



## Щодо причин виникнення пожеж на автомобілях із газобалонним обладнанням

**Віталій Словінський**

Канд. техн. наук, Черкаський НДЕКЦ МВС України, м. Черкаси, Україна,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6194-3171>, e-mail: [vslovinskyi@ukr.net](mailto:vslovinskyi@ukr.net)

*Незважаючи на тривалу експлуатацію автомобілів із газобалонним обладнанням, відношення до них залишається дещо упередженим, особливо щодо уявлень про пожежну небезпеку газобалонних автотранспортних засобів.*

*Ключові слова: пожежа; транспорт; метан; пропан-бутан; газобалонне обладнання.*

### Causes of Fire in Vehicles with Gas Tank Equipment

**Vitalii Slovinskyi**

*Despite considerable experience in operating cars with gas tank equipment, attitudes toward it remain somewhat biased. This mainly relates to views on the fire danger posed by vehicles with gas tanks.*

*Keywords: fire; transport; methane; propane-butane; gas tank equipment.*

На транспортних засобах за 2023 р. зафіксовано 3613 пожеж (+6,6%), що становить 5,3% від загальної кількості пожеж. Прямі збитки збільшилися на 67,2% та становлять 1 млрд 178 млн 687,3 тис. грн (5,1% від загальної суми прямих збитків). Побічні збитки становлять 2 млрд 209 млн 268,8 тис. грн (зростання у 2,3 разів; 3,7% від загальної суми побічних збитків).

Порівняно з 2022 р. кількість пожеж збільшилася лише транспортних засобів, що здебільшого є наслідком загорянь, пов'язаних із вибухами та обстрілами, спричинених бойовими діями російських збройних формувань.

Найважливішою внутрішньою причиною виникнення пожежі в автомобілі є нагріті поверхні у разі порушення герметичності паливної системи або системи змащування. В автомобілі існує дві зони максимальних температур:

- моторний відсік;
- зона випускного тракту від колектора до вихлопної труби глушника.

У двигуні внутрішнього згоряння температура відпрацьованих газів уздовж довжини випускного тракту становить 800—830 °C, а температура поверхонь — 710—770 °C. Звісно, що це дуже висока температура, що вища за температуру самозаймання більшості паливно-мастильних матеріалів, які використовують у транспортних засобах.

Газ як моторне паливо доволі успішно використовували з 1930-х років, на сьогодні кількість автомобілів з газобалонним обладнанням постійно збільшується.

Незважаючи на значний досвід їх експлуатації, відношення до газового палива залишається упередженим, особливо щодо уявлень про їх пожежну небезпеку. Тому навіть чинні нормативно-технічні документи, що визначають вимоги до об'єктів зберігання, технічного обслуговування і поточного ремонту газобалонних автомобілів, містять певні суперечності (зокрема, щодо категорювання приміщень із легковими автомобілями, які працюють на зрідженому вуглеводневому (нафтовому) газі).

Таке обережне ставлення до таких транспортних засобів склалося на основі суб'єктивних чинників, тому що про будь-які статистичні дослідження оцінки їх пожежної небезпеки нам не відомо.

Аналіз безпосередніх причин виникнення пожеж свідчить, що основна з них — це негерметичність газової паливної системи, значно менше пов'язано з порушеннями техніки безпеки під час експлуатації та ремонту газобалонного обладнання. Іноді причиною ставала несправність газового редуктора, витік газу на заправці, несправності бензинового клапана, негерметичність, викликана механічними



пошкодженнями, а також пошкодження внаслідок дорожньо-транспортної пригоди.

Поглиблений аналіз пожеж свідчить, що здебільшого причиною виникнення негерметичності газового обладнання є людський чинник: власники газобалонних автомобілів самостійно проводили ремонт газового обладнання, після чого не перевіряли його герметичність, а нерідко самовільно змінювали систему газового обладнання (у багатьох випадках на гумових трубках газового обладнання були відсутні фіксувальні хомути). Найчастіше газобалонне обладнання тривалий час експлуатують без будь-якої профілактики навіть тоді, коли в автомобілі відчувається запах газу.

Щодо використання газоподібного метану або суміші пропану та бутану. Водії легкових автомобілів віддають перевагу останньому, що в літній період містить приблизно 40% пропану  $C_3H_8$  та 60% бутану  $C_4H_{10}$ . Ця суміш знаходиться у рідкому вигляді в балонах під тиском до 16 атм. (на відміну від метану, який закачують в товстостінні балони під тиском до 250 атм.). Установки з пропан-бутаном значно простіші у монтажі, забезпечують за однакової маси обладнання значно більший пробіг і на сьогодні мають досить поширену мережу заправних станцій. До того ж більшість водіїв вважає, що метан небезпечніше, ніж пропан-бутан (насправді ситуація є протилежною).

