

УДК 621.311.21.001

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗПОДІЛУ НАВАНТАЖЕННЯ МІЖ РОЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ В ЛОКАЛЬНІЙ ЕЛЕКТРИЧНІЙ СИСТЕМІ

П.Д.Лежнюк¹, докт.техн.наук, О.В.Нікіторович², канд.техн.наук, В.В.Петребський¹,

¹ – Вінницький національний технічний університет,

Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна,

² – ЗА «Новосвіт»,

пров. Станіславського, 16, Вінниця, 21022, Україна.

Розглядається система оптимального керування розосередженими джерелами електроенергії (РДЕ) в локальній електричній системі. Критерієм оптимальності є максимум прибутку від експлуатації РДЕ. Система автоматичного керування побудована на засадах принципу найменшої дії. Бібл. 3, рис. 1.

Ключові слова: локальна система, відновлювані джерела енергії, оптимізація.

З розвитком розосереджених джерел електроенергії (РДЕ) в розподільних електричних мережах і обмеженням централізованого електропостачання та переходом до комбінованого електропостачання, а також з впровадженням *Smart Grid* технологій виникають нові задачі, однією з яких є оптимальне керування РДЕ в складі локальних електричних систем (ЛЕС). Метою цього є досягнення максимального техніко-економічного ефекту від впровадження РДЕ і за рахунок цього нарощування потужності нових альтернативних і поновлюваних джерел енергії. Для компенсації нестабільності генерування окремих РДЕ та досягнення більшого ефекту від функціонування ЛЕС ставиться задача оптимізації й автоматизації процесу розподілу навантаження між РДЕ.

В [1] сформульовано задачу оптимізації функціонування РДЕ у ЛЕС, яка працює сумісно з ЕЕС. Для досягнення максимального прибутку від експлуатації РДЕ на добовому інтервалі часу $[t_0; t_k]$ задача формулюється як мінімізація затрат на електроенергію, взяту з електроенергетичної системи (ЕЕС) (централізоване живлення)

$$\min \{F = \int_{t_0}^{t_k} P_{\Pi}(t) \varrho(t) dt\} \quad \text{за умов} \quad P_{\Pi}(t) + \sum_{k=1}^n P_k(t) + \sum_{j=1}^m P_j(t) - P_H(t) = 0,$$

де $P_{\Pi}(t)$ – потужність, що береться з ЕЕС; $P_k(t)$, $P_j(t)$ – потужність відповідно керованих і умовно-керованих РДЕ; $P_H(t)$ – потужність навантаження ЛЕС; $\varrho(t)$ – вартість електроенергії з ЕЕС за багатоступеневим тарифом.

Умови оптимального розподілу навантаження між джерелами електроенергії можна отримати, скориставшись принципом найменшої дії за методикою, викладеною в [2]. Для цього витрати на виробництво електроенергії i -м джерелом розглядаються як вартість втрат електроенергії в активному опорі R_{ei} за такий самий проміжок часу. Тоді, якщо генерування джерела енергії на проміжку часу Δt графіка навантаження є постійним, то отримаємо значення таких економічних активних опорів для кожного джерела: $R_{ei} = U_i^2 \varrho_i (P_i \varrho)^{-1}$, де ϱ – вартість 1 кВт/год втрат електроенергії.

Розмістивши джерела електричної енергії за розрахованими таким чином опорами, можна замінити визначення мінімуму сумарних витрат на виробництво електроенергії розрахунком економічного режиму ЛЕС за заступною схемою, складеною тільки із активних опорів елементів ЛЕС та економічних опорів R_{ei} . Процес оптимізації навантаження РДЕ може бути автоматизований в обчислювальному середовищі, наприклад, TRACE MODE.

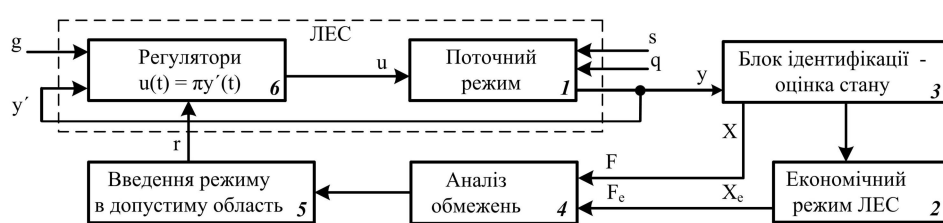
Добре пристосованою для реалізації на практиці схеми наближення поточного режиму ЕЕС до економічного є адаптивна система керування з еталонною моделлю. Вона апробована відносно керування нормальними режимами ЕЕС, де як еталонна використовується імітаційна модель [3]. На рисунку показано адаптивну систему оптимального керування нормальним режимом ЛЕС, де як еталонна використовується модель економічного режиму ЛЕС. За допомогою цієї системи керування реалізується задача наближення поточного режиму до економічного з врахуванням обмежень.

