

УДК 621.4

АНАЛІЗ СИСТЕМ УПРИСКУВАННЯ ПАЛИВА

Каплун Б.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків

Перші системи уприскування палива з'явилися на початку ХХ століття. Вони були механічними і призначалися для авіаційних двигунів, де карбюратор не забезпечував потрібної точності. У 1950-х роках механічні системи уприскування почали застосовувати в автомобілях, особливо в спортивних моделях, що вимагають високої продуктивності. Проте масове впровадження систем уприскування палива в автопромі сталося пізніше - в 1980-х, з появою електронного уприскування (EFI). Електроніка дозволила значно поліпшити точність і ефективність подання палива, що було неможливо з механічними системами. На цьому фоні системи EFI стали стандартом [1].

З розвитком технологій, з'явилися і інші види уприскування - наприклад, безпосереднє (GDI) і багатоточкове уприскування (MPI), які продовжують еволюціонувати для підвищення екологічності і ефективності.

Основні види систем уприскування [2]:

- механічне уприскування. Ранні системи механічного уприскування використали насоси і регулятори тиску для подання палива в циліндри. Ці системи були надійними, але їх налаштування і регулювання займали багато часу. Механічні системи досі можна знайти на деяких старих спортивних автомобілях, але вони вважаються застарілими через нестачу гнучкості і точності;

- електронне уприскування (EFI). В електронній системі уприскування блок управління (ECU) регулює подання палива на основі даних з датчиків (температури, кисню, положення дросельної заслінки та ін.). Це дозволило значно підвищити точність, оскільки комп'ютер постійно коригує склад суміші. EFI став стандартом у більшості автомобілів, оскільки

забезпечує економічність і простоту адаптації до різних умов;

- безпосереднє уприскування палива (GDI) [4]. В системі GDI паливо подається під високим тиском прямо в камеру згорання, що дозволяє точніше контролювати згорання суміші і підвищує ефективність двигуна. Проте такі системи складніші і вимагають дорогого обслуговування, особливо при забрудненні форсунок;

- багатоточкове уприскування (MPI) [5]. В MPI кожна форсунка розпиляла паливо безпосередньо перед впускним клапаном циліндра. Це забезпечує рівномірний розподіл палива по циліндрах і дозволяє уникнути перегрівання двигуна. MPI вважається менш технологічно складною системою в порівнянні з GDI, але може поступатися в економічності і рівні викидів.

Кожна з систем має свій механізм подання палива.

Механічне уприскування працює на базі гідравлічних і механічних компонентів - розподільних валів, насосів високого тиску і регуляторів. У цьому варіанті подання палива залежить від механічних чинників, таких як швидкість двигуна і навантаження.

Електронне уприскування (EFI) [6] використовує електричні сигнали і блок управління для контролю над кожним уприскуванням. Датчики передають інформацію в реальному часі, а ECU управляє форсунками, відкриваючи і закриваючи їх точно на потрібний час.

Безпосереднє уприскування (GDI) вимагає високого тиску, створюваного спеціальними насосами, що дозволяє вводити паливо прямо в циліндри. Завдяки цьому контролю над процесом горіння GDI підвищує ККД і зменшує викиди.

Багатоточкове уприскування (MPI) розподіляє паливо перед кожним впускним клапаном, що забезпечує більше рівномірний розподіл. Тиск подання тут нижче, ніж в GDI, що робить систему дешевше і надійніше.

Ефективність і вплив на економію палива.

Механічне уприскування менш ефективне, оскільки не дозволяє точно

підлаштувати суміш під умови експлуатації.

EFI забезпечує значне скорочення витрати палива завдяки контрольованому складу суміші. Можливість точного регулювання уприскування по датчиках мінімізує втрати палива.

GDI вважається однією з найекономічніших систем, оскільки завдяки точному управлінню поданням можна регулювати склад суміші на рівні окремих циліндрів. При низьких оборотах GDI дозволяє працювати на збідненій суміші, економлячи паливо.

MPI також забезпечує паливну економію, але дещо поступається GDI в плані точності подання і контролю над згоранням, особливо на високих обертах.

Вплив на викиди і екологічність.

Механічне уприскування генерує більше викидів, оскільки не може забезпечити стабільний склад суміші і ефективне згорання.

EFI дозволяє оптимізувати суміш палива і повітря, знижуючи викиди шкідливих речовин, таких як чадний газ і незгорілі вуглеводні. Ці системи зазвичай оснащуються датчиками кисню і каталізаторами для контролю вихлопу.

