

Выводы

Выполненный анализ позволяет сделать вывод, что практически все закономерности, относящиеся к молекулярным газам, подчиняются статистике Максвелла-Больцмана, Бозе-Эйнштейна, Ферми-Дирака.

Список литературы

1. Заславский Г.М. Стохастичность динамических систем / Заславский Г.М. – М.: Наука, 1984. – 271 с.
2. Никульшин Р.К. Термодинамические основы и методы получения низких температур в холодильной и криогенной технике: учеб. пособ. для вузов / Р.К. Никульшин, Т.В. Морозюк. – Одесса: ХТ и Т, 1999. – 140 с.
3. Новиков И.И. Термодинамика / Новиков И.И. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
4. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов / Пригожин И. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1960. – 128 с.
5. Румер Ю.Б. Термодинамика. Статистическая физика и кинетика / Ю.Б. Румер, М.Ш. Рывкин. – М.: Наука, 1972. – 400 с.
6. Смирнова Н.А. Методы статистической термодинамики в физической химии: учебник / Смирнова Н.А. – М.: Высш. шк., 1973. – 480 с.

На основі статистичної фізики проаналізовано основні положення термодинаміки та принципи зростання ентропії.

Статистична фізика, фазовий простір, квантова статистика, ймовірність, теорія інформації, ентропія.

Based on a statistical analysis of the basic physics of the provisions and principles of thermodynamics, entropy increase.

Statistical physics, phase space, quantum statistics, probability, information theory, entropy.

УДК 621.316.11

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИБОРУ ПОТУЖНОСТІ ДЖЕРЕЛ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ СІЛЬСЬКИХ РЕГІОНІВ

В.В. Козирський, доктор технічних наук

О.В. Гай, кандидат технічних наук

В.М. Бодунов, інженер

Розглянуто питання оптимізації потужності джерел розподіленої генерації в розподільних електричних мережах сільських регіонів. Запропоновано використання централізованого керування потужністю джерел розподіленої генерації.

Розподільна електрична мережа, джерела розподіленої генерації, оптимізація потужності, централізоване керування.

© В.В. Козирський, О.В. Гай, В.М. Бодунов 2012

Останнім часом у багатьох країнах світу набуло поширення використання міні- та мікроелектростанцій для часткового або повного забезпечення власних потреб споживачів в електроенергії. Для сільських регіонів України особливістю систем електропостачання є значна розосередженість навантаження та використання протяжних повітряних ліній 10, 6 та 0,38 кВ. Оскільки вони мають низьку надійність та великі втрати напруги та потужності, то використання джерел розподіленої генерації (ДРГ) може значно підвищити ефективність роботи електричних мереж. Для цього необхідно оптимізувати місця встановлення і потужність ДРГ в електричних мережах. У статті запропоновано метод розв'язування цієї задачі, коли критерієм оптимальності прийнято мінімум втрат активної потужності в елементах мережі.

Мета досліджень – оптимізування місць встановлення і потужності ДРГ в електричних мережах, коли критерієм оптимальності прийнято мінімум втрат активної потужності в елементах мережі.

Матеріали та методика досліджень. Розглянемо вибір потужностей ДРГ у розподільній електричній мережі. При встановленні ДРГ лише в одному вузлі мережі, її можна узагальнено подати заступною схемою з двома еквівалентними вузлами навантаження (рис. 1).

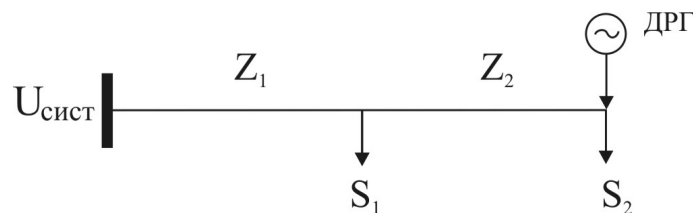


Рис. 1. Заступна схема з двома еквівалентними вузлами навантаження

Як основний критерій, за яким проводиться оптимізація потужності ДРГ в певний момент роботи, приймемо мінімум втрат активної потужності в елементах мережі [1, 3]. При розв'язуванні цієї задачі без врахування обмежень на величину потужності ДРГ, матимемо

$$\sum \Delta P_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

де i – номер інтервалу осереднення.

