

Особливості дослідження експертом колісних транспортних засобів із газобалонним обладнанням

Сергій Науменко *^a, Володимир Бражник **^b, Іон Санду ***^c

* Канд. юрид. наук, Сумське відділення ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», м. Суми, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-002-2167-4149>, e-mail: svhndise@meta.ua

** Сумське відділення ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса», м. Суми, Україна, e-mail: svhndise.bud@gmail.com

*** Національний центр судових експертиз при Міністерстві юстиції Республіки Молдова, м. Кишинів, Республіка Молдова, e-mail: snejsandu@yahoo.com

^a Написання оригінального проекту, нагляд.

^b Методологія, концепція.

^c Адміністрування проекту.

DOI: 10.32353/khrife.1.2022.06 УДК 343.98:629.063.2

Надійшло 08.12.2021 / Рецензовано 08.12.2021 / Прийнято до друку 17.02.2022 /
Доступно онлайн 31.03.2022



Розглянуто питання газобалонного обладнання, яке встановлюють та експлуатують на сучасних транспортних засобах, а також його різновидів, особливостей будови та комплектації.

Метою статті є ознайомлення з різновидами газобалонного обладнання сучасних автомобілів і визначення особливостей дослідження під час експертного огляду таких транспортних засобів.

Наведено порядок дій експерта під час проведення технічного огляду досліджуваного колісного транспортного засобу. Зауважено про необхідність урахувати наявності газобалонного обладнання під час визначення ринкової вартості транспортного засобу, відновлювального ремонту та матеріального збитку, завданого власникові автомобіля.

Розглянуто переваги й недоліки, із якими стикаються власники автомобілів зі встановленим газобалонним обладнанням. Докладно розглянуто класифікацію газобалонного обладнання, зазначено розбіжності під час установаження газобалонного обладнання на карбюраторні й інжекторні двигуни.

Ключові слова: судовий експерт; газобалонне обладнання; складові газобалонного обладнання; газоповітряна суміш; екологічні вимоги; експертний огляд колісного транспортного засобу.

Постановка наукової проблеми

Під час проведення експертного огляду сучасних транспортних засобів експерт стикається з новітніми розробками автомобільної промисловості — зокрема, установленими на транспортних засобах комплектами газобалонного обладнання (далі — ГБО).

Сьогодні існує чимало ГБО (які різняться за конструктивним виконанням, за поколінням, марками та моделями), яке встановлюють на колісні транспортні засоби, тому в експерта виникає потреба визначити тип, різновид, комплектацію, місця кріплення та строк експлуатації пристосувань, що вимагає від експерта додаткових досліджень.

Аналіз основних досліджень і публікацій

Дослідники періодично здійснюють аналіз наявного ГБО, встановлюваного на колісні транспортні засоби¹. Урахування вартості встановлення на автомобіль ГБО або його окремих складових, а також особливостей будови та ремонтних дій належать до завдань експерта-автотоварознавця.

Мета статті

Ознайомлення з різновидами ГБО сучасних автомобілів та визначення особливостей дослідження під час експертного огляду транспортних засобів, оснащених у такий спосіб.

Викладення основного матеріалу дослідження

У сучасних умовах значного зростання вартості цін на нафту та пальне у всьому світі дедалі більше автовласників переводять роботу двигунів своїх транспортних засобів на природний газ.

Першою і найбільшою перевагою переведення автомобільного транспорту на використання газу є зниження витрат на пальне. Крім того, існують інші переваги використання такого виду пального в автомобілі:

- високе октанове число газу практично виключає детонацію, що подовжує строк служби двигуна (економія на заміні моторного мастила і свічок запалення);
- строк служби моторного мастила збільшується на 15–20 %;
- збільшується міжремонтне напруцювання двигуна;
- автомобіль може споживати обидва типи пального (бензин і газ), для чого водієві необхідно тільки перемкнути тумблер (перемикач);
- збільшується відстань, яку можна проїхати на одній заправці;
- у газі відсутні каталізатори руйнування металів і шкідливі домішки (свинець і сірка), він не утворює нагару на поршнях, клапанах і свічках запалення (це також подовжує строк служби двигуна);

1 Золотницький В. А. Автомобильные газовые топливные системы. Москва, 2007. 128 с. ; Афонин С. Н. Газовое оборудование автомобилей. Легковые, грузовые. Устройство, установка, обслуживание. Практическое руководство. Ростов-на-Дону, 2001. 53 с.