Об'єкт керування – режим ЛЕС і регулятори утворюють основний контур системи автоматичного керування (САК). На режим ЛЕС постійно діють збурення у вигляді зміни навантаження s і параметричні збурення – відхилення параметрів ЕЕС від їхніх номінальних значень q . Величини визначальних параметрів y , склад яких знаходиться з результатів аналізу на чутливість критерію оптимальності F до керуючих параметрів u , подаються на вхід регуляторів, якими згідно з заданими законами керування режим ЛЕС утримується в допустимій області оптимальності. Через регулятори за необхідності можуть здійснюватися прямі керуючі впливи g безпосередньо оперативним персоналом. Контур адаптації (блоки 2–5) керує коефіцієнтами регуляторів. Процес адаптації залежить, як правило, від векторів зовнішніх впливів g , s і від параметричних збурень q , викликаних зміною метеорологічних умов. В блок 3 з бази даних ОІК надходить інформація, необхідна для визначення поточного F і економічного F_e значень критерію оптимальності. Блок 2 є моделлю-еталоном з вектором

стану x_e , який визначається в результаті розрахунку усталеного режиму ЛЕС за її заступною R-схемою. В блоці 4 перевіряються умови

$$\Delta F = |F - F_e| \leq \xi_F,$$

де ξ_F – допустиме відхилення поточних значень критерію оптимальності його оптимального значення.



Якщо остання умова виконується, то це означає, що режим ЛЕС знаходиться в області оптимальності і ніяких керуючих дій не вимагається. В протилежному випадку на вхід блоку 5 передаються

ΔF і визначаються зміни в законах керування r , які здійснюють зміну генерування РДЕ і потужність від ЕЕС та зводять ΔF до ξ_F .

1. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Ковальчук О.А. Оптимальне керування розосередженими джерелами енергії в локальній електричній системі // Праці Інституту електродинаміки НАН України. Спеціальний випуск. – 2011. – Ч.1. – С. 48–55.

2. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Нетребський В.В. Принцип найменшої дії в задачах оптимізації електроенергетичних систем // Технічна електродинаміка. – 2006. – №3. – С. 35–41.

3. Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Оболонский Д.И. Моделирование и компенсация влияния неоднородности электрических сетей на экономичность их режимов // Электричество. – 2007. – №11. – С. 2–8.

УДК 621.311.21.001

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ МЕЖДУ РАССРЕДОТОЧЕННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ В ЛОКАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

П.Д.Лежнюк¹, докт.техн.наук, А.В.Никиторович², канд.техн.наук, В.В.Нетребский¹,

¹ – Винницкий национальный технический университет,

Хмельницкое шоссе, 95, Винница, 21021, Украина,

² – ЗЕА «Новосвіт»,

пер. Станиславского, 16, Винница, 21022, Украина.

Рассматривается система оптимального управления рассредоточенными источниками электроэнергии в локальной электрической системе. Система автоматического управления построена на основе принципа наименьшего действия. Библи. 3, рис. 1.

Ключевые слова: локальная система, возобновляемые источники энергии, оптимизация.

OPTIMIZATION OF PARTITION OF LOAD BETWEEN THE DISPersed ENERGY SOURCES IN THE IN-PLANT ELECTRIC SYSTEM

P.D.Lezhniuk¹, O.V.Nikitorovych², V.V.Netrebskyi¹,

¹ – Vinnytsia National Technical University,

Khmelnyske shosse, 95, Vinnytsia, 21021, Ukraine,

² – Outwardly-economic association “Novosvit”,

Stanislavskogo prov., 16, Vinnytsia, 21022, Ukraine.

The system of optimal management is examined by the dispersed sources of electric power in the in-plant electric system. The system of automatic control is built on the basis of principle of the least action. Reference 3, fig. 1.

Keywords: in-plant system, proceeded in energy sources, optimization.

1. Lezhniuk P.D., Kulyk V.V., Kovalchuk O.A. An optimal management of energy the dispersed sources is in the in-plant electric system // Pratsi Instytutu elektrodynamiky NAN Ukrainy. – 2011. – Pp. 10–16. (Ukr)

2. Lezhniuk P.D., Kulyk V.V., Netrebskyi V.V. Principle of the least action is in the tasks of optimization of the electroenergy systems // Tekhnichna elektrodynamika. – 2006. – №3. – Pp. 35–41. (Ukr)

3. Lezhniuk P.D., Kulik V.V., Obolonskii D.I. Design and indemnification of influence to heterogeneity of electric networks on the economy of their modes // Elektrichestvo. – 2007. – №11. – Pp. 2–8. (Rus)

Надійшла 26.01.2012

Received 26.01.2012