Проаналізовано потенційну небезпечність використання пропан-бутанової суміші. За умови прийнято літній період із температурою 30 °С. Нижня концентраційна межа поширення полум'я для метану — 5,28% (об), густина метану за цієї температури — 0,64 кг/м<sup>3</sup>, густина повітря — 1,14 кг/м<sup>3</sup>. Отже, у разі будь-якої нещільності цей газ піднімається вгору і небезпечної концентрації може досягти лише в дуже герметичних приміщеннях або ємностях.

Нижня концентраційна межа поширення полум'я для пропану — 2,3% (об), для бутану — 1,2% (об). Для цієї суміші за формулою [1, с.130] маємо:

$$KMPP=100/(40/2,3+60/1,2)=1,5\% \text{ (об)}.$$

За температури 30 °С ця суміш знаходиться у газоподібному стані. Молекулярна маса пропану — 44 атомних одиниці маси, густина парів за температури 30 °С (303 К) —

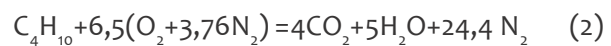
$44 \times 273 / (22,4 \times 303) = 1,77 \text{ кг/м}^3$ . Для бутану — відповідно 58 атомних одиниць маси та  $58 \times 273 / (22,4 \times 303) = 2,33 \text{ кг/м}^3$ . Густина парів суміші за такої температури —  $1,77 \times 0,4 + 2,33 \times 0,6 = 2,1 \text{ кг/м}^3$ , що майже вдвічі більше за густину повітря за тих самих умов (1,14 кг/м<sup>3</sup>). Отже, пропан-бутанові пари змішуватимуться з повітрям переважно в нижній частині навіть незамкненого приміщення (зокрема, у нижній частині багажного відсіку автомобіля). Концентрація горючих газів у цій суміші швидко досягне позначки в 1,5% (об) та буде здатною до важкого вибуху. За підрахунками стандартною процедурою [1, с. 53, 133], теоретична температура вибуху пропану і бутану практично однакова і складає 2130 °С (2400 К).

У разі повного перетворення суміші пропану з повітрям у продукти згорання (вибуху) 1 моль пропану у реакції з 5 молями кисню і 18,8 молями нітрогену утворює 25,8 молів продуктів згорання.



Тобто, об'єм суміші пропану з повітрям у гіпотетичних нормальних умовах збільшився б у  $25,8/24,8 = 1,04$  разів. Ураховуючи збільшення температури з 303 К до 2400 К, можна спрогнозувати, що тиск вибуху в замкненому об'ємі дорівнюватиме:  $(760 \times 2400 \times 1,04) / 303 = 6260 \text{ мм рт. ст.}$ , тобто приблизно 8,3 атм.

Відповідно 1 моль бутану у реакції з 6,5 молями кисню і 24,4 молями нітрогену утворює 33,5 молів продуктів згорання.



Об'єм суміші у гіпотетичних нормальних умовах збільшився б у  $33,5/31,9 = 1,05$  рази. Ураховуючи збільшення температури з 303 до 2400 К можна спрогнозувати, що тиск вибуху в замкненому об'ємі дорівнюватиме:  $(760 \times 2400 \times 1,05) / 303 = 6320 \text{ мм рт. ст.}$ , тобто також приблизно 8,3 атм.

Як свідчать статистичні дані, обладнання з пропан-бутановими установками спричинили приблизно 10% пожеж і вибухів, решта припадає на рідкі види пального, вибухів із метановими установками практично не зафіксовано. Навіть у складних дорожньо-транспортних пригодах товстостінні балони з метаном (на відміну від легких балонів з пропан-бутаном) лишалися неушкодженими.



Отже, за умови використання сертифікованого обладнання і професійного його монтажу балони з метаном та їх «обв'язка» значно безпечніші, ніж балони з пропан-бутаном і тим більше, ніж паливні баки і каністри з рідким паливом.

#### ***Перелік джерел посилання***

1. Єлагін Г. І., Шкарабура М. Г., Кришталь М. А., Тищенко О. М. Основи теорії розвитку та припинення горіння. Ч. 1. Черкаси, 2004. С. 184.