

## ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛЬНОГО ГАЗОБАЛОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Сучасна автомобільна індустрія перебуває під тиском жорстких екологічних норм (Euro 6d, Euro 7) та волатильності цін на нафтопродукти. У цих умовах газобалонне обладнання трансформується з «бюджетного рішення для старих авто» на високотехнологічну систему, що інтегрується в найсучасніші двигуни з турбонаддувом та прямим впорскуванням [1].

Технологічна еволюція ГБО автомобіля пройшла шлях від випаровування до рідкого фазового впорскування

Наразі сучасним ГБО є системи 7-го покоління [2].

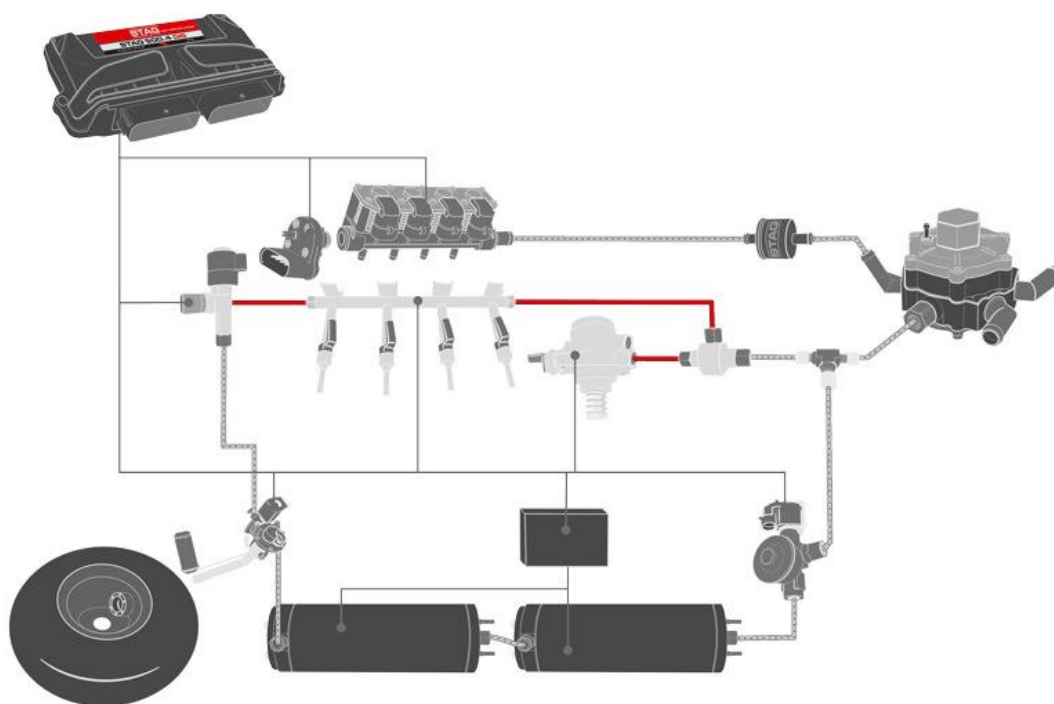


Рисунок 1 – Газобалонне обладнання автомобіля 7-го покоління

ГБО 7-го покоління є ще досить рідкісним і зустрічається нечасто. Виробники обладнання представляють такі вигоди цього ГБО:

- ГБО універсального призначення, підходить на більшість сучасних автомобілів, при цьому вирізняється досить простим монтажем.
- Під час встановлення не знадобиться модернізація насоса високого тиску, що подає бензин.
- Просте компонування газової системи - монтаж ГБО проводиться аналогічно Q-поколінню компанії STAG.

- Підвищена стійкість до появи помилок, оскільки немає потреби емуляції форсунок для бензину.
- Забезпечує підтримку моторів із двома типами форсунок (direct+ multi).
- Зовнішні насоси забезпечують простий і доступний сервіс обладнання.
- У ГБО 7 покоління використовуються стандартні вузли обладнання: редуктор, електромагнітні клапани, форсунки, газовий балон, трубки, дроти, кріпильні деталі.

Газобалонна система 7 покоління, здійснює подачу газового палива в циліндри в двох фазах - як в рідкій, так і пароподібній. Таке рішення на сьогоднішній день є найбільш інноваційним, яке повністю відрізняється від усіх вже наявних газових систем для встановлення на транспортні засоби.

Обладнання 7 покоління максимально вдало підходить для моторів, де передбачено безпосереднє впорскування бензину, але воно може дуже швидко адаптуватися для двигунів інших типів, які виробляє автомобільна промисловість.