- газоповітряна суміш є однорідною, під час її згоряння навантаження на поршневу групу та колінчастий вал значно зменшено, тому двигун працює м'якше;
- через особливості згоряння знижується споживання мастила;
- в умовах розумної та правильної експлуатації міжремонтний період ГБО складає не менше ніж 5 років;
- знижується кількість шкідливих викидів².
- сьогодні на дорогах України газових заправок менше, ніж бензинових;
- газові балони займають корисний простір багажника;
- підвищується загальна маса автомобіля.

Установлення ГБО на автомобіль має також свої недоліки, головним із яких є вартість самого обладнання. Водночас:

- знижується потужність двигуна (у разі використання пропану — бутану — на 5 %, метану — до 15 %);
- збільшується на 10—20 % споживання пального (тільки газу);
- використовуючи ГБО першого та другого покоління, погіршується динаміка;
- ГБО вище за друге покоління не застосовують на карбюраторних двигунах;
- неправильне встановлення та регулювання ГБО призводять до прискореного зношування двигуна;
- слід суворо дотримувати режими експлуатації й обслуговування;
- конденсат із газового редуктора потрібно зливати не рідше одного разу на 10—12 тис. км пробігу;
- слід виключити граничні (максимальні) навантаження на двигун;

Сучасна автомобільна техніка працює на суміші скраплених нафтових газів (пропан — бутан, англ. *Liquified Petroleum Gas, LPG*) або на стисненому природному газі (метан, англ. *Compressed Natural Gas, CNG*). Тому експертові, окрім досконалого знання будови автомобільної техніки та методів її ремонту, слід чітко розрізняти види ГБО, установлені на колісний транспортний засіб, та знати його будову для подальшого врахування у своїй експертній роботі.

Пропан — газ, який отримують під час переробки нафти. Для пропану використовують циліндричні або тороїдальні балони. Сьогодні використовують циліндричні балони із зовнішнім діаметром 200, 240, 270, 300, 315, 360, 400 та 450 мм та об'ємом від 10 до 230 л. Найпопулярніші розміри, що встановлюють на легкові автомобілі, — 40, 50, 60, 90 л. Циліндричні балони здебільшого встановлюють у багажному відсіку (автомобілі з рівною підлогою багажника), рідше — під підлогою багажного відсіку (автомобілі марок ЗАЗ-1102 «Таврія», ЗАЗ-1103 «Славута», ВАЗ-2121 «Нива» та деякі інші позашляховики). Тороїдальні балони відповідають формі та розміру запасного колеса, що дає змогу встановлювати їх замість такого колеса. Найпопулярніші об'єми — 40 і 42 л (600×200 мм). Розрізняють внутрішні, зовнішні та вертикальні тороїдальні балони. Вага одного балона для пропану (залежно від об'єму) — 20—30 кг.

2 Лиханов В. А., Деветьяров Р. Р. Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования. Киров, 2006. 184 с.

Метан — природний газ, він дешевше й вибухобезпечніше за пропан. Падіння потужності двигуна транспортного засобу у разі його використання може складати 10–15%. Зберігають метан у балонах, що витримують тиск 200–250 атм. (вага балонів залежно від об'єму — 80–110 кг). Водночас вартість комплексу метанового обладнання вдвічі-втричі вища за пропановий. Метанове ГБО частіше встановлюють на комерційні автомобілі та вантажівки, що можуть перевозити масивні балони (ГАЗель, ГАЗ, ЗІЛ, УРАЛ та ін.), дуже рідко — на легкові автомобілі.

Компоненти ГБО:

- газовий балон;
- трубопроводи;
- газовий і бензиновий клапани;
- дозатор і змішувач газу;
- редуктор-випарник;
- блок електронного управління;
- перемикач виду пального.

Найчастіше експертові доводиться досліджувати легкові автомобілі, на яких встановлено ГБО пропан — бутан.

Експертові слід розрізнити покоління встановленого ГБО «пропан — бутан». Вони різняться здебільшого елементами подавання газу, системами управління та можливостями установки на певні двигуни. Паливні системи бензинового двигуна пройшли три етапи модифікації. Із часом конструктори покращували процес подавання пального у камери згоряння циліндрів. Протягом багатьох років використовували карбюраторні системи, але з розвитком виробництва двигунів виявлено недостатнє подавання пального в карбюратор, що спричиняє неможливість досягти бажаних параметрів потужності. Інженери розробляли інжекторний розподільний механізм, щоби збільшити потужність двигуна, а пальне водночас економити завдяки

електронному управлінню подавання пального. На цьому етапі було додано електронні блоки управління. Це стало найпримітивнішою системою газового обладнання, що використовує метан або пропан. Під час монтажу балони розташовано зазвичай у багажному відсіку, паливну магістраль з'єднано із запірним пристроєм, газ проходить крізь магістраль та поступає у випарну камеру, підключену до системи охолодження. Підігріта газова суміш поступає у редукторний дозувальний пристрій. Спочатку редуктор і випарну камеру вважали самостійними вузлами, але з часом їх об'єднали в один блок.

