹

ВПЛИВ ДЖЕРЕЛ ГЕНЕРАЦІЇ НА СТРУКТУРУ СІЛЬСЬКОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

¹Запорізький національний технічний університет

Запропоновано новий підхід до побудови структури сільських електричних мереж, що враховує наявність джерел генерації електроенергії на базі поновлюваних, в якому розв'язується задача вибору координат місця встановлення джерела живлення на основі розрахунку техніко-економічних показників сформованих структур електричних мереж.

Ключові слова: генерація, сільські електричні мережі, втрати електричної енергії.

Вступ

Сучасний стан енергетики України, що характеризується збільшенням тарифу на електричну енергію, призводить й до значного збільшення вартості втрат електроенергії в електричних мережах під час її передачі. Особливої актуальності це набуває в сільських електричних мережах (СЕМ) через їх розгалуженість і використання низьких класів напруги. Зменшення втрат електроенергії в процесі її передачі і розподілу в СЕМ можливе тільки через оптимізацію їх структури [1].

Матеріали досліджень

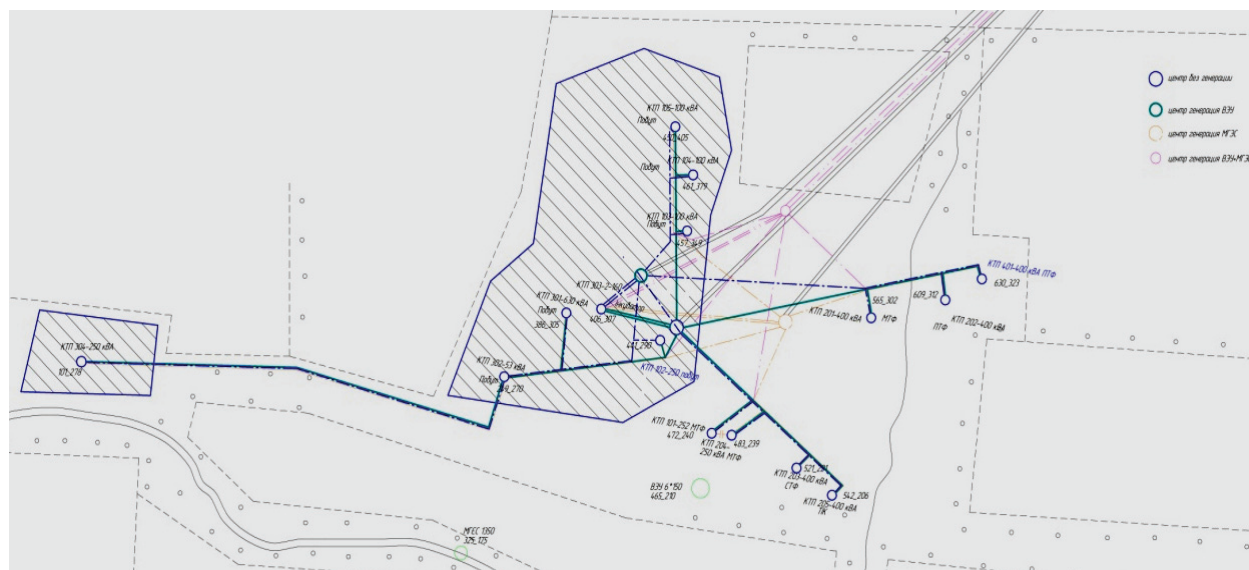
На сьогодні в агропромисловому комплексі спостерігається тенденція до пошуку нових джерел електроенергії на базі поновлюваних, а саме установка вітроелектростанцій, геліоустановок, малих гідроелектростанцій тощо. Через неузгоджене підключення таких джерел генерації до СЕМ виникає проблема складності управління і прогнозування режимів роботи мереж. При цьому їх структура стає неоптимальною з точки зору мінімуму річних зведених витрат, у тому числі і вартості втрат електроенергії. Наявні методи формування структури електричних мереж не враховують наявності перетоків потужності в них, що зумовлені підключенням вказаних джерел.

