

УДК 629.3.06

Кудін О.П.¹, Дударенко О.В.²

¹ асп. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛЯ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГАЗОБАЛОННОГО ОБЛАДНАННЯ

Незважаючи на триваюче повномасштабне російське вторгнення, автомобільний ринок України продовжує поповнюватись колісними транспортними засобами, які переобладнані для використання газового палива як альтернативи до бензину та дизелю. Також поступово зростає частка транспортних засобів, що використовують гібридні та суто електричні силові установки. Так, станом на 01.01.2026 в Україні налічується 1070900 транспортних засобів, що використовують ГБО [1].

З них у 2023 році було переобладнано 37680 автомобілів, в 2024 р. – 21533 автомобілів, а 2025 року – 12592 автомобілів [1]. Слід зазначити, що ці цифри враховують лише ті транспортні засоби, власники яких внесли зміни до технічного паспорту автомобіля і зареєстрували відповідне переобладнання у Головному сервісному центрі МВС України. Втім, на

сьогодні не всі власники КТЗ оформлюють проведене переобладнання, вважаючи перепонами для цього високу вартість процедури сертифікації обладнання, невідповідність встановленого обладнання та проведеного монтажу діючим вимогам стандартів і правил, документальні особливості індивідуального характеру. Наприклад, є випадки, коли людина не оформила відповідним чином право на спадщину і використовує автомобіль маючи лише технічний паспорт, в який вона вписана на право керування, тому що вартість переоформлення і приведення документів у відповідність перевищує вартість автомобіля. Тим не менш, слід зазначити, що відповідно до чинного законодавства, реєстрація зміни конструкції транспортного засобу (його переобладнання) станом на 2026 рік є обов'язковою [2] і повинна бути виконана протягом 10 днів з моменту такого переобладнання.

Згідно зі статистичними даними за 2023 рік зареєстровано 129 випадків пожеж із транспортними засобами із встановленим ГБО, у 2024 році – 134 випадки, у 2025 році – 136 випадків [3]. Ці дані охоплюють лише ті випадки, коли безпосередньо співробітники ДСНС брали участь у ліквідації таких загорянь, включно із випадками, коли загоряння виникли через результати російської агресії та через протиправні дії третіх осіб. Також до статистики не потрапили дані, коли загоряння були ліквідовані власниками самостійно та не призвели до повного знищення транспортного засобу і власники транспортних засобів до ДСНС не звертались.

Питання безпеки газового обладнання актуальне не тільки для КТЗ, що експлуатуються в Україні, але і у всьому світі. Так, дослідниками з німецького університету BAM проводились експерименти в яких досліджувались питання пожежі на транспортному засобі із несправними пристроями безпеки газового обладнання [4]. Розглядався вплив заповнення газового баку на імовірність вибуху і дальність розльоту осколків. Отримані дані були спрямовані на вдосконалення роботи екстрених служб при ліквідації пожеж на автомобілях з ГБО.

Одним з основних чинників виникнення пожеж на автомобілі із ГБО є розгерметизація газової системи, яка в свою чергу може бути викликана механічними пошкодженнями газової магістралі, порушенням правил монтажу, відмовою елементів газової системи через несвоєчасне обслуговування, неправильне налаштування тощо. На сьогодні вимоги до безпеки і надійності транспортних засобів, що використовують зріджений нафтовий газ (пропан-бутанову суміш) регулюються Правилами ЄПЕК ООН № 67 [5].

Тим не менш, зараз системи газового обладнання автомобілів зазвичай не мають автоматичних систем виявлення витоку газу. Виняток становлять системи газового обладнання Prins VSI та Tamona (TE-GAS), в яких реалізовано алгоритм перевірки різниці тиску на ділянці магістралі між