Газ — це найбільш реальна альтернатива бензину та дизельному пальному. Кожний пройдений кілометр на газі обходиться в середньому на третину дешевше, аніж на бензині, тому зрозуміло, що основою переходу на газ є фінансова складова. Раніше можна було відчутти масштабну економію: комплекти ГБО для примітивних карбюраторних двигунів були дешевими, а пропан — бутан коштував удвічі менше за бензин. Але станом на сьогодні ситуація інша: для того щоб придбати газове обладнання із сучасним двигуном, потрібні зовсім інший рівень компонентів і кваліфікації майстра, який його встановлюватиме. До того ж разом із новими вимогами безпеки до балонів встановлення ГБО значно здорожчало комплекти.

Останнім часом використання скрапленого газу як автомобільного пального стало популярним, оскільки він дешевший за бензин. Однак існують також інші переваги: наприклад, він екологічно чистіший за решту видів пального, його вихлопи містять менше шкідливих речовин (зокрема, CO₂ майже вдвічі), газ має більш високе октанове число (103–105), що практично унеможливило детонацію двигуна.

На газі зменшується зношення циліндро-поршневої групи двигуна внутрішнього згоряння:

- під час пуску холодного двигуна не утворюється плівки з бензину, що змиває змащення;
- газ згорає повільніше, завдяки чому тиск у циліндрах зростає не так швидко й ударні навантаження на деталі двигуна завдяки кращому сумішоутворенню газу з повітрям є меншими порівняно з бензином;
- газова суміш рівномірніше розподіляється циліндрами, що поліпшує холостий хід двигуна, він працює м'якше й тихіше;
- після пуску холодного двигуна на газу можна їхати практично одразу, не потрібно тривалого прогрівання (як на бензині);
- газ не розріджує моторного масла, тому його можна міняти рідше, ніж у разі використання бензину;
- практично не утворює нагару, газ порівняно з бензином значно чистіший, тому до карбюратора не потрапляє бруд.

Поміж недоліків газу можна вважати меншу теплоту згоряння, через що потужність двигуна на газу менша приблизно на 5 %, тому іноді радять встановлювати інше запалювання. Однак, це спірне питання: по-перше, це доцільно робити тільки на автомобілях, що працюють на високооктановому бензині (понад 95) для того, щоб не доводилося ставити запалювання пізніше щоразу, коли необхідно їхати на бензині. По-друге, існує думка, що на високих обертах під час роботи на газі навпаки запалювання має бути дещо пізнішим, ніж для бензину.

Багато з недоліків ГБО є спірними. Наприклад, під час установки в кузові

свердлять отвори для кріплення балона, під днищем кріплять газову магістраль, а під капотом — редуктор. За кілька років місця кріплення можуть стати осередками корозії, тому потрібно піклуватися про антикорозійну обробку всіх монтажних отворів. Якщо замість циліндричного балона вставити так звану «таблетку», вона займе місце запасного колеса, яке нема куди подіти (або взагалі не возити його, або возити у багажнику). Противники встановлення газу кажуть про високу ймовірність вибуху балона, що є зазвичай перебільшенням. Фактів вибуху балона на території східних областей України за останні роки не зафіксовано. Газовий балон міцніший за бензиновий бак, крім того, існують захисні клапани і механізми, що спрацьовують у разі витоку газу. Звісно, якщо автомобіль уже горить, то ризик вибуху існує. У місці підключення газового редуктора до системи охолодження двигуна інколи виникає розгерметизація, чому можна запобігти використанням якісних трійників, хомутів і патрубків.

Існують певні застереження щодо встановлення ГБО на турбінні мотори. Газ має більшу температуру горіння, тому температура вихлопних газів збільшує теплове навантаження на крильчатку турбіни і впливає на ресурс випускних клапанів. Також каталізатори мають температурні обмеження, які є в більшості бензинових двигунів. У каталізаторі має згорати все, що не згоріло в циліндрі. В умовах високої температури каталізатор починає плавитися (особливо під час великих обертів двигуна) та перекидає вихлоп. Під час низьких і середніх обертів ГБО шкоди мотору не завдає.

Існує думка, що газ сушить двигун, його не слід встановлювати на дорогі машини. Це так, але відбувається такий процес тільки на великих обертах

(понад 4000 об./хв). Для мінімізації наслідків встановлюють довприск бензину. Під впливом навантаження двигун нагрівається, а в бензині містяться масла, які відсутні в газі. Тому після установки ГБО з часом може з'явитися запах газу, навіть якщо з'єднання повністю герметичні. Це відбувається тому, що гумові шланги (трубопроводи) просочуються випарами. У разі використання якісних шлангів (трубопроводів) такої проблеми можна уникнути.

