

Секція 2. ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ ТА МАШИН РОБОЧІ ПРОЦЕСИ, ДИНАМІКА І ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ

УДК 621.43

ВИКОРИСТАННЯ ДОПОМІЖНОГО ДВЗ ДЛЯ КОМБІНОВАНОЇ УСТАНОВКИ В СИСТЕМАХ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

Авраменко Андрій Миколайович, пров. наук. співр.¹, професор²,

¹Інститут енергетичних машин і систем ім. А.М. Підгорного НАН України,

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

e-mail: an0100@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8130-1881

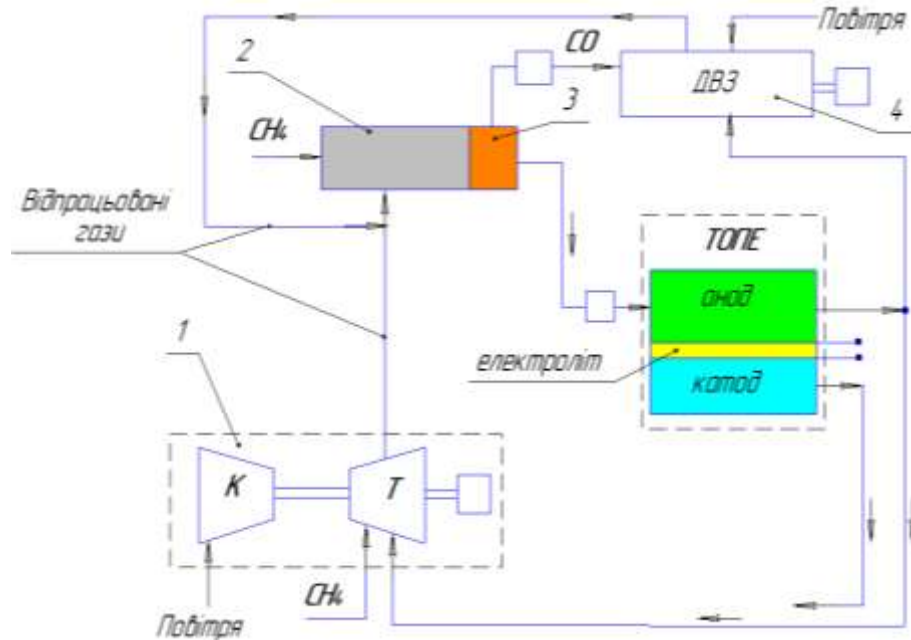
Розвиток електрохімічних систем перетворення енергії палива (наприклад твердооксидних паливних елементів – ТОПЕ) у електроенергію дозволяє значно підвищити ККД комбінованої енергоустановки [1–3]. Зазвичай, у складі комбінованої енергоустановки для розподіленого енергопостачання використовують модуль ТОПЕ та газотурбінний двигун (ГТД) – для утилізації продуктів неповного окислення вуглеводневого палива у ТОПЕ [4, 5]. В якості палива – як правило використовують мережевий метан, або біогаз.

Особливостями роботи такої комбінованої енергоустановки – є значний час виходу на розрахунковий режим (до 24 годин), та необхідність протягом цього часу значно змінювати концентрації палива та повітря [6, 7].

Використання допоміжного ДВЗ (двигун Отто) у складі комбінованої енергоустановки для утилізації горючих газів, які формуються в процесі активації палива для ТОПЕ та викидів відпрацьованих газів аноду ТОПЕ має ряд переваг, основними з яких є можливість роботи на різних видах вуглеводневого палива з більшими значеннями ККД та меншими капітальними витратами (ніж використання тільки ГТД). На рис. 1 наведено узагальнену схему комбінованої енергоустановки на базі ТОПЕ та ГТД з допоміжним ДВЗ.

Згідно розглянутої схеми – допоміжний ДВЗ може працювати в режимі мотор-генератора, як на мережевому метані, суміші мережевого метану з продуктами часової конверсії вуглеводневого палива, так і на горючих газах з викидів відпрацьованих газів аноду ТОПЕ (CO, H₂, C_nH_m). Після виходу на розрахунковий режим комбінованої енергоустановки допоміжний ДВЗ вимикають і генерацію енергії реалізують за допомогою ТОПЕ та ГТД.

Завдяки такому підходу є можливість підвищити ефективність комбінованої енергоустановки, підвищити сумарний ККД при роботі на нерозрахункових режимах та знизити капітальні витрати.



