

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ З МАЛОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ

О.С. ДРИЖИРУК¹, *магістрант*

E-mail: oleksandr.dryzhyruk@kname.edu.ua

В.О. ПЕРЕПЕЧЕНИЙ¹, *канд. техн. наук, доцент*

доцент кафедри систем електропостачання та електроспоживання міст

¹⁾ *Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова 17, м. Харків, Україна 61002*

В даний час широке використання джерел малої генерації відіграє роль катализатора в процесі перетворення пасивних розподільчих мереж на активні, створюючи нові завдання з управління режимами їхньої роботи. Перехід до децентралізованої системи електропостачання споживачів призвело до появи концепції активних електричних мереж із розподіленою малою генерацією, з урахуванням якої створюються Mini- і MicroGrid, є інтелектуальними автоматизованими системами електропостачання.

Актуальність теми дослідження зумовлена тим, що в електричних мережах, що містять об'єкти з малою генерацією, у тому числі Mini- і MicroGrid, неможливо виключити виникнення різних аварійних збурень, як і у великих енергосистемах, що часто призводять до їхнього поділу на частини. Тим не менш, синхронізація об'єктів MicroGrid після розпаду скрутна через стохастичний характер зміни навантаження і малої інерційності енергоблоків. До того ж, острівна робота таких об'єктів, як правило, не відповідає вимогам надійності та якості електричної енергії, особливо за частотою.

Існуючі способи та пристрої синхронізації об'єктів з малої генерації в активних розподільчих електричних мережах недостатньо ефективні, як через недорахування стохастичності параметрів синхронізації та малої інерційності роторів, так і необхідності виконання синхронізації на віддалених комутаційних апаратах в умовах нерозвиненої системи передачі даних про режимні параметри та множини можливих перерізів для аварійного та протиаварійного поділів мережі.

На підставі викладеного вище, можна стверджувати, що децентралізована синхронізація в електричній мережі на безлічі віддалених комутаційних апаратах є актуальним завданням, яке недостатньо досліджено.

Для вирішення цього завдання необхідно розробити способи та автоматику децентралізованого управління синхронізацією, відновлення цілісності мережі та її нормального режиму після розпаду на частини без обміну даними між елементами, що беруть участь у процесі синхронізації. Така автоматика дозволила б досягти повної "незалежності" учасників у мережі, знизити витрати на капіталовкладення в нові об'єкти, що будуються, і скоротити експлуатаційні витрати вже функціонуючих об'єктів, забезпечити надійне та якісне електропостачання

локальних споживачів, та сприяло б подальшому розвитку інтелектуалізації розглянутих мереж.

Розвиток розподілених по електричній мережі об'єктів з малою генерацією є все більш суттєвим фактором, що визначає вигляд та режимні властивості сучасних електроенергетичних систем. Цей розвиток, як правило, є наслідком недоліків концепції понад централізованого енергопостачання в умовах сучасної економіки, прагнення споживачів до раціоналізації способів задоволення потреб в енергії, а також до участі в енергетичному бізнесі. До таких об'єктів віднесені: електростанції малої потужності, Minigrіd (локальні системи енергопостачання на базі синхронної генерації потужністю до 25 МВт та напругою внутрішньої мережі 10 кВ) та MicroGrid на базі синхронної генерації потужністю до 1 МВт та напругою внутрішньої мережі 0,4 кВ. У західній класифікації такого поділу немає і обидва останні об'єкти класифікуються як MicroGrid.

Корисною властивістю для надійності електропостачання власних споживачів, системної надійності MicroGrid та зовнішніх енергосистем у режимах паралельної роботи є їхня здатність до спорадичних переходів у острівний режим із збереженням працездатності без суттєвого порушення балансів потужності, що підтримується протиаварійним та режимним управлінням, що забезпечує живучість загальної системи та швидке відновлення режимів. MicroGrid об'єднує джерела малої генерації, внутрішню розподільну електричну мережу, споживачів, можливо накопичувачі енергії, а також пристрої управління, утворюючи цілісну керовану систему енергопостачання.

Електрична енергія, вироблена об'єктами малої генерації MicroGrid, безпосередньо залежить від попиту локальних споживачів. Останні мають можливість коригувати споживання енергії відповідно до своєї вигоди, що веде до підвищення їхньої ролі в управлінні енергосистемою.

Розвиток розподілених по електричній мережі об'єктів з малою генерацією є все більш суттєвим фактором, що визначає вигляд та режимні властивості сучасних електроенергетичних систем. Цей розвиток, як правило, є наслідком недоліків концепції понад централізованого енергопостачання в умовах сучасної економіки, прагнення споживачів до раціоналізації способів задоволення потреб в енергії, а також до участі в енергетичному бізнесі. До таких об'єктів віднесено: електростанції малої потужності, Minigrіd (локальні системи енергопостачання (ЛСЕ) на базі синхронної генерації потужністю до 25 МВт та напругою внутрішньої мережі 10 кВ) та MicroGrid на базі синхронної генерації потужністю до 1 МВт та напругою внутрішньої мережі 0,4 кВ. У західній класифікації такого поділу немає і обидва останні об'єкти класифікуються як MicroGrid. Надалі також буде використано загальну назву таких об'єктів, тобто. MicroGrid.

Корисною властивістю для надійності електропостачання власних споживачів, системної надійності MicroGrid та зовнішніх енергосистем у режимах паралельної роботи є їхня здатність до спорадичних переходів у острівний режим із збереженням працездатності без суттєвого порушення балансів потужності, що підтримується протиаварійним та режимним управлінням, що забезпечує живучість загальної системи та швидке нормальних режимів. Як запуск електростанції з нуля,

так і відновлення режиму паралельної роботи потребують надійної та безпечної для обладнання синхронізації активних частин загальної мережі, яка в багатьох випадках має суттєві відмінності в режимних умовах та способах здійснення від звичайної.

MicroGrid об'єднує джерела малої генерації, внутрішню розподілену електричну мережу, споживачів, можливо накопичувачі енергії, а також пристрої управління, утворюючи цілісну керовану систему енергопостачання.

MicroGrid, як правило, є інтелектуальною автоматизованою системою, яка самостійно реконфігурується, керує балансом та розподіляє потоки потужності, забезпечуючи плавний перехід в ізольований режим та автоматичну ресинхронізацію за спеціальною технологією управління.

Електрична енергія, вироблена об'єктами малої генерації MicroGrid, безпосередньо залежить від попиту локальних споживачів. Останні мають можливість коригувати споживання енергії відповідно до своєї вигоди, що веде до підвищення їхньої ролі в управлінні енергосистемою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Hanmandlu, M. Proposing a new advanced control technique for micro hydro power plants / M. Hanmandlu, H. Goyal // Int. J. Electr. Power Energy Syst. Elsevier, – 2018. – Vol. 30, iss. 4. – P. 272–282.

2. Hybrid improved particle swarm optimization-cuckoo search optimized fuzzy PID controller for micro gas turbine / R. Yang, Y. Liu, Y. Yu [et al.] // Energy Reports. – 2021. – Vol. 7. – P. 5446–5454.

3. Adaptive model predictive control design for the speed and temperature control of a V94.2 gas turbine unit in a combined cycle power plant / V. Haji Haji, A. Fekih, C.A. Monje, R. Fakhri Asfestani // Energy. – 2020. – Vol. 207. – P. 118259.