

Мультиенергетичні тягово-транспортні засоби дозволяють розподілити зчіпну вагу сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів між рушіями як трактора, так і знаряддя, що дозволяє використовувати дешеві трактори меншої потужності та маси, зменшити загальну масу та ущільнення ґрунту. Для приводу рушіїв знарядь необхідно замість складної дорогої трансмісії в широкому діапазоні швидкостей використовувати прості редуктори, які розраховані на роботу при постійній технологічній швидкості.

Аналогічні задачі виникають і для техніки подвійного призначення. Фахівці кременчуцького автозаводу створили активний автопоїзд колісної формули 10×10. Він складається із сідельного тягача КрАЗ-260Д та повнопривідного напівпричепа КрАЗ-9382. Суть активного автопоїзда полягає у забезпеченні приводу ведучих мостів напівпричепа від двигуна тягача за допомогою трансмісії. На той час існувало кілька схем приводів ведучих мостів напівпричепів: гідропривід, електропривод, механічний привід. На стадії розробки ТЗ у 1973 р. було ухвалено рішення про створення механічного приводу ведучих мостів напівпричепів. Враховуючи, що потреба в під'єднанні додаткових мостів виникає тільки за умов руху по опорній поверхні з низьким коефіцієнтом зчеплення, можна суттєво звужити діапазон активних швидкостей напівпричепа і встановлювати автономний двигун з простою трансмісією. Також слід відмітити, що використання двох окремих джерел механічної енергії позбавляє проблеми виникнення «паразитних» потужностей при криволінійному русі.

Авраменко Андрій Миколайович, д.т.н., с.д., Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, [an0100@ukr.net](mailto:an0100@ukr.net)

## **ЧИСЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ У КАМЕРІ ЗГОРЯННЯ ДВЗ**

Підвищення вимог до паливної економічності й токсичності відпрацьованих газів сучасних дизельних двигунів зумовлює необхідність використовувати нові підходи до організації робочих процесів, альтернативні види палива та системи нейтралізації відпрацьованих газів.

Використання сучасних програмних комплексів дозволяє досліджувати робочі процеси ДВЗ із використанням методу чисельного експерименту.

Найбільш інформативними є методики чисельних досліджень робочих процесів ДВЗ, реалізовані в програмному комплексі AVL Fire.

При цьому є можливість розглядати роботу двигуна в цілому разом із трансмісією й автомобілем.

Досліджуючи параметри робочих процесів на характерних режимах, можна комплексно оцінювати ефективність впливу конструктивних, регулювальних і режимних параметрів двигуна після модернізації на показники паливної економічності й токсичності відпрацьованих газів.

Алгоритм чисельного моделювання робочого процесу дизельного двигуна наведено на рисунку 1.

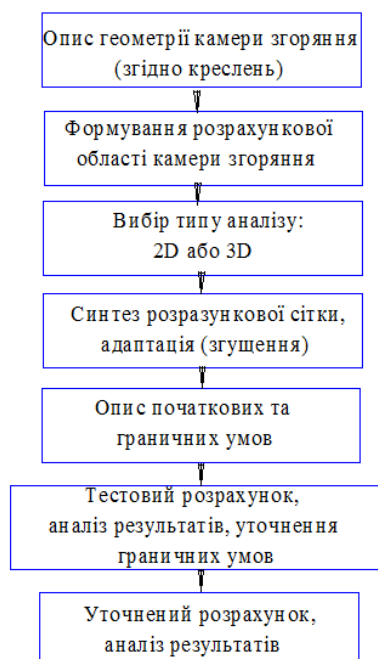


Рисунок 1 – Алгоритм чисельного моделювання робочого процесу дизельного двигуна

Згідно з алгоритмом (рисунок 1), при чисельному моделюванні робочого процесу дизельного двигуна треба сформувавши геометрію камери згоряння, потім сформувавши розрахункову область (зліпок з об'єму, який утворюється деталями камери згоряння), спростити розрахункову область (за необхідності), виділити фрагмент (сектор), за необхідності. Далі для розв'язання задачі у тривимірній осесиметричній постановці, сформувавши розрахункову сітку, провести її адаптацію поблизу твердих стінок (для коректного моделювання пристінних ефектів), описати початкові та граничні умови (на підставі даних експерименту, попередніх розрахунків та результатів інших авторів). Далі виконати тестовий розрахунок, проаналізувати результати чисельного моделювання, порівняти отримані результати з даними експерименту, попередніх розрахунків та результатів інших авторів, скорегувати (за необхідності) граничні умови та провести уточнений розрахунок.

Приклад розрахункової сітки для чисельного моделювання робочого процесу дизельного двигуна наведено на рисунку 2.

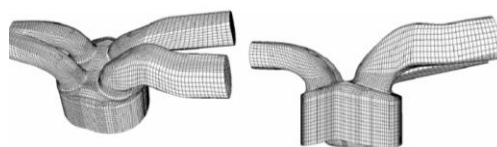


Рисунок 2 – Приклад розрахункової сітки для чисельного моделювання робочого процесу дизельного двигуна (150 тис. розрахункових комірок)

Розрахункова область та сітка містить впускні та випускні канали й область, яка описує об'єм камери згоряння. Чисельне моделювання було проведено з використанням програмного комплексу KIVA.