1 – ГТД; 2 – система активації вуглеводневого палива;
3 – блок фільтрації активованого палива; 4 – допоміжний ДВЗ

Рисунок 1 – Узагальнена схема комбінованої енергоустановки

Алгоритм роботи допоміжного ДВЗ у складі комбінованої енергоустановки наведено на рис. 2.

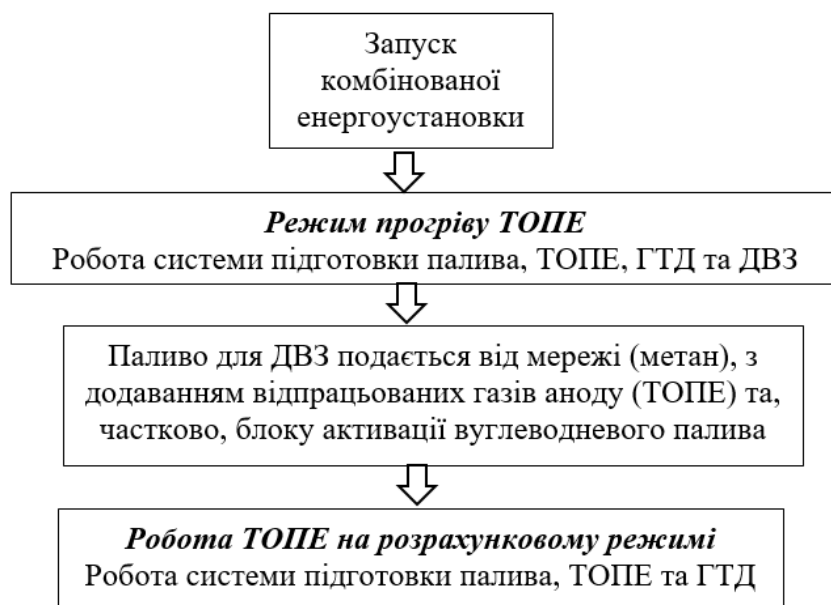


Рисунок 2 – Алгоритм роботи допоміжного ДВЗ у складі комбінованої енергоустановки

Висновки

– використання допоміжного ДВЗ в режимі мотор-генератора для утилізації продуктів конверсії вуглеводневого палива (системи підготовки вуглеводневого палива для ТОПЕ) та при організації подачі горючих газів, шляхом їх сепарації з випускних газів аноду ТОПЕ дозволить підвищити ефективний ККД комбінованої енергоустановки та забезпечити надійність її роботи на нерозрахункових режимах протягом прогріву;

– використання додаткових датчиків та модернізація системи керування допоміжним ДВЗ дозволить забезпечити високий ефективний ККД та моторесурс при роботі на сумішевому газоподібному паливі.

Література

1. Hohloch M., Huber A., and Aigner M. (2017). Analysis of Operational Strategies of a SOFC/MGT Hybrid Power Plant. In: Proceedings of the ASME Turbo Expo 2017 – GT2017-65013.
2. Bücheler S., Huber A., and Aigner M. (2017). Development of a Jet-Stabilized Combustion System for the use of Low-Caloric SOFC Off-Gas. In: Proceedings of the ASME Turbo Expo 2017 – GT2017-64447.
3. Hermann F., Palsson J., and Mauss F. (2002). Combustor Design Analysis for SOFC Off-gases. In: 5th Solid Oxide Fuel Cell Forum, Lucerne, Switzerland.
4. Loukou A., Voss S., Mendes M., Raimondi A., and Trimis D. (2009). Parametric experimental investigation of a small scale packed bed reactor for Thermal Partial Oxidation. In: 4th European Combustion Meeting, Vienna, Austria.
5. An-Na, D., Lin-Feng, X. U., and An-Ze, S. (2015). Research progress of solid oxidefuel cell. Bull. Chin. Ceram. Soc. 34 (S1), 234–238. doi:10.16552/j.cnki.issn1001-1625.2015.s1.058
6. Z.Ran, J. Longtin, D. Assanis. Investigating anode off-gas under spark-ignition combustion for SOFC-ICE hybrid systems. International J of Engine Research 2022, Vol. 23(5) 830–845. Doi: 10.1177/14680874211016987
7. Gainey B and Lawler B. A fuel cell free piston gas turbine hybrid architecture for high-efficiency, load-flexible power generation. Appl Energy 2021; 283: 116242.