



НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА

СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПРОБЛЕМИ ДВИГУНОБУДУВАННЯ

VIII МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

05-06 грудня 2024 року



МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

м. Миколаїв ■ 2024

Так, при зменшенні питомої витрати палива в ГТУ з ізохорним підведенням теплоти більше ніж на 60 %, а їх потужність зростає більше ніж на 40 % в порівнянні з циклом з ізобарним процесом підведення теплоти.

Перевага термодинамічного циклу ГТУ з ізохорним підведенням теплоти і попереднім охолодженням повітря над циклом ГТУ без охолодження проявляється в зменшенні потужності компресора, а отже і його масогабаритних показників, на 36,5 %. Решта показників ефективності цих циклів майже співпадають.

Висновок. Модифікувавши термодинамічний цикл простої відкритої ГТУ шляхом заміни ізобарного процесу підведення теплоти ізохорним процесом можна суттєво підвищити її ефективність і потужність. Особливо це актуально для головних енергетичних установок танків, кораблів, торгових суден, газотурбінних установок магістральних газо-перекачуючих станцій тощо.

Література:

1. Лавренченко Г. К., Слинько О. Г., Козловський С. В., Бойчук А. С., Галкін В. М. (2022). Утилізаційна комбінована енергохолодильна установка з повним регенеративним теплообміном. Холодильна техніка та технологія. Т. 58. № 1. С. 50-61.
2. Вассерман О. А., Слинько О. Г., Шутенко М. А. (2020). Інноваційні цикли енергетичних установок. – Одеса: вид-во «Фенікс». 182 с.
3. Lemmon, E. W, Huber, M. L, McLinden, M. O. (2007). NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties. REFPROP, Version 8.0. Gaithersburg.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РОЗРАХУНКІВ РОБОТИ КАМЕРИ ЗГОРЯННЯ З ВПОРСКУВАННЯМ ПАРИ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ БАГАТОРІВНЕВИХ МЕХАНІЗМІВ ОКИСНЕННЯ ПАЛИВА

Сербін С. І.

д-р техн. наук, професор кафедри турбін

Шмарков О. А.

аспірант

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, Україна

Daifen Chen

Professor

Jiangsu University of Science and Technology, Jiangsu, China

Jianming Zhang

Ph. D. Candidate in Department of Computer Engineering
Jiangsu University of Science and Technology, Jiangsu, China

Достовірне відтворення реальних термодинамічних процесів, які відбуваються у камері згоряння, стоїть наріжним каменем під час процесу проектування ГТД. За допомогою сучасних розрахункових CFD комплексів можна провести симуляції процесів горіння у камері згоряння ГТД, але точність таких розрахунків залежить від багатьох факторів, таких як: якість змодельованої сітки, відповідність реальному протіканню хімічних процесів кінетичної схеми горіння палива та чітке розуміння природи процесів для точного налаштування параметрів у рамках CFD комплексу.

Великий простір для досліджень викликаний тенденціями пошуку варіантів застосування різних екологічно чистих видів палива та удосконалення існуючих агрегатів для покращення екологічних показників установок призводить до появи великої кількості досліджень, які поєднують у собі безліч комбінацій існуючих технологій ефективного використання палива. Таке положення справ дає потужний поштовх для розвитку індустрії з одного боку, але одночасно ускладнює етап верифікації отриманих даних у зв'язку з відсутністю достатньої експериментальної бази, яка б слугувала міцним фундаментом для переходу від теоретичних досліджень до практичного застосування обґрунтованих технічних рішень.

Проектування прогресивної енергетичної установки, яка б задовольняла сучасним міжнародним вимогам щодо емісії шкідливих речовин [1], проводилось починаючи зі створення проекту самої установки, створення методики розрахунку її параметрів з розробкою відповідної програми для її симуляції [2] і завершувалося виявленням оптимальних режимів роботи установки з урахуванням можливого застосування на судах типу FPSO [3].

Результати даних досліджень слугували відправною точкою для початку дослідження можливості роботи камери згоряння (КЗ) на водневому паливі.

При попередніх симуляціях роботи КЗ для отримання оціночних даних використовувався механізм окиснення палива, який складається з однієї загальної реакції взаємодії водню з киснем [4]. За даним дослідженням було отримано розподіли температур у медіанному перерізі жарової труби та параметри на виході з камери згоряння.

Наступним етапом був перехід до багаторівневого механізму окиснення палива з урахуванням утворення оксидів азоту [5]. Так, за умови новизни досліджуваного напрямку, що супроводжується відсутністю емпіричних даних щодо роботи камери згоряння установок типу «Водолій» на водневому паливі, для верифікації отриманих даних використовувалося декілька багаторівневих механізмів горіння водневого палива, представлених у різних дослідженнях [6, 7, 8] з подальшим порівнянням отриманих даних.

Аналізуючи результати розрахунків з використанням багаторівневих механізмів горіння водневого палива була відмічена сильна близькість розподілів параметрів вздовж жарової труби камери згоряння та параметрів у вихідному її перерізі. Також ці результати було порівняно з результатами дослідження кінетичного механізму з однією реакцією. Зміну характеру розподілу температур вздовж жарової труби для різних кінетичних схем представлено на рис. 1.