Перевагою такого підходу (коли розглядається повнорозмірна розрахункова область, що має об'єм камери згоряння, підобласті впускних та випускних каналів й клапанів) полягає у тому, що в розрахунку є можливість врахувати вплив завихрення повітря в каналах та локальні пульсації тисків. До недоліків розгляду повнорозмірної задачі можна віднести значні витрати ресурсів на її розв'язання.

В роботі автора [1] розглядається робочий процес дизельного двигуна у тривимірній осесиметричній постановці (рисунок 3).

Основною перевагою такого підходу (чисельне моделювання робочого процесу дизельного двигуна у тривимірній осесиметричній постановці)

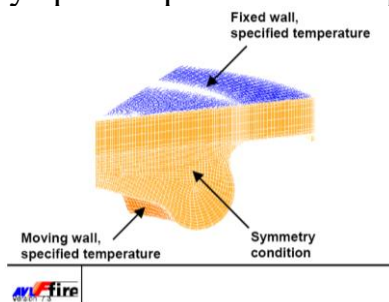


Рисунок 3 – Фрагмент камери згоряння дизельного двигуна та приклад опису розрахункової сітки [1]

полягає у значній економії часу на розв'язання задачі та можливості розглянути більше розрахункових варіантів за фіксований проміжок часу. Також до переваг такого підходу слід віднести менші вимоги до можливостей обчислювальної техніки.

На рисунку 4 наведено приклад розподілу масової частки сажі (твердих частинок) у меридіональному перетині камери згоряння [1].

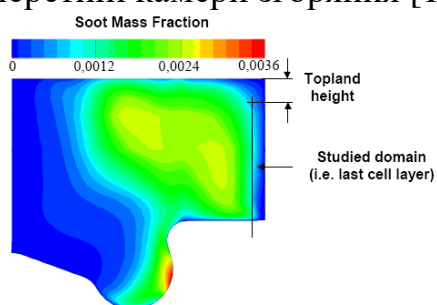


Рисунок 4 – Приклад розподілу масової частки сажі (твердих частинок) у меридіональному перетині камери згоряння

Основною перевагою чисельного моделювання робочого процесу дизельного двигуна є можливість отримувати, як локальні значення досліджуваних параметрів (тиск, швидкість, температура, концентрація – рисунок 4) так і їх осереднені по об'єму камери згоряння значення [1].

Приклад порівняння розрахункових та експериментальних індикаторних діаграм для дизельного двигуна наведено на рисунку 5 [2].

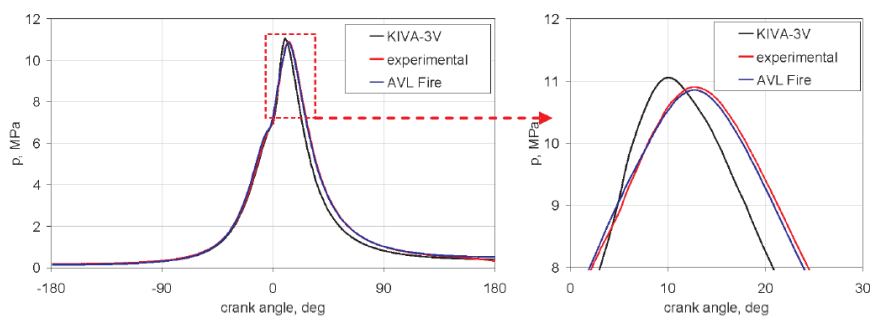


Рисунок 5 – Приклад порівняння розрахункових та експериментальних індикаторних діаграм

Як видно з наведених результатів (рисунок 5) при використанні чисельних методів для моделювання робочого процесу дизельного двигуна вдається домогтися узгодження результатів розрахунку та експерименту, що свідчить про перспективність такого підходу.

Використання сучасних програмних комплексів, для дослідження процесів тепломасообміну в дизельних двигунах дозволяє комплексно, на новому рівні, оцінювати вплив конструктивних та режимних факторів на зміну економічних та екологічних показників двигуна.

### Література

1. Dahlén L., Larsson A. CFD Studies of Combustion and In-Cylinder Soot Trends in a DI Diesel Engine. Comparison to Direct Photography Studies. SAE. 2000. № 2000-01-1889.
2. Cupial K., Tutak W., Jamtozik A. [et al.]. The accuracy of modelling of the thermal cycle of a compression ignition engine. COMBUSTION ENGINES. 2011. No. 1. P. 37-48.

Віштак Інна Вікторівна, к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, innavish322@gmail.com

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОВИХ ОПОР У ГАЗОТУРБІННИХ ДВИГУНАХ

Сьогодні газотурбінні двигуни є невід'ємною частиною життя майже всього населення Землі. Вони широко застосовуються в силових установках різного типу, в автотранспорті, авіації (цивільній та військовій), у суднобудуванні тощо. По вдосконаленню газотурбінних двигунів постійно ведуться роботи в різних наукових сферах. Одним з основних напрямів досліджень у машинобудуванні та матеріалознавстві стосовно газотурбінних двигунів є розробка матеріалів з меншими ваговими показниками або жароміцних сплавів, що працюють при критичних для металу температурах, тобто вище 1050 °С. Особливо гостро стоїть питання теплостійкості вузлів (термостійкості матеріалів деталей), що працюють в умовах, практично завжди близьких до критичних. Причина цього в тому, що при підвищенні