Результати досліджень. Нехтуючи впливом втрат потужності на потекорозподіл для мережі (див. рис. 1) отримуємо

$$\begin{aligned} \sum \Delta P_i = & \frac{(P_{1i} + P_{2i} - P_{\text{ДРГ } i})^2 + (Q_{1i} + Q_{2i} - Q_{\text{ДРГ } i})^2}{U_{\text{ном}}^2} r_1 + \\ & + \frac{(P_{2i} - P_{\text{ДРГ } i})^2 + (Q_{2i} - Q_{\text{ДРГ } i})^2}{U_{\text{ном}}^2} r_2 \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (2)$$

де P_{1i}, Q_{1i} та P_{2i}, Q_{2i} – відповідно активні та реактивні потужності вузлів навантаження на i -му інтервалі часу.

Екстремум цієї функції за змінними $P_{\text{ДРГ } i}$ та $Q_{\text{ДРГ } i}$ для i -го інтервалу часу знаходимо шляхом прирівнювання часткових похідних за змінними до нуля:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta P_i}{\partial P_{\text{ДРГ}}} = 0 \\ \frac{\partial \Delta P_i}{\partial Q_{\text{ДРГ}}} = 0 \end{cases}$$

Після перетворення отримуємо:

$$\begin{cases} P_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) = P_{2i} + P_{1i} \frac{r_1}{r_1 + r_2} \\ Q_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) = Q_{2i} + Q_{1i} \frac{r_1}{r_1 + r_2} \end{cases} \quad (3)$$

Як видно з рівнянь, значення активної потужності ДРГ, при якій втрати в мережі, наведеній на рис. 1, будуть мінімальними і знаходяться в діапазоні $P_2 \leq P_{\text{ДРГ}} < P_1 + P_2$ залежно від співвідношення активних складових опорів ділянок. Така залежність наведена на рис. 2.

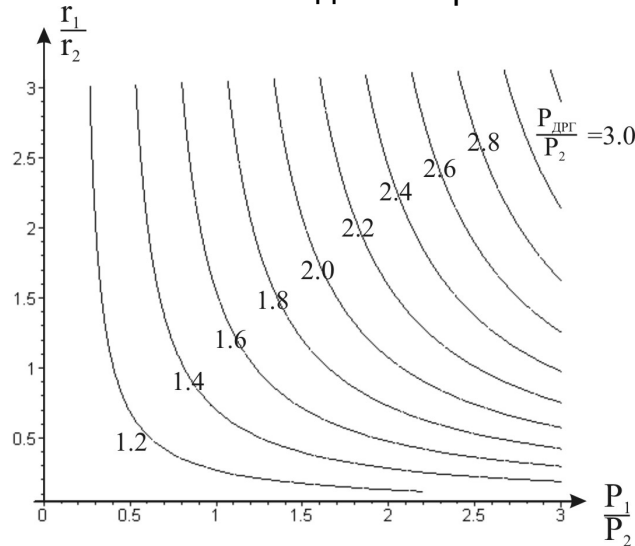


Рис. 2. Залежності потужності ДРГ від співвідношення активних складових опорів ділянок мережі, схема якої наведена на рис. 1

Фактично ця задача має низку обмежень, пов'язаних з допустимістю режимів, стійкістю та ін. Усі ці обмеження можуть бути зведені до одного: максимальне значення активної та реактивної потужностей в цьому конкретному режимі роботи (ізоляції на рис. 2). З врахуванням цього обмеження система рівнянь (3) набуває вигляду:

$$\begin{cases} P_{\text{ДРГ}i} = \begin{cases} P_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}), & P_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) < P_{\text{ДРГ}i \max} \\ P_{\text{ДРГ}i \max}, & P_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) \geq P_{\text{ДРГ}i \max} \end{cases} \\ Q_{\text{ДРГ}i} = \begin{cases} Q_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}), & Q_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) < Q_{\text{ДРГ}i \max} \\ Q_{\text{ДРГ}i \max}, & Q_{\text{ДРГ}i}(\Delta P_{\min}) \geq Q_{\text{ДРГ}i \max} \end{cases} \end{cases} \quad (4)$$

Розглянемо приклад розгалуженої розподільної електричної мережі 10 кВ з навантаженням: 50 % – сільськогосподарські житлові будинки та

комунально-побутові споживачі; 25 % – однозмінне промислове підприємство у сільській місцевості; 25 % – ферма з виробництва молока (рис. 3).