Основні підходи до розв'язання задач побудови структури СЕМ базуються на використанні оціночних та оптимізаційних моделей, які можна об'єднати на основі методу еквіпотенційних контурів [2]. Суть цього методу полягає у проведенні аналогії між навантаженням приймачів, розташованих в точках, і потенціалами деяких джерел енергії, розташованих в тих же точках. Сукупність усіх потенціалів джерел енергії утворює потенціальну поверхню, що має максимум, де і рекомендується установка джерел живлення (ДЖ) електричної мережі. Ця поверхня описується потенціальною функцією, в якій використовується коефіцієнт, що дає можливість відразу оцінити ступінь майбутніх втрат у провідниковому матеріалі під час визначення координат місця розташування джерел живлення електричної мережі [3]. Для врахування впливу альтернативних джерел генерації електроенергії на значення шуканих координат будується аналогічна поверхня, при цьому електричні навантаження в потенціальній функції приймають значення, рівне генерованій величині потужності, зі знаком мінус.

Таким чином, процедуру визначення координат місць розташування ДЖ СЕМ, що містять джерела генерації на базі поновлюваних, можна представити у вигляді такого алгоритму. На першому етапі будується потенціальна поверхня для електричних приймачів в режимі споживання; на другому для режиму генерації. Потім ці поверхні накладаються. На сумарній поверхні виділяється максимум функції, в координатах якого і буде розташоване джерело живлення. Важливим моментом у визначенні цих координат є врахування зон обмежень на встановлення ДЖ електричної мережі і прокладення трас повітряних ліній по місцевості. Для цього використовуються методи розпізнавання образів, де виконується розбиття простору об'єкта на непересічні області, кожна з яких відповідає відображенню одного і того ж класу і має елементарний математичний опис — сигнатурну функцію [4].

Відомо, що підключення нових джерел до електричних мереж зменшує обсяг споживаної електроенергії від енергосистеми, а, отже, і знижує втрати в її живлячих ділянках, а також змінює структуру і параметри СЕМ. Таким чином, в оцінку ефективності впровадження нових джерел слід включити зменшення вартостей зазначених показників.

Наведемо результати чисельного експерименту дослідження впливу на вищевказані показники підключення вітроенергетичних установок (ВЕУ) і міні-ГЕС (МГЕС) до СЕМ Якимівського району Запорізької області на базі системи електропостачання агропромислового комплексу (АПК) з розрахунковим навантаженням 2,2 МВА. План електричних мереж напругою 35 кВ (живляча ділянка) і 10 кВ (розподільча ділянка) показаний на рисунку. Джерелом живлення АПК є двотрансформаторна підстанція з трансформаторами 2 x ТМН — 4000/35. Електричні мережі напругою 35 і 10 кВ конструктивно реалізовані повітряними лініями, прокладеними на залізобетонних опорах типу АС-70 і АС-70, АС-35, АС-16, відповідно. Вищевказана АПК займає площу 12 км².



План досліджуваної електричної мережі

В процесі дослідження були розглянуті такі варіанти структури СЕМ: перший — існуюча система електропостачання АПК із зазначеними вище параметрами; другий і третій — електричні мережі, отримані на основі оптимізації розташування ДЖ з урахуванням підключення ВЕУ номінальною потужністю 0,9 МВт і МГЕС ВЕУ номінальною потужністю 1,3 МВт, відповідно; четвертий — те ж саме з урахуванням їх спільного підключення. У таблиці наведені такі досліджувані показники за вказаними варіантами: сумарні значення річних втрат електричної енергії (ΔW) та їх вартість (C_e) з діючим тарифі 0,94 грн/кВт·год; зниження обсягу споживаної електроенергії ($\Delta W_{\text{потр}}$) і його вартість ($C_{\text{потр}}$).

Техніко-економічні показники досліджуваної СЕМ

Варіант	ΔW , МВт·год	C_e , тис. грн	$\Delta W_{\text{потр}}$, МВт·год	$C_{\text{потр}}$, тис. грн
1	329,0	309,3	—	—
2	233,6	219,6	1608,3	1511,8
3	203,1	190,9	4144,3	3895,6
4	134,5	126,4	5752,6	5407,4

Як видно з результатів визначення місця розташування ДЖ системи електропостачання АПК, підключення розглянутих видів джерел генерації в досліджуваній системі зумовлює зміну її структури і місць установки ДЖ (позначене на рисунку як «центр»). При цьому обсяг спожитої електричної енергії знижується на 25 і 70 % за рахунок її генерації ВЕУ і МГЕС (варіанти 2, 3), а у разі спільного їх підключення — 90 % (варіант 4). У свою чергу таке зменшення значно знижує сумарні річні втрати електричної енергії в елементах зазначеної системи — до 30, 40 і 60 %, відповідно, для 2, 3 і 4 варіантів підключення джерел генерації, хоча і з'явилися додаткові втрати електричної

енергії у повітряних лініях, що приєднують до мережі ВЕУ і МГЕС, у розмірі 134,11 МВт·год/рік та 746,1 МВт·год/рік, відповідно.

