

Повні та якісні набори даних, необхідні для навчання моделі зібрано з використанням контролера приєднання SATEC PM180. Контролер здатний здійснювати вимірювання напруги, струму, частоти потужності, несиметрії струмів та напруг, струму нейтралі. Всі ці дані, у вигляді необхідному для навчання моделі, шляхом використання прикладного програмного інтерфейсу (API) передаються в локальну базу даних, після чого використовуються для навчання. Впровадження моделі короткострокового прогнозування попиту на енергію в існуючі, або новостворені автоматизовані системи керування енергоострова територіальних громад з комбінованим виробництвом електроенергії та тепла відкриває можливості, для збору історичних наборів даних та прогнозування попиту на енергію в конкретний момент часу, тим самим дозволяючи в короткі терміни узгодити узгодити доступні рівні генерації відновлювальних джерел в частині коригування графіку навантаження з зменшенням перетоків з зовнішньої мережі, дозволить формувати баланс енергосистеми в умовах спільного комбінованого виробництва, тим самим оптимізуючи вартість одиниці енергії.

Подяка

Дослідження виконано за підтримки Національного фонду досліджень України конкурсу «Наука для відбудови України у воєнний та повоєнний періоди» гранту №94/0129.

Перелік джерел посилань

1. Keras-Team. (n.d.). *GitHub - keras-team/keras: Deep Learning for humans*. GitHub. <https://github.com/keras-team/keras>
2. Islam, S. S., Haque, M., Miah, M. S. U., Sarwar, T. B., & Nugraha, R. (2022). Application of machine learning algorithms to predict the thyroid disease risk: an experimental comparative study. *PeerJ. Computer Science*, 8, e898. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.898>
3. Taylor, S. J., & Letham, B. (2018). Forecasting at scale. *The American Statistician*, 72(1), 37–45. <https://doi.org/10.1080/00031305.2017.1380080>

УДК 621.311.24

АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА У РОЗПОДІЛЬНІЙ МЕРЕЖІ З ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОЮ СТАНЦІЄЮ

Козін В.М., к.т.н., доцент; Гончарук Ю.О., студент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна.

Режими роботи вітрових електричних станцій (ВЕС) визначаються характеристикою вітрового потоку на лопатях вітротурбіни, який носить різнозмінний характер і, у свою чергу, призводить до змінного моменту на валу синхронного генератора (СГ), що може привести до нестабільної роботи споживачів у розподільній мережі [2]. Зручність використання локально

розміщених ВЕС у місцях наближених до споживачів електроенергії, якими є розподільні мережі, вимагає додаткового аналізу впливу ВЕС на режими роботи споживачів [3].

Мета дослідження полягає у аналізі режимів роботи споживачів розподільної мережі [1], а саме асинхронних двигунів (АД).

Для вирішення поставленої мети була використана модель АД у формі Горєва-Парка по ЕРС з двома короткозамкнутими контурами на роторі [1]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{de'_d}{dt} = -a_4 \cdot e''_d - e'_d + s \cdot e'_q \cdot T_1 + a_4 \cdot u_d \\ \frac{de'_q}{dt} = -a_4 \cdot e''_q - e'_q - s \cdot e'_d \cdot T_1 + a_4 \cdot u_q \\ \frac{de''_d}{dt} = -a_1 \cdot e''_d - a_2 \cdot e'_d + s \cdot e''_q \cdot T_2 + a_3 \cdot u_d \\ \frac{de''_q}{dt} = -a_1 \cdot e''_q + a_2 \cdot e'_q - s \cdot e''_d \cdot T_2 + a_3 \cdot u_q \\ T_j \frac{ds}{dt} = M_e - M_c, \end{array} \right. \quad (1)$$

де a_1, a_2, a_3, a_4 – коефіцієнти рівнянь визначені за параметрами двоконтурної замісної схеми; M_e – електромагнітний момент, що діє на ротор АД; u_q, u_d – складові вектору напруги вузла приєднання АД у координатах q і d відповідно; i_q, i_d – складові вектору струму асинхронної машини в координатах q і d відповідно; e'_q, e'_d – складові вектора ЕРС першого короткозамкненого контуру на роторі АД у проєкціях на осі q і d відповідно; e''_q, e''_d – надперехідні ЕРС АД в осях q, d , зв'язані з ротором машини; $M_c = b_0 + b_1(1+s) + b_2(1+s)^2$ – момент опору механізму АД; b_0, b_1, b_2 – коефіцієнти рівняння моменту опору механізму; S – ковзання ротора асинхронної машини; T_j – постійна інерції ротора асинхронної машини.

Модель мережі для розрахунку перехідного режиму i -го вузла електроенергетичної системи має вигляд:

$$\dot{U}_i = \frac{\dot{E}_i - \dot{U}_j \cdot \dot{y}_{ij}}{\dot{y}_i + \dot{y}_{ij} + \dot{y}_{inav}}, \quad (2)$$

де $\dot{E}_i$ – еквівалентна ЕРС i -го вузла; $\dot{y}_i$ – еквівалентна провідність i -го вузла; $\dot{U}_j$ – напруга вузлів, що приєднуються до i -го вузла; $\dot{y}_{ij}$ – провідність між вузлами; $\dot{y}_{нав}$ – провідність статичного навантаження i -го вузла.

Статичне навантаження вузла енергосистеми може задаватися в вигляді $P, Q = \text{const}$, або $Q, P = f(U)$.

Як демонстрація можливостей розробленого комплексу програм були виконані розрахунки режимів реальної електроенергетичної системи.

Як модель вітрового потоку на лопатях ВЕС використовувалась реальна залежність швидкості вітру як функція часу.

Результати моделювання показують, що зміна швидкості вітрового потоку на лопатях вітроколеса СГ спричиняє коливання напруги на затискачах генератора, що впливає на режим напруги у вузлах розподільної мережі. Відхилення величини напруги від номінальної для всіх виконаних розрахунків усіх вузлів реальної розподільної мережі знаходяться у межах норми.

Перелік джерел посилань

1. Костерев, Н. В. Моделирование и динамика атомных электростанций при возмущениях в энергосистеме [Текст] / Н. В. Костерев. – М. : Вища шк., 1986. – 166 с.
2. Пекур П. П. Стохастичне моделювання динаміки повітряного потоку в приземному шарі атмосфери за довільної функції розподілу швидкості вітру // Відроджувана енергетика / П. П. Пекур. – Київ : ІВЕ НАН України, 2005. – № 3–4. – С. 29–33.
3. Костерев Н. В. Оценивание параметров асинхронной машины // Моделирование и расчет на ЦВМ режимов энергетических систем / Н. В. Костерев, П. Л. Денисюк. – Київ : Наукова думка, 1977. – С. 66–75.

УДК 621.311.243

АГРОВОЛЬТАІКА- ПЕРСПЕКТИВНЕ ПОЄДНАННЯ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ФЕРМЕРСТВА

Червінський Л.С., д.т.н., професор

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна*

Цю технологію називають ще «дуальним фермерством» тому, що одне й те саме поле використовується одночасно і для встановлення сонячних батарей, і для ведення сільського господарства.

Енергія сонця вгорі, а врожай унизу – у світі розвивається напрямок агровольтаїки – а саме вирощування сільськогосподарських культур під сонячними панелями. Наприклад, суміші ароматних трав і їстівних квітів вирощують у Греції. В Іспанії – артишоки та броколі вирощують під