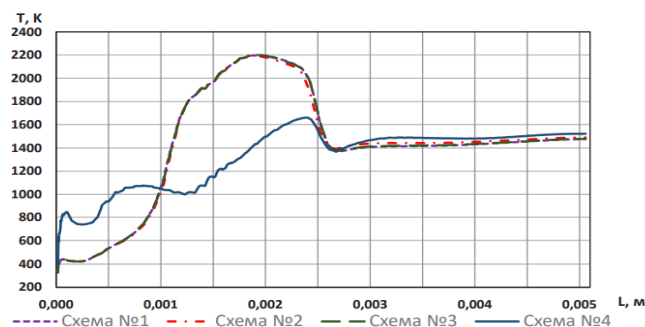


Рис. 5. Зміна температури повздовж жарової труби для різних кінетичних схем

Рис. 1. Зміна температури вздовж жарової труби для різних кінетичних схем [5]

Зміну характеру розподілу параметрів вздовж жарової труби проілюструємо навівши їх розподіли для різних кінетичних схем (рис. 2). Всі розглянуті детальні схеми дають рівень емісії оксидів азоту, який є нижчим за гранично встановлений міжнародними нормами. Також симуляції показали стійку роботу камери без ефекту проскоку полум'я.

Отримані результати дають необхідні підстави для подальшого дослідження обраного напрямку.

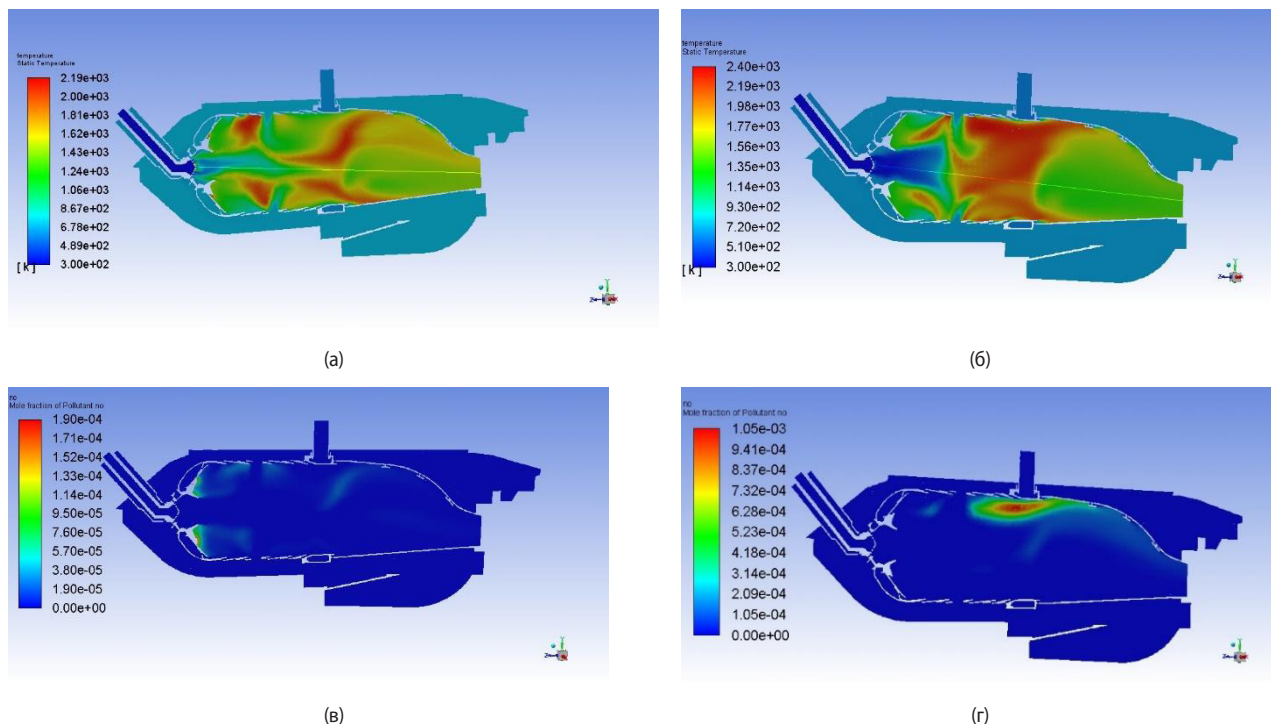


Рис. 2. Розподіли вздовж жарової труби:

(а) – температури при застосованні одноступінчастої моделі окиснення палива [4]; (б) – температури при застосованні детальних кінетичних моделей окиснення палива; (в) – концентрацій оксидів азоту при застосованні одноступінчастої моделі окиснення палива [4]; (г) – концентрацій оксидів азоту при застосованні детальних кінетичних моделей окиснення палива [4]

Література:

1. Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32010L0075>, last accessed 2023/11/17.
2. Serbin, S., Shmarkov, O. Parameters of the hybrid gas-steam power plant operating on hy-drogen fuel. Collection of Scientific Works of Admiral Makarov National Shipbuilding University. 2023. 1(490), pp. 103-110. [https://doi.org/10.15589/znz2023.1\(490\).13](https://doi.org/10.15589/znz2023.1(490).13)
3. FPSO MIAMTE MV34 - IMO 9416692, <https://www.shipspotting.com/photos/3483441?navList=moreOfThisShip&imo=9416692&id=3413030>, 2023.
4. Serbin S. I., Shmarkov O. A. Characteristics of combustion chamber of hybrid gas-steam power plant operated on hydrogen fuel for FPSO vessel. Shipbuilding & marine infrastructure. 2023. №1 (17), pp. 22-30. [https://doi.org/10.15589/smi2022.1\(17\).03](https://doi.org/10.15589/smi2022.1(17).03).
5. Shmarkov O. Using detail hydrogen combustion kinetic models in CFD modeling of combustor working processes for FPSO vessels. Shipbuilding & marine infrastructure. 2024. №1(18), pp. 18-26. [https://doi.org/10.15589/smi2024.1\(18\).03](https://doi.org/10.15589/smi2024.1(18).03).