

## ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗРІДЖЕНОГО НАФТОВОГО ГАЗУ У ДВИГУНАХ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

**Бердецький Іван Андрійович**, здобувач бакалаврського рівня вищої освіти,  
Київський національний університет будівництва і архітектури,  
e-mail: [berdetskyi\\_ia-2022@knuba.edu.ua](mailto:berdetskyi_ia-2022@knuba.edu.ua)

**Лисак Сергій Іванович**, викладач, ВСП Миколаївський будівельний фаховий  
коледж Київського національного університету будівництва і архітектури,  
e-mail: [rotterdam85as@gmail.com](mailto:rotterdam85as@gmail.com), ORCID: [0009-0009-8695-8925](https://orcid.org/0009-0009-8695-8925)

**Кривошия Дмитро Олександрович**, здобувач бакалаврського рівня вищої  
освіти, Київський національний університет будівництва і архітектури,  
e-mail: [kryvoshyia\\_do-2022@knuba.edu.ua](mailto:kryvoshyia_do-2022@knuba.edu.ua)

**Балака Максим Миколайович**, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних  
машин, Київський національний університет будівництва і архітектури,  
e-mail: [balaka.mm@knuba.edu.ua](mailto:balaka.mm@knuba.edu.ua), ORCID: [0000-0003-4142-9703](https://orcid.org/0000-0003-4142-9703)

На сьогодні застосування палива з альтернативних енергетичних ресурсів дозволяє поліпшити екологічні та експлуатаційні властивості автомобільного транспорту. Зокрема зріджений нафтовий (вуглеводневий) газ розглядається як основне альтернативне джерело енергії [1–4], що має більш низькі викиди шкідливих речовин у порівнянні з іншими рідкими паливами. Проаналізуємо особливості його використання у двигунах внутрішнього згорання.

Основними компонентами зрідженого нафтового газу є пропан ( $C_3H_8$ ) та бутан ( $C_4H_{10}$ ), вміст яких в пропан-бутані залежить від його призначення і марки. Критична температура пропану дорівнює  $97\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а бутану –  $126\text{ }^{\circ}\text{C}$ . При тиску відповідно  $0,716$  та  $0,103$  МПа і температурі, яка є нижчою за критичні значення, ці вуглеводні легко зріджуються, стаючи бензиноподібною рідиною. Густина зрідженого нафтового газу становить близько  $600\text{ кг/м}^3$ , октанові числа пропану та бутану за моторним методом дорівнюють відповідно  $105$  й  $94$  [5, 6], що забезпечує форсування двигунів вантажних автомобілів зі ступенем стиску до  $8,5\dots 9,0$  та дає можливість збільшити їхню потужність.

Джерелами виробництва зрідженого нафтового палива є:

- переробка природного газу з газових і газоконденсатних родовищ, а також супутніх газів розвіданих нафтових родовищ;
- різні процеси переробки нафти на нафтопереробних заводах;
- різні процеси органічного синтезу, реалізовані на нафтопереробних заводах і нафтохімічних комбінатах.

Приміром у Польщі зріджений нафтовий газ для двигунів внутрішнього згорання містить влітку  $40\%$  мас. пропану та  $60\%$  мас. бутану, а взимку дана пропорція протилежна. Це пов'язано з тим, що тиск насиченої пари бутану за температури  $37,8\text{ }^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $0,26$  МПа, пропану –  $1,2$  МПа [2], що впливає на здатність переходу цих складових палива в газоподібний стан. Для виявлення

можливого витоку зрідженого нафтового газу, він повинен мати характерний запах одоранту, оскільки не всі гази мають запах і колір, через що виявити їх виток з паливної системи буває досить важко. Концентрація одоранту у повітрі у кількості 20 % від нижньої межі займання повинна чітко розпізнаватися. Так найчастіше використовують етилмеркоптан як одорант до зрідженого газу, що має температуру кипіння 37 °С і різкий неприємний запах у повітрі.

При використанні зрідженого газу як палива для автомобільного транспорту його якість в Україні з 2018 року регламентується за ДСТУ EN589:2017, який повністю відповідає європейському стандарту EN 589. Так із запровадженням нового стандарту вимоги до пропану стали суворішими. Особливу увагу тепер приділено відповідності встановленим нормам частки сірки, що міститься в суміші, відсутності вільної води, зменшенню суми ненасичених вуглеводнів, а також корозії мідної пластинки. Співвідношення пропану та бутану, відповідно до нового стандарту, вимірюватиметься тиском насиченої пари в суміші [6].