Останніми роками все частіше зустрічаються автомобільні двигуни, які мають одночасно розподілене і безпосереднє впорскування палива. ГБО 7 покоління STAG 500 DIS - це єдине ГБО у світі, яке може успішно функціонувати в таких системах.

#### Переваги ГБО 7 покоління

Система оснащена абсолютно інноваційним алгоритмом роботи, що дозволяє двигуну функціонувати тільки на газовому паливі, без використання бензину. Газове паливо в циліндри подається одночасно в двох фазах (рідкій і газоподібній). Таке рішення дає змогу усунути недоліки, які має ГБО 6-го покоління, а також вдало підходить для моторів, що мають систему впорскування бензину двома форсунками.

Однією з головних переваг цієї системи вважається дуже простий монтаж і подальше калібрування. Алгоритм роботи майже повністю збігається з ГБО 4 покоління: немає потреби в модернізації насоса високого тиску, для виконання монтажу застосовуються стандартні деталі, трубки термопластикові, форсунки, редуктор, електромагнітні клапани, газовий балон.

Зазвичай загальна будова ГБО автомобіля [3] складається з:

- Редуктора-випарника, який служить для підігріву суміші пропан-бутану, її випаровування і зниження тиску до величини, близької до атмосферного тиску.
- Газового редуктора, який розроблений для малолітражних автомобілів з об'ємом двигуна до 1,6 л Завдяки своїй компактності легко поміщається в підкапотному просторі автомобіля. Може мати вакуумне або електронне управління.
- Електромагнітного газового клапана, що служить для перекриття газової магістралі при стоянці або роботі двигуна на бензині. Забезпечений фільтром для очищення паливної суміші.

- Електромагнітного бензинового клапану, який у карбюраторних автомобілях відсікає подачу бензину при роботі двигуна на газі. В інжекторних автомобілях його функції виконує емулятор форсунок.

- Перемикача видів палива – встановлюється в салоні автомобіля і призначений для переведення двигуна з одного виду палива на інший з місця водія без зупинки двигуна. Зустрічаються перемикачі, на яких з допомогою світлодіодів показується рівень газу в балоні.

- Мультиклапана, що монтується на горловину балона. Включає в себе заправний і видатковий клапана, покажчик рівня газу і забірну трубку. Спеціальний швидкісний клапан перекриває витік газу при аварійному пошкодженні газової магістралі.

- Венткоробки, яка кріпиться на горловину балона. Всередині неї поміщається мультиклапан. У разі витоку газу з балона венткоробка відводить його пари з багажного відділення назовні.

- Ємності для газу. Зустрічаються циліндричні балони і торроїдальні (для ніші під “запаску”). За правилами техніки безпеки заповнюються не більше, ніж на 80% від повного об’єму. Розрізняють балони 4 поколінь: першого типу – повністю сталеві; другого – з легованої сталі з композитної обмоткою); третього – алюмінієвий посуд з композитної обмоткою) і четвертого типу – найсучасніші й довговічні – з композитних матеріалів. Саме останні є найдорожчими, але і найлегшими.

#### Як працює ГБО

Зріджений нафтовий газ (пропан-бутан) під тиском надходить з балона в газову магістраль високого тиску. Витрата газу з балона відбувається за допомогою мультиклапана, через який також здійснюється заправлення за допомогою виносного заправного пристрою. По магістралі газ в рідкій фазі потрапляє в газовий клапан-фільтр, який очищає газ від суспензій і смолистих відкладень і перекриває подачу газу при вимиканні запалювання або при переході на бензин.

Далі очищений газ по трубопроводу надходить у редуктор-випарник, де тиск газу знижується з шістнадцяти атмосфер до одного. Інтенсивно випаровуючись, газ охолоджує редуктор, тому останній приєднується до системи водяного охолодження двигуна. Циркуляція тосола дозволяє уникнути обмерзання редуктора і його мембран. Під дією розрядження, створюваного у впускному колекторі працюючого двигуна, газ з редуктора по шлангу низького тиску через дозатор надходить у змішувач, встановлений між повітряним фільтром і дросельними заслінками карбюратора. Іноді замість установки змішувача здійснюється безпосередня врізка газових штуцерів в карбюратор.

Управління режимами роботи здійснюється за допомогою перемикача видів палива, встановленого на панелі приладів. При виборі позиції “ГАЗ” перемикач відкриває електромагнітний газовий клапан і відключає електромагнітний бензиновий клапан. І, навпаки, при переході з газу на бензин, перемикач газовий клапан закриває і відкриває бензиновий. З допомогою

світлодіодів перемикач дозволяє контролювати, яке паливо використовується в даний момент.

