

На теперішній час в світі продовжуються роботи зі створення нових моделей, що описують реальні внутрішньо-циліндрові робочі процеси в ДВЗ необхідні для розвитку теорії горіння.

### Література

1. Зеленцов А.А. Аналіз впливу геометрії камери згоряння на процеси турбулентного згоряння та локального теплообміну в циліндрі двигуна // Теплові процеси у техніці. - 2015. - Т. 7, № - С. 183-187.
2. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долгунов К.Є., Тимченко І.І. Автомобільні двигуни: Підручник. К.: Арістей, 2004. 476 с.
3. Крупський М.Г. Досвід організації процесів об'ємного сумішоутворення за результатами досліджень на двигуні із прозорими вікнами / М.Г. Крупський, В.Ю. Рудаков // Двигунобудування. – 2009. – № 2. – С. 31–34.

УДК 621.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МІКРОМЕРЕЖ З ВІДНОВЛЮВАНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

**Нечаус Андрій Олександрович**, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [nechaus@ukr.net](mailto:nechaus@ukr.net), ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

Основним недоліком відновлюваних джерел електричної енергії, таких як вітро- (WS) або сонячні (SS) електростанції, є непостійність вироблення ними електричної енергії, яка залежить від погодних умов, тобто наявності вітру або інтенсивності сонячного світла. В той же час, використання таких джерел є сучасною тенденцією, спрямованою на зменшення забруднюючого впливу на навколишнє середовище з боку традиційних теплових електростанцій. Для компенсації непостійності вироблення електроенергії відновлюваними джерелами система електропостачання доповнюється пристроями накопичення та зберігання енергії у вигляді акумуляторних батарей (Bat), які заряджаються при надлишку енергії у системі та розряджаються при її нестачі. Вочевидь, така система не здатна повністю забезпечити потреби споживачів електричної енергії, тому у більшості випадків працює паралельно з державною енергетичною мережею (G) і, залежно від призначення, забезпечує компенсацію максимумів навантаження, підтримання заданої якості електричної енергії, підвищує надійність електропостачання та стійкість системи електропостачання. Як додаткове автономне джерело електричної енергії в систему може бути додана дизель-генераторна установка (DG), яка забезпечує споживачів електричної енергії за відсутності живлення від вказаних вище джерел. І окремою групою електричного обладнання системи електропостачання слід вважати електромобілі (EV), які при реалізації технології автомобіль-мережа (V2G) здатні

виконувати функцію додаткового пристрою накопичення та зберігання електричної енергії. Структура подібної мережі наведена на рисунку 1.

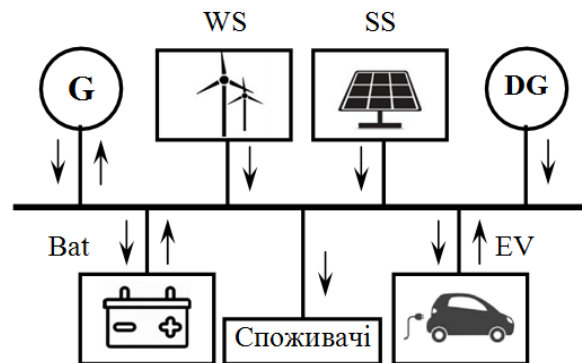


Рисунок 1 – Структура мікромережі

Подібного роду системи електропостачання, призначені для живлення окремих об'єктів та районів, називають локальними або мікромережами, і для них існує потреба у окремому регулюванні [1,2]. Кожен елемент системи має певні особливості щодо принципів роботи та регулювання. Наприклад, WS та SS працюють залежно від погодних умов, при цьому енергію, яку вони виробляють слід використовувати максимально для скорішої їх окупності; DG має максимальний коефіцієнт корисної дії при завантаженні порядку 75% потужності; Bat та EV можуть виступати як споживачами, так і джерелами енергії, для них потрібно забезпечити відповідні режими заряд-розряду для збереження їх довговічності, а для EV, крім того, заданий власником рівень ємності для використання за призначенням. На рисунку 1 стрілками показано можливі напрями потоку електричної енергії, які визначаються алгоритмом або, як називають у іноземній літературі, стратегією керування. В такому разі мікромережа набуває ознак розумної (Smart) мережі, наприклад [3,4].