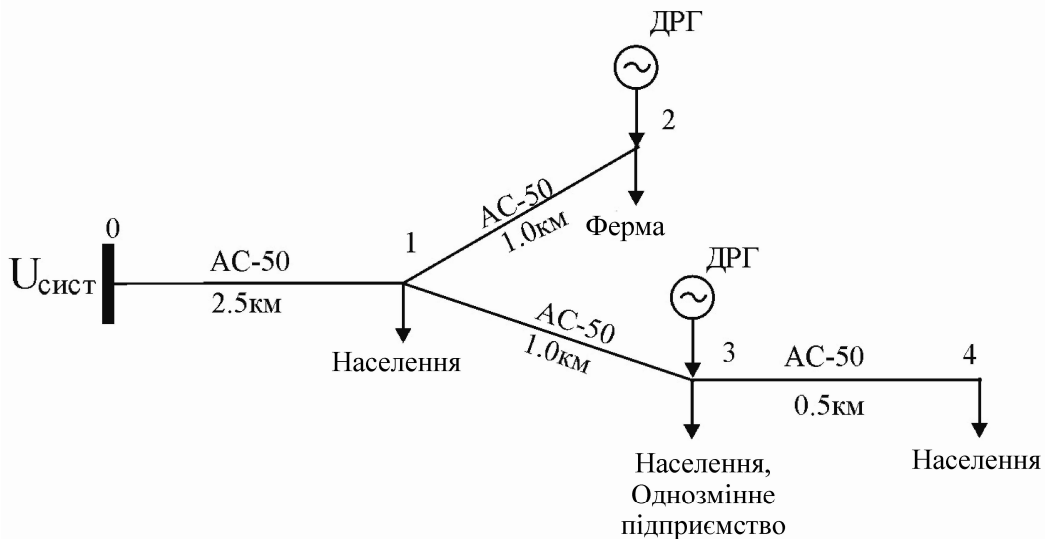


Рис. 3. Приклад розгалуженої розподільної електричної мережі 10 кВ

Добові графіки навантаження електричної мережі за активною та реактивною потужностями у відносних одиницях (рис. 4) отримані з характерних графіків навантаження.

Для наочності проведено оптимізацію лише за активною потужністю ДРГ. При оптимізації активних потужностей двох джерел без врахування обмежень для електричної мережі (рис. 3) матимемо

$$\begin{cases} P_{ДРГ2i}(\Delta P_{\min}) = P_{2i} + P_{1i} \frac{r_{01} \cdot r_{13}}{r_{01} \cdot r_{13} + r_{01} \cdot r_{12} + r_{12} \cdot r_{13}} \\ P_{ДРГ3i}(\Delta P_{\min}) = P_{3i} + P_{4i} + P_{1i} \frac{r_{01} \cdot r_{12}}{r_{01} \cdot r_{13} + r_{01} \cdot r_{12} + r_{12} \cdot r_{13}} \end{cases} \quad (5)$$

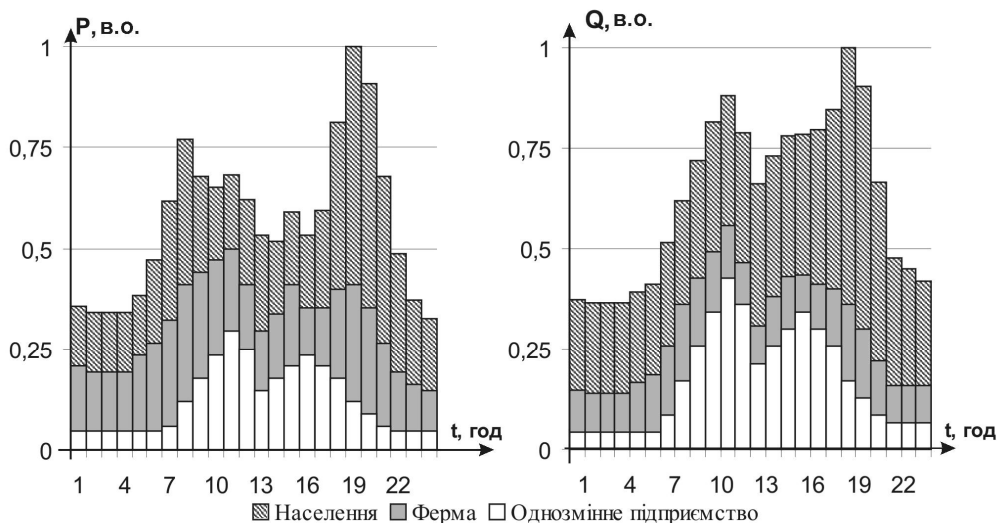


Рис. 4. Добові графіки навантаження електричної мережі

При врахуванні обмеження за $P_{ДРГ\max}$ прийнято максимальне значення активної потужності навантажень споживачів з ДРГ (така потужність

ДРГ дозволяє забезпечити електроенергією власне навантаження при втраті живлення від енергосистеми). Результати розрахунків втрат електричної енергії за добу зведені до таблиці. За 100 % прийнято втрати активної електроенергії за відсутності ДРГ.