Оскільки газ переходить із рідкого стану в газоподібний безпосередньо в камері згоряння, він різко охолоджує її. Це дозволяє уникнути головної проблеми минулого — перегріву випускних клапанів.

Економія палива: Відсутній цикл прогріву на бензині. Автомобіль може запускатися на газі навіть у мороз, оскільки системі не потрібен гарячий антифриз для роботи редуктора.

#### Гібридне ГБО (CNG/LPG + Electric)

Інженери зосередилися на розробці алгоритмів для гібридних авто (HEV/PHEV). Основна складність тут — постійні цикли ввімкнення/вимкнення двигуна. Сучасні блоки керування ГБО підтримують функцію «Hot Start», яка дозволяє миттєво активувати газову суміш, не чекаючи стабілізації обертів, що критично для міських заторів.

Полегшення та безпека. Композитні рішення.

Застосування балонів Типу 4 (повністю полімерний лейнер, обмотаний вуглеволокном) змінює сприйняття ГБО:

1. Вага: Вага системи зменшується на 40–60 кг, що позитивно впливає на ресурс підвіски та керованість.
2. Безпека: Композит не піддається втомному руйнуванню металу. У разі пожежі такі балони поступово випускають газ через стінки (піроліз), запобігаючи фізичному вибуху.

#### Захисні покриття

Нове покоління мультиклапанів отримало електромагнітні відсікачі з вищою швидкістю спрацювання та спеціальне нанопокриття, що запобігає засміченню системи неякісним паливом (важкими фракціями та смолами).

#### Інтелектуальне управління та цифровізація

##### OBD-корекція в реальному часі

Сучасні контролери (ЕБУ) працюють у постійному зв'язку з бортовим комп'ютером автомобіля через протокол OBD II.

Система автоматично підлаштовує склад газової суміші, орієнтуючись на паливні корекції бензинового блоку.

Це мінімізує ризик появи помилки «Check Engine» та забезпечує ідеальну стехіометричну суміш у всіх режимах навантаження.

#### Хмарні сервіси та телематика

Флоти комерційних автомобілів тепер використовують телематичні модулі, які:

Передають дані про витрату газу на сервер у реальному часі.

Аналізують стиль водіння та його вплив на знос газових форсунок.

Дозволяють сервісним центрам проводити дистанційну дефектовку обладнання.

#### Екологічний вектор та майбутнє (Bio-LPG та Водень)

Газове обладнання адаптується до нових видів палива:

Bio-LPG: Газ, отриманий із відновлюваних джерел (відходів сільського господарства). ГБО не потребує жодних модифікацій для переходу на біопаливо, що робить його ключовим інструментом декарбонізації.

H2-ready системи: Ведуться розробки форсунок та редукторів, здатних працювати з сумішшю метану та водню (HCNG), що зменшує викиди CO<sub>2</sub> ще на 20–30% порівняно зі звичайним газом.

Висновки та перспективи

Розвиток ГБО у 2026 році демонструє відхід від простого «копіювання» бензинової системи до створення автономного інтелектуального комплексу.

Ключові висновки:

1. Продуктивність: ГБО більше не означає втрату динаміки.
2. Надійність: Завдяки прямому впорскуванню рідкої фази ресурс двигуна може навіть зростати.
3. Екологія: Газ залишається найреальнішим містком між ерою ДВЗ та повною електрифікацією.

Для професійної експлуатації важливо пам'ятати: чим складніша система ГБО, тим вищі вимоги до кваліфікації персоналу, що здійснює монтаж та обслуговування.

### Література

1. <https://gazmax.com.ua/hbo-4-pokolinnia>
2. <https://avtocentr.sumy.ua/gazobalonne-obladnannya-avtomobilya/>
3. Трактори і автомобілі: Навчальний посібник / В.С.Бучок. – К.: Аграрна освіта, 2008. – 331 с.

*Науковий консультант Ярина О.О., доцент кафедри автомобілів імені А.Б.Гредескула, канд. техн. наук*

Гольцев Олексій, ст. гр АА-31-23

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

### НЕСУЧА СИСТЕМА АВТОМОБІЛЯ

Несуча система автомобіля слугує для розміщення двигуна, кузова всіх агрегатів, механізмів, систем та з'єднання в єдине ціле всіх елементів ходової частини.

До несучої системи автомобіля пред'являються вимоги - жорсткість, надійність та довговічність при невеликій вазі. Дешевизна та технологічність виготовлення. Оптимальність розташування агрегатів, вузлів, механізмів та систем автомобіля. Забезпечення комфорту та безпеки пасажирів при використанні в пасажирських автотранспортних засобах. Захист пасажирів, вантажів від вібрацій. Надійна шумо, пило, газо, тепло і гідроізоляція та захист