Експлуатаційні показники автотранспорту, двигуни яких працюють на зрідженому нафтовому газі порівняно з бензином [5–8], оцінюються так:

- у випадку правильного регулювання та нормального режиму роботи системи подачі зрідженого газу знижується токсичність відпрацьованих газів, а саме за показниками оксидів вуглецю в 3...4 рази, оксидів азоту в 1,2...2,0 рази, а неспалених вуглеводнів в 1,2...1,4 рази і більше;

- внаслідок високого октанового числа зрідженого нафтового газу можливо підвищити ступінь стиску двигуна внутрішнього згорання, потужність і паливну економічність – у протилежному випадку, знижується потужність на міжміських магістралях на 7...15 % і збільшується об'ємна витрата палива на 15...20 % через більш низьку густину палива;

- термін заміни моторної оливи збільшується в 2,0...2,5 рази;

- трудомісткість технічного обслуговування і ремонту двигунів зростає в середньому на 3...5 %, але їх витрати покриваються за рахунок збільшення міжремонтного пробігу в 1,2...1,4 рази.

Так промисловість випускає газобалонний автомобільний транспорт для роботи на зрідженому нафтовому газі зі спеціальними двигунами внутрішнього згорання, які розраховано для роботи на газі з резервною системою живлення для термінової роботи на бензині, а також з універсальними двигунами, що допускають тривалу роботу як на бензині, так і на зрідженому газі.

Незважаючи на високі експлуатаційні властивості зрідженого нафтового газу та його екологічну ефективність, частка автомобільного транспорту за кордоном, яка працює на цьому виді палива невелика і складає приблизно: 0,03 % у Німеччині, 0,23 % у Франції, 0,25 % у США, 0,70 % в Японії, 1,73 % у Бельгії, 2,20 % у Данії та 7,50 % у Нідерландах. В Україні триває процес збільшення кількості автомобільного транспорту, який працює на зрідженому нафтовому газі, зокрема і шляхом переобладнання автомобілів, які живляться рідким паливом традиційного походження. До того ж автомобілі на зрідженому нафтовому газі потребують встановлення спеціального паливного бака, який експлуатується в значеннях надлишкового тиску до 20 кг/см<sup>2</sup>, що набагато менше, ніж для зрідженого природного газу – до 200 кг/см<sup>2</sup> [2].

## Висновки

Двигуни внутрішнього згорання, що працюють на зрідженому нафтовому газі, є аналогічними бензиновим двигунам і забезпечують практично однакову продуктивність та високі характеристики згорання паливної суміші. Водночас для виробництва та широкого використання зрідженого нафтового газу як альтернативного палива з поліпшеними екологічними й експлуатаційними показниками необхідно законодавче регулювання державними відомствами паливно-енергетичного комплексу та екологічної безпеки.

## Література

1. Балака М. М., Лисак С. І., Міщук Д. О., Рєпін В. Ю. Проблеми та перспективи застосування альтернативних видів палива на автотранспорті. Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців: матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника, 23–25 жовт. 2023 р. Харків: ХНАДУ, 2023. С. 93–96.
2. Соломаха А. С., Сірий О. А., Петренко В. Г., Голик А. В., Чирка Т. В. Екологічні аспекти використання зрідженого газу у двигунах внутрішнього згорання. Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: технічні науки. Т. 29 (68). Ч. 3 № 5. 2018. С. 62–67.
3. Тетерятник О., Балака М. Аналіз шляхів забезпечення енергонезалежності будівельної техніки з використанням відновлювальних джерел енергії. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини. 2021. Вип. 97. С. 24–35. <https://doi.org/10.32347/gbdmm2021.97.0301>.
4. Балака М., Тетерятник О., Санкін І. Комплексна оцінка застосування моторних палив. Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування: матеріали 14-ї Міжнар. наук.-практ. конф., 16–18 берез. 2023 р. Херсон: ХДМА, 2023. С. 194–196.
5. Слободчиков В. В., Балака М. М. Моторні палива з альтернативних енергетичних ресурсів. Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості і транспорту 2015: матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., 21–22 трав. 2015. Дніпропетровськ: НГУ, 2015. С. 250–254.
6. Що таке зріджений газ (LPG). Властивості. Особливості. Використання [Електронний ресурс]. <https://gazballon.com.ua/uk/blog-uk/shho-take-zridzhenij-gaz-lpg-vlastivosti-os.html> (дата звернення: 10.10.2024).
7. Балака М. Н., Слободчиков В. В., Аржаев Г. А. Выброс вредных веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания. Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Междунар. науч.-техн. конф., 16 апр. 2014. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. С. 18–22.
8. Балака М., Ходневич М., Тетерятник О. Проблеми використання паливно-мастильних матеріалів у двигунах внутрішнього згорання. Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України: матеріали I Міжнар. наук.-практ. онлайн-конф., 15 берез. 2021. Київ: AGGR University, Міжнар. асоціація трансферу технологій, 2021. С. 657–659.