Також існує думка, що ГБО на авто вигідний лише тим, у кого двигуни з великою кубатурою. Тому ми розраховували доцільність установлення ГБО (наприклад, на автомобіль *Skoda Fabia* 2002 року випуску), що за місяць проїжджає в середньому 1000 км. Припустимо, що в умовах міста на 100 км їй потрібно 8 л бензину та газу на 15–20 % більше, аніж бензину (10 л газу на 100 км пробігу). Якщо 1 л бензину А-95 коштує 62 грн, а газу – 40 грн, то щоб місяць їздити на бензині, необхідно витратити приблизно 5000 грн (на бензин) і 4000 грн (на газ), тобто щомісячна економія 1000 грн. Якщо встановити нове італійське ГБО четвертого покоління, яке коштує приблизно 12000–13000 грн, то воно окупиться за рік. Якщо їздити більше, то і швидше. Обслуговування ГБО (заміну повітряного фільтра, комп'ютерну діагностику) краще проводити після кожних 10 000 км пробігу там, де його встановлено (ці послуги коштують до 500 грн), навіть за таких витрат економія очевидна. Слід зазначити, що в разі незначного пробігу автомобіля встановлення ГБО є вигідним. Якщо обладнання справно працюватиме, витрати на його утримання будуть помірними, а економія коштів на пальне перекриватиме їх.

Ще одним плюсом є подвійний запас ходу: якщо закінчився газ, то можна

їхати на бензині (це зручно під час далеких подорожей та актуально в умовах черг на автозаправних станціях або дефіциту пального).

Для класифікації типів ГБО в Україні використовують термін «покоління» (чим більший номер воно має, тим воно складніше й досконаліше). Водночас існує деяка плутанина у кваліфікації поколінь (точніше, у її нумерації). Відмінність полягає передусім у способі керування подачею газу в циліндри й у відповідних конструктивних нюансах, тому для уникнення плутанини, ГБО можна поділити на створені для карбюраторних та інжекторних двигунів.

Для карбюраторних двигунів під системами першого та другого покоління сьогодні розуміють ГБО з вакуумно-механічним регулюванням подавання газу. Дозувальна діафрагма в редукторі-випарнику як вихідну інформацію враховує розрідження у впускному колекторі, що залежить від навантаження на двигун і положення дросельної заслінки. Таке обладнання створювали насамперед для карбюраторних двигунів, хоча деякі модифікації ГБО 2-го покоління ставлять на бюджетні інжекторні автомобілі. Ці системи є простими, невибагливими, надійними та доступними, хоча й мають недолік – більші витрати газу порівняно із сучаснішими системами.

Сьогодні у продажу складно знайти комплект ГБО з вакуумним керуванням у високоякісному виконанні, оскільки його вважають морально застарілим.

Першою спробою конструкторів залучити електроніку для інжекторних моторів до управління двофазними системами живлення були системи управління кисневим датчиком згорянням пального та регулювання подавання пального кроковим електродвигуном. Такі системи часто

називають 3-м поколінням, їх призначено для інжекторних двигунів (частото — моноприскових), хоча з певними переробленнями їх монтували і на карбюраторні двигуни. Газ у двигуні цього покоління переходить із рідкої фази в газоподібну в редукторі, але за керування дозуванням пального відповідає вже не вакуум, а електронний блок, що враховує дані від лямбда-зонда, датчиків двигуна і положення дросельної заслінки. Власне відмірює газ механічний кроковий дозатор, до циліндрів його подає змішувач, установлений на дросельну заслінку. Доволі складне й дороге, але недостатньо економічне обладнання такого типу не прижилося, поступившись місцем наступному, 4-му поколінню.

Найпоширенішими сьогодні є системи з газовим упорскуванням, що повністю успадкували принцип подання бензину на автомобілях із класичним розподіленням уприскування. У впускний колектор вривають електромагнітні газові форсунки (індивідуальні для кожного циліндра), якими управляє електронний блок, що перехоплює сигнали, які надходять до бензинових форсунок від штатного електронного блоку управління двигуна. Газовий редуктор, трубопроводи, запірні арматури і балон майже не відрізняються від вузлів попередніх поколінь. Таке газове впорскування сьогодні можна вважати найбільш раціональним щодо поєднання ціни, конструкції та витрат газу. Правильно налагоджені системи ГБО 4-го покоління (цей тип найбільш поширений в Україні) споживають газу лише на 10–15 % більше, ніж бензину. Основними недоліками цих систем є висока ціна (удвічі-утричі вища за ГБО з вакуумним регулюванням) та необхідність обладнання для точного налаштування системи на автомобілі. Крім того,

необхідно обирати компоненти лише авторитетних марок і монтувати ГБО у спеціалізованих майстернях.