Висновки

У разі підключення поновлюваних джерел електричної енергії до СЕМ для підвищення їх економічної ефективності в умовах модернізації запропоновано новий комплексний підхід до розв'язання задач вибору місця розташування джерел живлення, вибору конфігурації і конструктивних параметрів елементів СЕС.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Заболотный А. П. Побудова структури мереж електропостачання підприємств АПК, які містять вітроенергетичні установки / А. П. Заболотный, Д. В. Федоша, Ю. В. Даус, Д. О. Данильченко // Вісник ТДАТУ «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». — 2012. — Вип. 7. — С. 37—41.
2. Авдеев І. В. Розвиток методу еквіпотенційних контурів для проектування розподільчої мережі / І. В. Авдеев, А. П. Заболотный, 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.
3. Заболотный А. П. Побудова структури мереж електропостачання споживачів АПК, що містять джерела «малої генерації» / А. П. Заболотный, Д. В. Федоша, Ю. В. Даус // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Технічні науки «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України». — 2011. — Вип. 116. — С. 20—21.
4. Качан Ю. Г. О возможности распознавания топологии оптимальной системы электроснабжения / Ю. Г. Качан, В. В. Дьяченко. // Гірничая електромеханіка та автоматика — 2007. — № 78. — С. 3—5.

Рекомендована кафедрою електричних станцій і систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 29.01.2014

Заболотний Анатолій Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедри електропостачання промислових підприємств, e-mail: zap@zntu.edu.ua, *Дьяченко Віра Вікторівна* — старший викладач кафедри електропостачання промислових підприємств, *Даус Юлія Володимирівна* — аспірант кафедри електропостачання промислових підприємств, *Пилипенко Олександр Сергійович* — магістр кафедри електропостачання промислових підприємств.

Запорізький національний технічний університет, Запоріжжя

A. P. Zabolotnyi¹
V. V. Diachenko¹
Yu. V. Daus¹
O. S. Pylypenko¹

Effect of agriculture electricity network on generation sources structure

¹Zaporizhia National Technical University

A new approach to building the structure of rural power grids is suggested in the paper, taking into account the availability of sources of electricity generation based on renewable, which solved the problem of the choice of coordinates where the installed power supply based on the calculation of technical and economic parameters of the existing structures of power networks.

Keywords: generation, agriculture electric networks, loss of energy.

Zabolotnyi Anatolii P. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Power Supply of Industrial Enterprises, e-mail: zap@zntu.edu.ua, *Diachenko Vira V.* — Senior Lecturer of the Chair of Power Supply of Industrial Enterprises, *Daus Yulia V.* — Post-Graduate Student of the Chair of Power Supply of Industrial Enterprises, *Pylypenko Oleksandr S.* — M. S. of the Chair of Power Supply of Industrial Enterprises

А. П. Заболотный¹
В. В. Дьяченко¹
Ю. В. Даус¹
А. С. Пилипенко¹

Влияние источников генерации на структуру сельской электрической сети

¹Запорожский национальный технический университет

Предложен новый подход к построению структуры сельских электрических сетей, учитывающий наличие источников генерации электроэнергии на базе возобновляемых, в котором решается задача выбора координат места установки источника питания на основе расчета технико-экономических показателей сформированных структур электрических сетей.

Ключевые слова: генерация, сельские электрические сети, потери электрической энергии.

Заболотный Анатолий Петрович — канд. техн. наук, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, e-mail: zap@zntu.edu.ua, *Дьяченко Вера Викторовна* — старший преподаватель кафедры электроснабжения промышленных предприятий, *Даус Юлия Владимировна* — аспирант кафедры электроснабжения промышленных предприятий, *Пилипенко Александр Сергеевич* — магистр кафедры электроснабжения промышленных предприятий