У проаналізованій літературі алгоритми розподілу навантажень у мікромережі реалізуються на основі відповідних комутацій джерел живлення залежно від наявних генерованих потужностей, при цьому не розглядаються випадки паралельної роботи джерел живлення. На нашу думку, цьому слід приділити увагу, оскільки можливі варіанти, за яких робота окремих джерел може виявитися неоптимальною.

На рисунку 2, а наведено спрощену схему паралельної роботи двох джерел електричної енергії на загальне навантаження  $Z_H$ . Кожне джерело характеризується електрорушійною силою ( $\dot{E}_1, \dot{E}_2$ ), внутрішнім комплексним опором ( $Z_{E1}, Z_{E2}$ ), і підключене до мережі через лінії електропередачі з комплексним опором ( $Z_{r1}, Z_{r2}$ ).

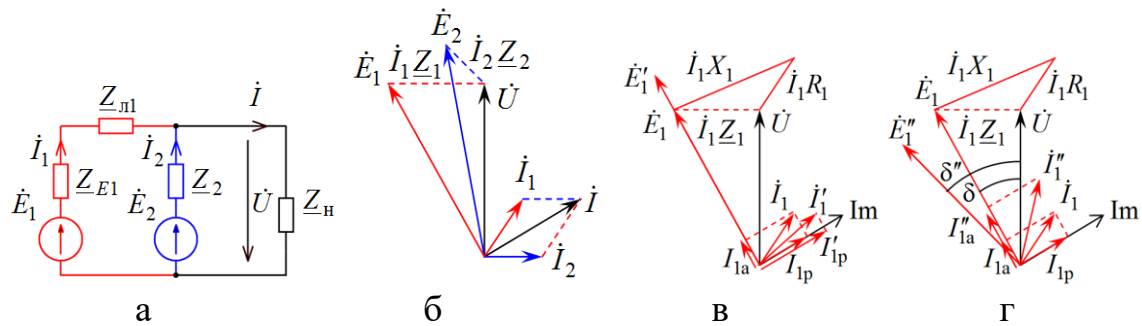


Рисунок 2 – Пояснення принципу розподілу навантажень

На рисунку 2, б наведено векторну діаграму паралельної роботи, на якій показано, що напруга мережі  $\dot{U}$  є загальною для обох джерел енергії та навантаження на шинах розподільного пристрою. Струм навантаження  $\dot{I}$  є сумою комплексних струмів джерел енергії  $\dot{I}_1$  та  $\dot{I}_2$ . Різниця між векторами  $\dot{E}_1$ ,  $\dot{E}_2$  та напругою  $\dot{U}$  визначається спадами напруги на проміжних опорах  $Z_1$  та  $Z_2$ . Враховуючи, що як навантаження  $Z_H$ , так і проміжні опори  $Z_1$ ,  $Z_2$  у загальному випадку є комплексними, між векторами струмів та відповідними напругами буде мати місце зсув по фазі.

На рисунку 2, в показано, що вектор струму може  $\dot{I}_1$  бути представлений двома складовими, активною  $I_{1a}$  – його проекція на вектор  $\dot{E}_1$ , та реактивною  $I_{1p}$  – проекція на ось уявних значень  $\text{Im}$ . Збільшення електрорушійної сили  $\dot{E}_1$  по модулю ( $\dot{E}'_1$ ) приводить до зміни струму джерела ( $\dot{I}'_1$ ) при незмінній напрузі  $\dot{U}$  за рахунок зміни спаду напруги на проміжному опорі. При цьому збільшується реактивна складова струму джерела  $I'_{1p}$ , активна складова змінюється мало.