Результати розрахунків втрат електричної енергії за добу

Місце встановлення ДРГ	Втрати активної електроенергії, % в електричній мережі з ДРГ		
	Без оптимізації потужності ($P_{ДРГ} = const$)	З оптимізацією потужності $P_{ДРГ}$	
		без обмежень	$P_{ДРГ} \leq P_{max}$
Вузол 2	57,0	45,2	54,4
Вузол 3	48,0	40,5	47,2
Вузли 2 та 3	45,4	35,0	34,3

Як видно з таблиці, встановлення ДРГ відразу у двох вузлах мережі з одночасним централізованим регулюванням їх потужності дозволяє зменшити втрати електроенергії в елементах мережі в три рази у порівнянні з варіантом без ДРГ. Також видно, що використання ДРГ без керування величиною потужності дає менший ефект, ніж при її зміні.

На рис. 5 наведено графіки генерації активної потужності для розрахованих режимів і встановленням ДРГ в обох вузлах. З рисунка видно, що при нерегульованому режимі генерації протягом 17 год доби електрична енергія передаватиметься від ДРГ на шини енергосистеми, що призведе до додаткових втрат, не врахованих розрахунковою моделлю мережі.

Таким чином, для підвищення ефективності режимів роботи електричних мереж з ДРГ слід стимулювати споживачів, які забезпечують генерацію електроенергії в систему, використовувати власні засоби генерації відповідно до графіків навантаження споживачів, які отримують живлення тією ж ділянкою мережі. Досягти цього можливо перекладанням функцій управління генерацією енергії ДРГ з власника генеруючих потужностей на єдину централізовану систему керування [2].

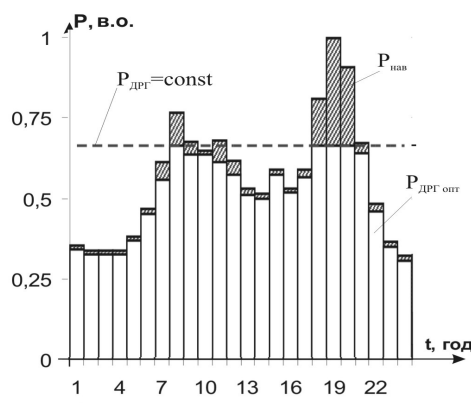


Рис. 5. Графіки генерації активної потужності для розрахованих режимів і встановленням ДРГ в обох вузлах схеми рис. 3

Запропонований спосіб керування режимом генерації ДРГ підвищує ефективність роботи елементів енергосистеми, але при цьому зменшується коефіцієнт використання встановленої потужності ДРГ. На рис. 6 показана зміна величини коефіцієнта використання встановленої потужності та величини втрат електроенергії залежно від встановленої потужності генераторів у відповідному вузлі розрахункової схеми електричної мережі (див. рис. 3).