Існують також сучасніші системи — 5-го покоління, що використовують газове впорскування, але з однією істотною відмінністю: скраплений газ не переходить у газоподібний стан, автомобіль споживає його в тому самому вигляді, у якому він зберігається в балоні (рідкому). Насос, розташований у балоні, нагнітає рідкий газ у магістралі й далі до форсунок, що впорскують його у впускний колектор навпроти кожного циліндра. Або ж на двигунах із безпосереднім упорскуванням пального можливе впорскування газу через бензинові форсунки просто в циліндр. У такій системі додатково використовують дорогий модуль перемикачання подавання до форсунок бензину або скрапленого газу. Як і в бензиновому режимі роботи, упорскуванням рідкого пропан — бутану керує електроніка. Причому для регулювання правильного згорання рідкого газу застосовують програмне забезпечення, створене спеціально для конкретної моделі двигуна. У результаті така система швидше реагує на зміну навантаження й завдяки точному дозуванню ощадливіше витрачає пальне (газ на рівні бензину). Комплект ГБО з упорскуванням є вимогливішим до якості газу та рівня сервісу.

Перше покоління ГБО

Редуктори для 1-го покоління ГБО можуть бути двох типів: вакуумний та електронний. Суттєвим мінусом газових систем цього покоління є так званий довгий шлях газу до камери згорання, внаслідок чого часто траплялася розгерметизація та, як наслідок, — сильний запах газу в салоні транспортного засобу. Такі системи були дешевими, виробники побачили, що вони мають попит, і почали їх

удосконалювати. На карбюраторні двигуни можна встановити найпростіше інжекторне (без лямбда-зонда) ГБО, що має вакуумне управління та механічний дозатор газу. Принципова різниця електронного редуктора від вакуумного полягає в принципі дії запірної елемента розвантажувальної камери (у вакуумному редукторі цю роботу виконує спеціальна вакуумна мембрана, на яку подається розрідження від впускного колектора). Цей морально застарілий тип газового обладнання у наш час зустрічається дуже рідко.

Системи 1-го покоління відповідають застарілим екологічним вимогам Євро-1, тому в Україні його заборонили ще 2006 року (хоча подекуди продовжують встановлювати дотепер). Газову установку 2-го покоління можна встановлювати на автомобілі, які проїздили понад 25 років. Третє покоління ГБО майже ніхто не встановлює, таку установку можна зустріти хіба що на машинах із Європи.

Друге покоління ГБО

Наступне покоління відрізняється від першого не дуже, у ньому модернізовано редуктор (зокрема, запірний клапан став електромагнітним, а не вакуумним, як раніше). Тепер водієві немає потреби залишати автомобіль, щоб переключити на інший вид пального, адже в салоні розміщена спеціальна кнопка для переключення виду пального, тобто стало зручніше експлуатувати ГБО. Крім того, було впроваджено холодний старт: перед впуском у систему випускають малу кількість газу, що надалі забезпечує легкий пуск холодного двигуна. З'явилася змога застосовувати газову систему на двигунах інжекторного типу 1-го покоління розпоршувального впорскування або моновпорскування. Це покоління ГБО встановлюють на автомобілі з інжекторними двигунами

з лямбда-зондом та нейтралізатором, а також каталітичним нейтралізатором відпрацьованих газів (каталізатором). Газоповітряна суміш оптимізується завдяки штатним рахувальним потужностям і датчикам автомобіля. Системи ГБО-2 — це механічні системи, доповнені електронним дозатором, що працює сумісно з датчиком складу кисню за принципом зворотного зв'язку. Системи цього покоління відповідають вимогам Євро-1 (рідко — Євро-2).

Третє покоління ГБО

У 3-му поколінні ГБО з'явилося електронне коригування подавання газу до камери згоряння. Система зчитує дані з кисневого датчика та за допомогою крокового двигуна регулює отримувану двигуном кількість газу. Температурний датчик, розташований на редукторі, контролює мінімальну температуру. Коли редуктор нагрівається вище за мінімальну температуру, контролер вмикає подачу газу. ГБО цього покоління відповідає нормам Євро-2 завдяки зчитуванню даних із кисневого датчика та електронним коригуванням подавання пального. ГБО оснащено власною коригувальною системою, але швидкість реакції на коригування робочої суміші обмежена швидкістю роботи крокового дозатора-розподільника. Для безперебійної роботи штатної системи управління використовують режим імітації роботи форсунок та лямбда-зонда.

