

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет

**Кафедра двигунів внутрішнього згорання**

**Міжнародна науково-практична конференція  
«ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ»  
11-12 березня 2024 року**

**РОЗРОБКА ПЕРСПЕКТИВНОЇ СХЕМИ КОМБІНОВАНОЇ  
ЕНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО  
ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ**

д.т.н., проф. Авраменко А.М.,  
к.т.н., с.н.с. Левтеров А.М.

# Проблематика, мета та етапи роботи

Однією з ключових проблем енергозбереження є підвищення енергоефективності виробництва, передачі і використання енергії.

Перспективним напрямком вирішення цієї проблеми вважається використання паливних елементів (ПЕ), що забезпечують пряме перетворення хімічної енергії палива в електричну енергію.

Стосовно розподіленого теплоенергопостачання (в межах 20 – 25 МВт) - найбільш доцільно використовувати твердооксидні паливні елементи (ТОПЕ). Вони мають високий електричний ККД (на рівні 55-60 %) та добре інтегруються у комбіновану енергоустановку з газотурбінним двигуном (ГТД) та/або ДВЗ.

Паливні елементи представляють термохімічні пристрої для безпосереднього перетворення енергії палива в електричну енергію і частково в теплоту без стадії механічного перетворення.

Основними перевагами енергоустановок з використанням ТОПЕ є більш високий ККД (за рахунок безпосереднього перетворення хімічної енергії в електричну).

**Мета роботи** – розробка перспективної схеми комбінованої енергоустановки для децентралізованого енергопостачання

В роботі запропоновано теплову схему комбінованої енергоустановки на базі ТОПЕ та ГТД з допоміжним ДВЗ сумарною електричною потужністю 25 МВт (слайд. 3).

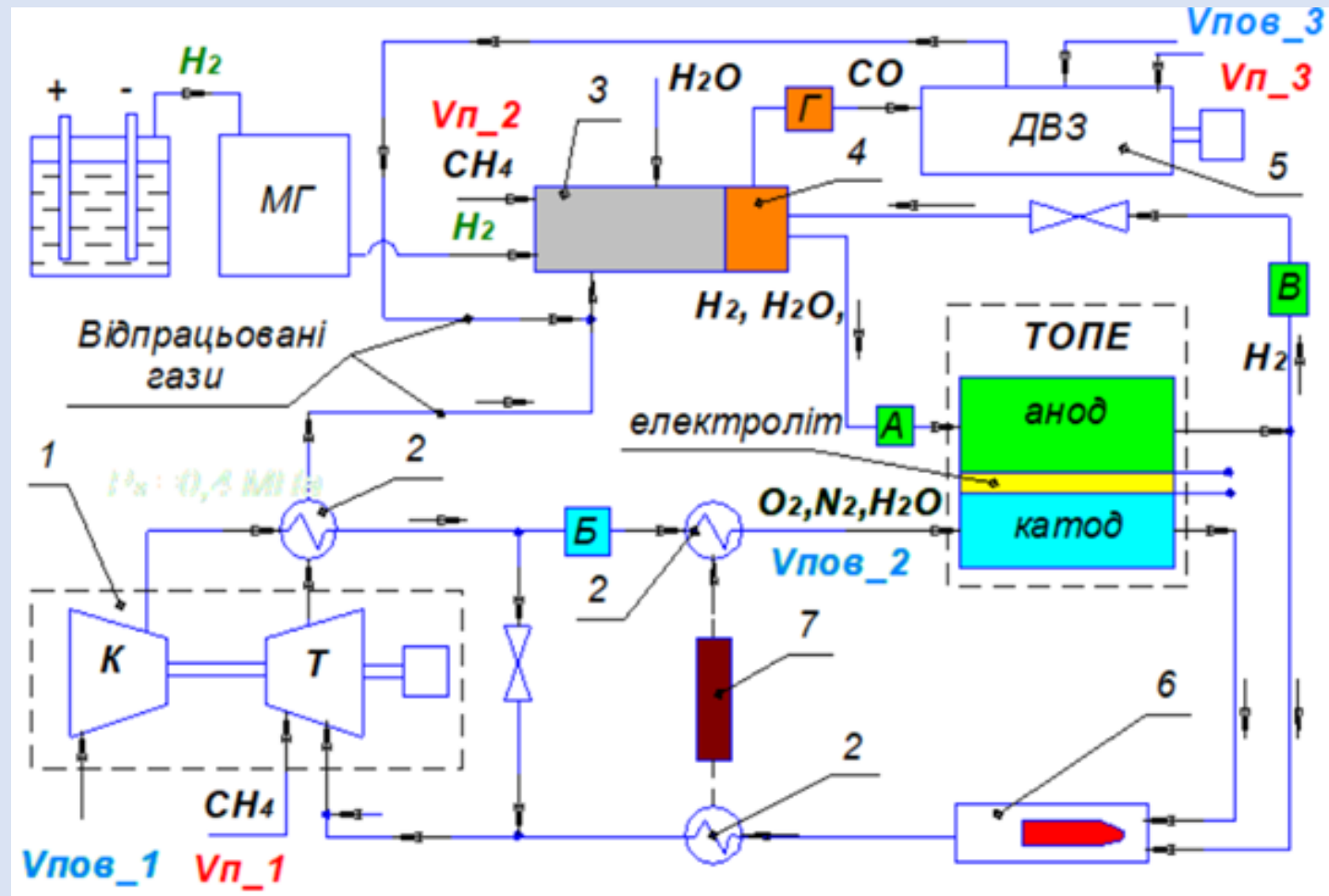
Запропонована теплова схема комбінованої енергоустановки працює на мережевому метані. Метан підводиться до блоку плазмохімічної конверсії (поз. 3 – слайд. 3), в якому він частково розкладається на складові (синтез-газ та діоксид вуглецю). Для зменшення енерговитрат на процес часткової плазмохімічної конверсії метану до нього додається водень, отриманий в електролізері, та який набуває енергетично-збудженого стану після десорбції у металогідридному акумуляторі водню.