GDI дозволяє значно понизити викиди CO₂ завдяки ефективному згоранню. Проте, із-за особливостей того, що розпиляло палива, в таких системах може утворюватися більше мелкодисперсних часток. Сучасні моделі використовують спеціальні фільтри для зменшення таких викидів.

MPI менш чутливий до забруднення форсунок і може підтримувати стабільні викиди упродовж довгого часу. Проте системи MPI не завжди відповідають найстрогішим екологічним стандартам по викидах CO₂.

У перспективі, уприскування палива буде ще точнішим, щоб відповідати зростаючим вимогам до екологічності і ефективності. Серед можливих напрямів розвитку :

Комбіновані системи уприскування : деякі автовиробники розробляють системи, поєднуючі GDI і MPI, що дозволяє досягти максимальної

ефективності при різних режимах роботи двигуна.

Інтеграція з гібридними системами: у міру збільшення кількості гібридних автомобілів, технології уприскування адаптуються до роботи в зв'язці з електродвигунами, щоб мінімізувати витрату палива в комбінованому режимі.

Штучний інтелект і машинне навчання : застосування ІИ може дозволити адаптувати уприскування в реальному часі, враховуючи як режим руху, так і знос двигуна.

Альтернативне паливо: системи уприскування для водню або біопалива можуть стати реальністю, відкриваючи нові перспективи для екологічно чистих автомобілів.

З проведеного аналізу можна зробити наступні висновки.

1. Еволюція і технологічна різноманітність. Системи уприскування палива пройшли значний шлях від простих механічних пристроїв до високотехнологічних електронних і прямих уприскування (GDI). Кожна система, будь то механічна, електронна або багатоточкова, з'явилася у відповідь на конкретні технічні виклики і запити на поліпшення економічності і екологічності автомобілів.

2. Підвищення ефективності і зниження витрати палива. Сучасні системи уприскування, такі як GDI і EFI, здатні значно знижувати витрату палива за рахунок точного управління поданням палива і оптимізації складу суміші. Це безпосередньо відбивається на скороченні експлуатаційних витрат для споживачів і зниженні шкоди для довкілля.

3. Поліпшення екологічних показників. З розвитком систем уприскування вдалося помітно зменшити викиди шкідливих речовин, таких як CO₂, чадний газ і вуглеводні, що стало важливим кроком для автомобільної промисловості у боротьбі за екологію. При цьому залишаються проблеми з дрібнодисперсними частками, особливо в системах GDI, які активно вирішуються установкою фільтрів.

4. Тенденції майбутнього. Комбіновані системи, ІІІ і адаптація до

альтернативних джерел енергії демонструють можливості подальшого розвитку уприскування палива. Вони відіграватимуть важливу роль в поліпшенні показників гібридних і водневих автомобілів, сприяючи переходу до стійкіших і екологічно чистіших рішень.

Таким чином, системи уприскування палива стають не просто частиною двигуна, а важливим елементом екологічної політики і енергоефективності автомобілів майбутнього.

Література:

1. Корпач А.О., Ямцун П.Д. Історія розвитку систем управління ДВЗ та автомобілями. Вісник Національного транспортного університету. - 2010. - № 20. - С. 37-40.
2. Уприскувальні системи живлення бензинових двигунів сучасних автомобілів: навчальний посібник / Я.Ю. Білоконь, М.А. Вайнтрауб. – К.: ПІТО НАПН України, 2015. – 248с.
3. Система паливного впорскування: Як цей геній утримує ваш автомобіль у русі? URL: <https://avtoto.com.ua/ua/blog/korisni-poradi-avtovlasnikam/sistema-palivnogo-vpriskuvannya-yak-cej-genij-utrimuye-vash-avtomobil-u-rusi.html>.
4. GDI: особливості та переваги системи безпосереднього впорскування пального. URL: <https://vlasnasprava.ua/gdi-osoblyvosti-ta-perevahy-systemy-bezposerednoho-vporskuvannia-palnoho/>.
5. Які бувають типи систем багатоточкового впорскування палива? URL: <https://zeus.machine.cx.ua/ridnim/yaki-buvayut-tipi-sistem-bagatotochkovogo-vporskuvannya-paliva.html>.
6. Що таке EFI і принцип їх роботи? URL: <https://zinc.mercy.cx.ua/ridnim/shho-take-efi-i-princip-ikh-roboti.html>.