У цій системі газ подають індивідуально дозатором (газовим інжектором) у кожний циліндр двигуна. Електронний блок управляє газовим інжектором. Газ до впускного колектора надходить крізь механічні форсунки, що автоматично відчиняються надлишковим тиском, який виникає в магістралі подавання. Замість дозувального газрегистра (як у системах ГБО-1 та ГБО-2) встановлюють газовий моторчик

і спеціальний електронний блок управління для регулювання якісного складу газоповітряної суміші. Це нововведення дало змогу практично повністю усунути можливість виникнення раптових гучних звуків. Недоліки ГБО цього покоління: повільна швидкість реагування системи на зміни режиму роботи двигуна автомобіля.

Системи 3-го покоління відповідають вимогам Євро-2.

Четверте покоління ГБО

У ГБО 4-го покоління кардинально змінилася подача пального, з'явилися газові форсунки, що впорскують газ у циліндри. Редуктор не впорскує пальне в колектор, що дає змогу підтримувати в ньому незмінним газовий тиск (надмірного тиску позбавляються за допомогою газових форсунок). На кожному окрему форсунку призначено власний циліндр. Форсунки мають свої шлейфи, спрямовані від контролера, який віддає команди впорскування пального кожній форсунці, тому це відбувається у визначений період часу. У метанових версіях ГБО 4-го покоління змінено не тільки редуктор, а й балони (використовують товстостінні через високий тиск метану).

Подавання газу для кожного циліндра відбувається окремо, що дає змогу значно збільшити швидкість реакції на коригування газоповітряної суміші та оптимізувати роботу двигуна. Це найкраще з відомих сьогодні технічних рішень.

ГБО 4-го покоління є найпоширенішим, воно найбільш економне і найменше знижує потужність автомобіля (до 10 %), хоча й вимагає, щоб редуктор був добре прогрітим, а газ — теплим. Його встановлюють на будь-які інжекторні автомобілі, а також автомобілі з новими системами бортового діагностування (*EOBD*, *OBD II*).

Важлива особливість та перевага ГБО-4: функція автоматичного переходу з газу на бензин і навпаки (якщо балон із газом спорожнів). Цей тип впорску газу позбавляє від проблеми раптових гучних звуків та потребує менше уваги до повітряного фільтру і свічок запалювання робочої суміші, витрати газу максимально наближено до витрат бензину.

Основа безпеки — це наявність мультиклапана на газовому балоні.

Експерт має звертати увагу на електронний блок керування газобалонного обладнання. Вони відрізняються набором регульованих параметрів та можуть мати функцію автоматичного налаштування або автокалібрування, що дає змогу задавати оптимальні режими роботи. Сучасні електронні комплекси (наприклад, *King*, *Lovato*, *OMVL*, *Zavoli* та ін.) мають максимальну автоматизацію під час налагодження обладнання та практично не потребують участі спеціаліста.

Системи 4-го покоління відповідають нормам Євро-3.

П'яте покоління ГБО

У всіх попередників газ у камеру згоряння подавався у газоподібному стані, у ГБО 5-го покоління — у рідкому, до того ж насос пального у балоні нагнітає стабільний тиск у системі. Переваги ГБО цього покоління: відсутність редуктора, немає необхідності попередньо прогрівати автомобіль на бензині, більше нічого не заважає системі охолодження, газові витрати суттєво знизилися, кількість трубопроводів у паливних магістралях зведено до мінімуму, потужність суттєво збільшилася. Однак неможливо стало заправлятися метаном, адже цей газ надходить у рідкій формі (для скраплення метану необхідна температура, нижча за -160°C).

П'яте покоління ГБО сумісно із системами бортової діагностики *EOBD*, *OBD II* і *OBD III*, воно використовує

обчислювальні потужності автомобіля, його можна застосувати в будь-яких автомобілях з інжекторним двигуном. У балон ГБО разом із мультиклапаном установлюють газовий насос, який починає діяти після відчинення дверей автомобіля (уже під час запускання двигуна це створює в магістралях тиск газу приблизно 15–16 атм.).

Натомість відсутні газовий редуктор і додатковий газовий фільтр. Газ потрапляє окремо до кожного циліндра крізь електрофорсунки, розташовані у впускному колекторі якнайближче до циліндрів. Важливою різницею є потрапляння газу до циліндрів у рідкому стані, що зменшує втрати потужності двигуна та витрати газу й дає змогу запускати двигун на газу в умовах мінусової температури навколишнього середовища.

Слід зауважити, що ці системи дуже складні та чутливі до якості (чистоти) газу. Вартість ГБО-5 вища від ГБО-4 приблизно на 30 %.