Далі, після сепарації, водень зволожується та направляється до ТОПЕ. Продукти часткової конверсії метану (монооксид та діоксид вуглецю) направляються до допоміжного ДВЗ (поз. 5 – слайд. 3), та використовуються, як домішка до мережевого метану.

Допоміжний ДВЗ використовується у запропонованій схемі на етапах запуску ТОПЕ та його прогріву (може досягати 24 годин). Основними перевагами використання допоміжного ДВЗ для утилізації продуктів часткової конверсії метану є мінімальні капітальні витрати, високий ККД та можливість його функціонування на сумішевих паливах з високими екологічними показниками.

# Принципова схема комбінованої енергоустановки

4



- 1 – ГТД; 2 – теплообмінник; 3 – блок плазмохімічної конверсії метану;
- 4 – блок сепарації газів; 5 – газовий двигун; 6 – пальник;
- 7 – колектор з підігрівом

Після прогріву ТОПЕ – допоміжний ДВЗ зупиняється і комбінована енергоустановка працює на розрахунковому режимі з сумарною електричною потужністю 25 МВт, з яких – 5 МВт забезпечує ГТД.

При роботі на розрахунковому режимі продукти неповного окислення палива після ТОПЕ спалюються, або в пальнику (поз 6 – слайд 3), або, як мікродомішка до мережевого метану в ГТД.

# Висновки

Проведено розрахунки процесів тепломасообміну у основних елементах комбінованої енергоустановки (ТОПЕ, ГТД і ДВЗ). Результати розрахунків засвідчили про високу ефективність запропонованих конструктивних рішень та обраних режимів експлуатації.

Основною перевагою запропонованої теплової схеми є її гнучкість (декілька типів енергоустановок дають змогу поетапно їх підключати, відключати) в залежності від режиму роботи, високий сумарний електричний ККД (на рівні 60-75%), екологічні показники та прийнятний ресурс.