На рисунку 2, г показано, як впливає зміна кута випередження електрорушійної сили  $\delta$ . При його збільшенні ( $\delta''$ ), збільшується активна складова струму  $\dot{I}_1$  ( $I''_{1a}$ ), його реактивна складова змінюється не суттєво.

Таким чином, при паралельній роботі двох джерел електричної енергії на загальне навантаження можливий випадок, коли одне джерело буде перевантажене активною потужністю і недовантажене реактивною та навпаки. В цих випадках виникають зрівнювальні струми, які циркулюють між джерелами електричної енергії, погіршуючи умови їх роботи.

### Висновки

Схеми керування мікромереж за наявності декількох джерел електричної енергії слід доповнити пристроями визначення їх завантаженості активною та реактивною енергією, та пристроями перерозподілу енергії між паралельно працюючими джерелами. Крім того, при проектуванні таких пристроїв слід проводити додатковий аналіз зовнішніх характеристик джерел електричної енергії, які побудовані на різних принципах перетворення енергії.

## Література

1. Moslem Uddin, Huadong Mo, Daoyi Dong, Sondoss Elsayah, Jianguo Zhu, Josep M. Guerrero, Microgrids: A review, outstanding issues and future trends, Energy Strategy Reviews, Volume 49, 2023, 101127, ISSN 2211-467X, <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101127>.
2. Islam, Md & Hosen, Rubayet & Rahman, Md. (2019). A Study on Micro-grid Technology: Some Key Aspects. Asian Journal of Information Technology. 1. 25-28. 10.5281/zenodo.3344466.
3. Chakir, Asmae & Tabaa, Mohamed & Moutaouakkil, Fouad & Medromi, Hicham & Alami, Karim. (2020). Smart multi-level energy management algorithm for grid-connected hybrid renewable energy systems in a micro-grid context. Journal of Renewable and Sustainable Energy. 12. 10.1063/5.0015639.
4. ATICI, TURHAN & Taskin, Sezai & Şengör, İbrahim & Tozak, Macit & Demirci, Osman. (2022). Development of a control algorithm and conditioning monitoring for peak loadbalancing in smart grids with battery energy storage system. Turkish Journal of Electrical Engineering and Computer Sciences. 30. 1370-1387. 10.55730/1300-0632.3854..

УДК 629.3

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДАТЧИКІВ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ ХОЛА

**Нечаус Андрій Олександрович**, канд. техн. наук, доцент кафедра АЕ,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [nechaus@ukr.net](mailto:nechaus@ukr.net), ORCID: [0000-0001-8833-0802](https://orcid.org/0000-0001-8833-0802)

**Добродецький Кирило Андрійович**, бакалавр,  
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,  
e-mail: [dobrodeckijkirill@gmail.com](mailto:dobrodeckijkirill@gmail.com)

Електронні системи керування сучасних автомобілів здійснюють безперервний контроль безлічі параметрів, які визначають алгоритми роботи систем, вузлів, агрегатів та окремих пристроїв автомобіля. Впровадження сучасних систем допомоги водію, включаючи систему автопілоту, реалізація складних систем керування ґрунтується на інформації, яка отримується від різноманітних датчиків фізичних величин, при цьому вимоги до точності, швидкодії та достовірності датчиків постійно зростають. Не зважаючи на сучасний рівень технологій, для кожної технічної реалізації датчика можна виділити певні умови, які обумовлюють галузі та діапазони його застосування. Дана робота присвячена аналізу недоліків та способів їх усунення датчиків частоти обертання на основі ефекту Хола.

Приймаючи до уваги, що поступовий перехід від традиційних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння до електричних транспортних засобів, стане причиною припинення використання у автомобілі таких датчиків як датчик масової витрати повітря, лямбда-датчик, тощо, слід зазначити, що датчики