Системи 5-го покоління відповідають вимогам Євро-3 та Євро-4.

Шосте покоління ГБО

Це покоління газобалонного обладнання, призначене для двигунів із безпосереднім упорскуванням пального, яке ще не доволі поширене. У системах 6-го покоління відсутнє розмежування на газові та бензинові інжектори, подавання газу врзано до штатної системи подавання бензину (відмінність полягає лише у двох різних баках — бензиновому та газовому). Обладнання полегшено до максимуму.

Система подавання газу аналогічна попередньому поколінню, головна різниця безпосереднього впорскування від розподіленого — розміщення форсунок (у першому випадку — безпосередньо в головці блоку двигуна, у другому — на рампі перед впускним колектором).

ГБО-6 встановлюють на бензинові двигуни типу *TSI*, *FSI*, *TFSI*, адже ця система не потребує додаткового врзання газових форсунок до впускного колектора двигуна (газ потрапляє крізь бензинові форсунки). У багажнику знаходиться газовий балон із вмонтованим насосом, що підтримує в магістралі (трубопроводі) тиск приблизно 16 атм. Магістралі існує дві — основна та зворотна, якою залишковий газ повертається до балона. У бензинову систему подавання пального врзають контролер, яким управляє електроніка, він перекидає подавання газу/бензину. Отже, це дає змогу ГБО-6 мінімально втручатися в оригінальну систему електроніки автомобіля та впорскування пального.

Системи 6-го покоління відповідають вимогам Євро-4.

Сьоме покоління ГБО

Тривалий час на двигунах із прямим упорскуванням пального встановлювали ГБО 4-го покоління з довпорскуванням бензину. Це пов'язували з тим, що бензинові форсунки розташовані близько до камери згоряння й потребують охолодження, яке забезпечує бензинова суміш. Якщо форсунки не охолоджувати, вони швидко виходитимуть із ладу, що вимагатиме вартісного ремонту.

Спеціалісти *Vialle* розробили нову систему для автомобілів із прямим упорскуванням, яка полягає в тому, що пальне подається штатною бензиновою форсункою, газова ж відсутня взагалі.

Основою системи *Direct Blue* ГБО 7-го покоління є модуль змішування пального *FSU*, що забезпечує плавне переключення між бензином і скрапленим газом. Розмір такого модуля — приблизно як середня акумуляторна батарея, його мета — створення тиску, аналогічного бензиновому, і доправлення пального до інжекторів.

Під час встановлення цієї системи майстер не втручається в систему управління двигуном, що забезпечує надійну роботу в будь-якому режимі та збереження міцності на тому самому рівні, як під час роботи на бензині. ГБО 7-го покоління дає змогу експлуатувати автомобіль лише на газі, не використовуючи бензину взагалі, навіть двигун можна запускати на газі будь-якої пори року.

Комплект ГБО добирають під конкретну модель транспортного засобу, програмне забезпечення жорстко прив'язане до коду двигуна. Установка ГБО цього покоління є доволі вигідною, оскільки зберігає потужність автомобіля, має просту конструкцію системи (адже відсутні редуктор-випарник і газові форсунки), до того ж воно швидко монтується (завдяки відсутності редуктора це не вимагає втручання в систему охолодження).

Проаналізувавши автомобільний ринок України, можна дійти висновку, що більшість сучасних автомобілів із ГБО представлена обладнанням 4-го покоління. Тому під час технічного огляду досліджуваного колісного транспортного засобу експерт-автотоварознавець (окрім самого транспортного засобу) повинен здійснити фотофіксування й записати до акту огляду тип ГБО, дату його встановлення (зазначено у свідоцтві про реєстрацію транспортного засобу в розділі особливих позначок), працездатність та основні складові комплекту.

За приклад наводимо складові наймасовішого комплекту *Stag 200 GoFast*:

- газовий балон із мультиклапаном (тип, місткість, із показником кількості чи без нього, спосіб розміщення та кріплення);
- запірний клапан (розміщення);

- газова магістраль (тип трубопроводу);
- електронний блок управління *Stag-4 GoFast*;
- газовий редуктор (його марка та кріплення);
- форсунки з жикльорами (кількість, тип і розташування);
- фільтр парової фази газу (металевий корпус);
- штуцера в колекторі;
- перемикач виду пального з індикацією рівня наповненості газового балона.

Після перевірки комплектності та цілісності ГБО за можливістю запускають двигун транспортного засобу та перевіряють його роботу на бензині і на газі.

Станом на сьогодні найчастіше зустрічаються ГБО таких торгових марок, як: *STAG Autogas, PRINS VSI, BRC, Vialle LPI, ZENIT, KME, TOMASETTO*.