газовим редуктором і газовими форсунками при роботі двигуна автомобіля на бензині і на газовому паливі. У випадку виявлення падіння тиску на початкових режимах роботи обладнання, система записує помилку до газового блоку управління, однак водій не буде проінформований про його наявність, а сама помилка може бути зчитана тільки в умовах сервісного центру з обслуговування ГБО. Між тим, основним методом виявлення газового витоку на автомобілі з ГБО для водія залишається органолептичний метод. На етапі виробництва до пропан-бутанової суміші додаються спеціальні одоранти, які мають специфічний різкий запах, а саме виявлення витоку буде залежати від психофізичних особливостей водіїв. Після світової пандемії вірусу COVID-19 існує велика кількість людей із притупленими відчуттями запахів, або є такі, що не відчують запаху взагалі. Для таких людей своєчасно виявити газовий витік і вжити необхідних заходів для його припинення буде фізично неможливо. Це, в свою чергу, також зумовлює необхідність розробки і впровадження автоматизованої системи, яка сповіщала б про негерметичність газового обладнання автомобіля.

Реалізація даної задачі можлива з застосування методів і підходів IoT (інтернету-речей), що широко застосовується в системах «розумного будинку», побутових і промислових детекторах витоку газів [6, 7]. При цьому алгоритм перевірки наявності витоку, специфікація датчиків і управляючого мікроконтролера буде відрізнятися від тих, які використовувались для систем «розумного будинку» через відмінність умов середовища, впливу конвекційного руху повітря від гарячих джерел, таких як випускний колектор та двигун автомобіля тощо.

При розробці системи методами ANSYS Fluent на базі рівнянь Нав'є-Стокса авторами було визначено і аргументовано розташування датчиків газу відповідно до можливих зон скупчення витоку при розгерметизації системи (підкапотний простір, багажне відділення автомобіля), розроблено механізм поєднання системи виявлення витоку із вже змонтованою системою ГБО. В подальшому буде описано алгоритм роботи системи, специфікація датчиків, розроблено код роботи системи для мікроконтролеру та проведено випробування в реальних дорожніх умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Відповідь на запит про публічну інформацію Головного сервісного центру МВС України № 31/2543І-6553-2026 від 25.03.2026 (275922) Руслан Жук, перший заступник начальника. Київ, 2026. 1 арк.

2. Про затвердження Порядку державної реєстрації (перереєстрації), зняття з обліку автомобілів, автобусів, а також самохідних машин, сконструйованих на шасі автомобілів, мотоциклів усіх типів, марок і моделей, причепів, напівпричепів та мотоколясок : постанова Кабінету

Міністрів України від 07.09.1998 № 1388. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1388-98-п> (дата звернення: 30.03.2026).

3. Відповідь на запит про публічну інформацію ДСНС №16-6671/162-3 від 12.03.2026, Віктор Вітовецький, директор департаменту цивільного захисту та превентивної діяльності. Київ, 2026. 1 арк.

4. Tschirschwitz R., Krentel D., Kluge M. et al. Experimental investigation of consequences of LPG vehicle tank failure under fire conditions // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 2018. Vol. 56. P. 278–288. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2018.09.006>.

5. Regulation No. 67 of the United Nations Economic Commission for Europe (UN ECE). Uniform provisions concerning the approval of specific equipment of motor vehicles using liquefied petroleum gases in their propulsion system : E/ECE/324/Rev.1/Add.66. URL: <https://unece.org/transport/vehicle-regulations-wp29/standards/addenda-1958-agreement-regulations-61-80> (дата звернення: 23.03.2026).

6. Dahab, K. A. T., Medina, A. N. E., Siena, M. A. U., Co, J. D. C., Centeno, C. J., & Tanael, D. V. (2022). Implementation of a Liquefied Petroleum Gas Leakage Detection System. ACM International Conference Proceeding Series, 263–269. <https://doi.org/10.1145/3582099.3582138>.

7. Kumar, R. R., Namachivayam, M., Deviprakash, M., Pradeep, V., Selvakumar, K., & Sharunithi, G. (2023). LPG Gas Level Monitoring and Leakage Detection System. International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems, ICSSAS 2023 - Proceedings, 1463–1468. <https://doi.org/10.1109/ICSSAS57918.2023.10331805> on Catalyst Temperature of a SI Engine under Real Life Driving Conditions.