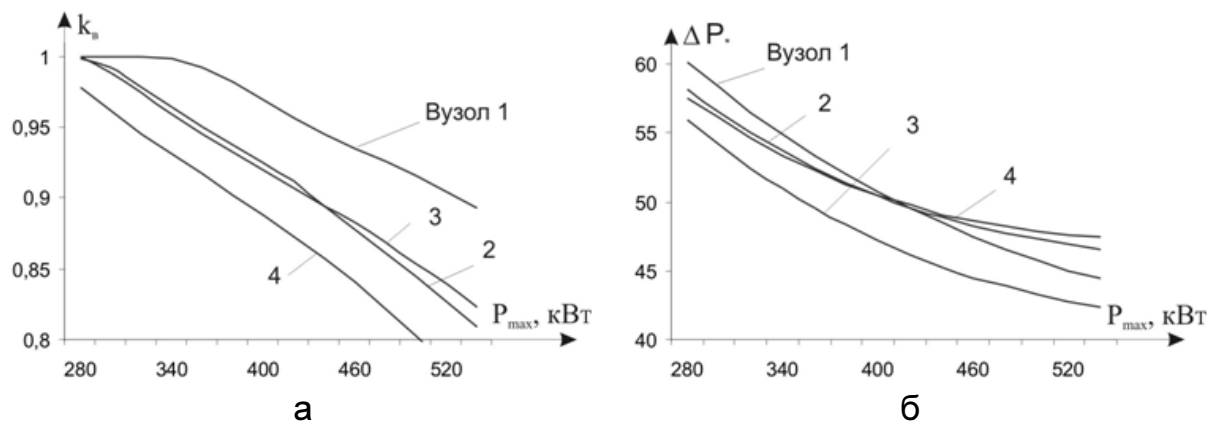


Рис. 6. Залежність коефіцієнта використання встановленої потужності (а) та втрат потужності (б) від встановленої потужності генераторів

Висновки

Стихийне, майже неконтрольоване, нарощування встановлених потужностей ДРГ у розподільних мережах сільських регіонів в умовах значного спаду навантажень при неконтрольованих режимах генерації може звести на нівець більшість переваг розподіленої генерації, тому встановлення як самих ДРГ, так і систем централізованого управління їх режимами потребує якісного техніко-економічного обґрунтування.

Список літератури

1. Жильцов А.В. Алгоритм встановлення джерел розподіленої генерації в електричних мережах / А.В. Жильцов, В.М. Бодунов, О.В. Гай // Зб. Наук. праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2011. – Вип. 59. – С. 3 – 7.
2. Інтелектуальні системи захисту та автоматики замкнених електричних мереж з джерелами розподіленої генерації / В.В. Козирський, В.В. Каплун, О.В. Гай, В.М. Бодунов // Енергетика та електрифікація. – 2011. – № 3. – С. 42 – 47.
3. Кириленко О.В. Технічні аспекти впровадження джерел розподіленої генерації в електричних мережах / О.В. Кириленко, В.В. Павловський, Л.М. Лук'яненко // Технічна електродинаміка. – 2011. – №1.–С. 46 – 53.

Рассмотрены вопросы оптимизации мощности источников распределенной генерации в распределительных электрических сетях сельских регионов. Предложено использование централизованного управления мощностью источников распределенной генерации.

Распределительная электрическая сеть, источники распределенной генерации, оптимизация мощности, централизованное управление.

The problems of optimization of capacity sources of distributed generation in distributive electric networks in rural areas. Proposed use of the centralized management of power sources of distributed generation.

Distributive electric network, source of distributed generation, optimization of power, centralized control.

УДК 631.24.243

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИХ УСТАНОВОК У РОСЛИННИЦТВІ

Г.Б. Іноземцев, доктор технічних наук

О.В. Окушко, кандидат технічних наук

Національний університет

біоресурсів і природокористування України

А.С. Нанавов, асистент

Національний університет ім. Т.Г. Шевченка

Обґрунтовано технічну та економічну доцільність застосування електротехнологічних установок в рослинництві, а також необхідність розробки захисних засобів щодо обмеження та попередження іскрових пробіїв у зоні обробки.

Електротехнологія, рослинництво, технологія, обробка, процес, іскроутворення, пробій, установка, коронний розряд.

Аналіз ситуації в напрямі реалізації електротехнологій у процесах виробництва сільськогосподарської продукції, які базуються на величезному обсязі результатів експериментальних досліджень, і в першу чергу в процесах передпосівної обробки насіння та рослин, їх знезараження перед сівбою та при зберіганні, захисті та підживленні рослин, демонструє високі функціональні та ергономічні можливості цих технологій.

Важливість таких досліджень зростає особливо в умовах посилення техногенної дії на агросистеми в багатьох державах світу при виробництві сільськогосподарської продукції. Такі розробки повинні розглядатися як альтернатива біохімічним методам, які вже на цей час себе вичерпали, завдяки низькій ефективності, в т.ч. у рослинництві.

Мета досліджень – обґрунтування шляхів підвищення надійності і працездатності та розробка засобів щодо підвищення швидкодії іскрогашіння в робочій зоні електротехнологічного обладнання.

Матеріали та методика досліджень. Результати досліджень щодо застосування електротехнологій не тільки підтверджують їх високі потенційні можливості, але і в деяких випадках, наприклад при вирішенні проблем підвищення урожайності особливо при стимуляції та активації росту