Складаючи висновок експерта, необхідно коригувати вартість транспортного засобу згідно з інформацією, наведеною в «Бюлетені автотоварознавця», із урахуванням терміну його експлуатації. Розраховуючи вартість відновлювального ремонту пошкодженого транспортного засобу, експерт має враховувати об'єм і вартість робіт із демонтажу/монтажу й налаштування ГБО та вартості його окремих пошкоджених складових.

Висновки

Проаналізовано сучасні види ГБО та наведено особливості дій експерта під час дослідження транспортних засобів із таким обладнанням.

Наведені дані допоможуть експертам розібратися з різновидами ГБО сучасних колісних транспортних засобів та усвідомити особливості послідовності

роботи під час експертного огляду таких транспортних засобів.

Особенности исследования экспертом колёсных транспортных средств с газобаллонным оборудованием

**Сергей Науменко, Владимир Бражник,
Ион Санду**

Рассмотрены вопросы газобаллонного оборудования, которое устанавливают и эксплуатируют на современных транспортных средствах, а также его разновидностей, особенностей строения и комплектации.

Целью статьи является ознакомление с разновидностями газобаллонного оборудования современных автомобилей и определение особенностей исследования при экспертном осмотре таких транспортных средств.

Приведён порядок действий эксперта при проведении технического осмотра исследуемого колёсного транспортного средства. Обращено внимание на необходимость учитывать наличие газобаллонного оборудования при определении рыночной стоимости транспортного средства, восстановительного ремонта и материального ущерба, причинённого владельцу автомобиля.

Рассмотрены преимущества и недостатки, с которыми сталкиваются собственники автомобилей с установленным газобаллонным оборудованием. Подробно рассмотрена классификация газобаллонного оборудования, отмечены различия при установке газобаллонного оборудования на карбюраторные и инжекторные двигатели.

Ключевые слова: *судебный эксперт; газобаллонное оборудование; составные газобаллонного оборудования; газоздушная смесь; экологические требования; экспертный осмотр колёсного транспортного средства.*

Features of forensic research on wheeled vehicles with LPG equipment

**Serhii Naumenko, Volodimir Bragnik,
Ion Sandu**

The article considers the issue of LPG equipment installed and operated on modern vehicles, as well as its varieties, peculiarities of structure and configuration.

This article purpose is to get acquainted with the types of LPG equipment of modern cars and determine research peculiarities while forensic expert inspection of such vehicles.

The order of forensic expert actions while technical inspection of investigated wheeled vehicle is given, authors insist on the need to take into account the availability of LPG equipment while determining the market value of vehicle determining the cost of repair and material damage caused to the vehicle owner.

The advantages and disadvantages faced by car owners with installed LPG equipment are considered. Considerable attention was paid to the classification of gas cylinder equipment, discrepancies were noted while installation of gas LPG equipment on carburetor and injection engines.

Keywords: *forensic expert, LPG equipment, components of LPG equipment, air-gas mixture, environmental requirements, forensic expert inspection of wheeled vehicle.*

Фінансування

Це дослідження не отримало жодного спеціального гранту від фінансових установ у державному, комерційному чи некомерційному секторах.

Відмова від відповідальності

Засновники не грали жодної ролі у розробленні дослідження, добиранні й аналізуванні даних, рішеннях про публікацію чи підготовку рукопису.

Учасники

Автори внесли свій внесок винятково в інтелектуальну дискусію, що є основою цього документа, дослідження судової практики,

написання та редагування, і беруть на себе відповідальність за її зміст і тлумачення.

Декларація щодо конфлікту інтересів

Автори заявляють, що у них відсутній конфлікт інтересів.

References

- Afonin, S. N. (2001). *Gazovoe oborudovanie avtomobilei. Legkovye, gruzovye. Ustroistvo, ustanovka, obsluzhivanie. Prakticheskoe rukovodstvo* [Gas equipment for cars. Cars, trucks. Arrangement, installation, maintenance. How-to]. Rostov-na-Donu [in Russian].
- Likhanov, V. A., Devetiarov, R. R. (2006). *Primenenie i ehkspluatatsiia gazoballonogo oborudovaniia* [LPG equipment application and operation]. Kirov [in Russian].
- Zolotnitskii, V. A. (2007). *Avtomobilnye gazovye toplivnye sistemy* [Car gas fuel systems]. Moskva [in Russian].
- Науменко, С., Бражник, В., Санду, І. (2022). Особливості дослідження експертом колісних транспортних засобів із газобалонним обладнанням. *Теорія та практика судової експертизи і криміналістики*. Вип. 1 (26). С. 95—107. DOI: 10.32353/khrife.1.2022.06.