

Пилипенко Олександр Михайлович, д-р техн. наук, професор
Шльончак Ігор Анатолійович, к.т.н, доцент, Igor_Shlionchak@ukr.net
Черкаський державний технологічний університет

ТОКСИЧНІСТЬ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ГАЗІВ ДИЗЕЛЯ І ГАЗОДИЗЕЛЯ

Автомобільний транспорт є одним із основних споживачів нафтопродуктів і залишиться таким на період до 2040–2050 рр. У найближчій перспективі очікується збільшення споживання нафтопродуктів за постійних об'ємів їх виробництва, що призведе до дефіциту моторних палив.

Перспектива використання дизелів обумовлює актуальність досліджень, присвячених проблемі використання в них альтернативних палив. Однак, їх застосування призвело до ряду проблем, пов'язаних з виснаженням нафтових родовищ, забрудненням атмосфери токсичними викидами, глобальним потеплінням тощо [1].

Частковим вирішенням розглянутих вище проблем є впровадження та використання у дизелях альтернативних палив, зокрема біогазу [2].

В результаті проведених досліджень екологічних показників дизеля китайського виробництва DONG FENG при живленні біогазом була отримана регульовальна характеристика за складом паливоповітряної суміші для режиму $n_d = 1400 \text{ хв}^{-1}$ і розрідження у впускному трубопроводі $\Delta p_k = 20 \text{ кПа}$. Встановлено, що значний вплив на токсичні показники двигуна має коефіцієнт надлишку повітря α . Найкращі ефективні показники забезпечуються на цьому режимі при $\alpha = 1,0 \dots 1,1$. Максимальне значення ефективного крутного моменту складає $M_e = 173 \text{ Н}\cdot\text{м}$ при $\alpha = 0,99$, а мінімальна питома ефективна витрата газу становить $g_e = 14,18 \text{ МДж}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$ при $\alpha = 1,16$. Збіднення паливоповітряної суміші від $\alpha = 1,1$ до $\alpha = 1,4$ призводить до погіршення ефективних показників, при цьому M_e зменшується з $164 \text{ Н}\cdot\text{м}$ до $130 \text{ Н}\cdot\text{м}$, а g_e незначно зростає з $14,18 \text{ МДж}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$ до $14,7 \text{ МДж}/(\text{кВт}\cdot\text{год})$.

Показники токсичності дизеля, що досліджувався, покращуються при збідненні паливоповітряної суміші. При збільшенні α від $1,1$ до $1,4$ вміст, наприклад, оксидів азоту NO_x у відпрацьованих газах зменшується з 960 млн^{-1} до 785 млн^{-1} , а концентрація оксиду вуглецю CO знижується з $0,32 \%$ до $0,04 \%$. Вміст вуглеводнів C_mH_n , при цьому, складає $186 \dots 118 \text{ млн}^{-1}$.

Необхідно зазначити, що збагачення паливоповітряної суміші від $\alpha = 1$ до $0,9$ призводить до збільшення концентрацій шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна. Так, вміст C_mH_n зростає з 251 млн^{-1} до 317 млн^{-1} , а CO збільшується з $0,93 \%$ до $3,5 \%$. Вміст NO_x , при цьому, складає $943 \dots 997 \text{ млн}^{-1}$.

Для оцінки шкідливих викидів дизеля DONG FENG в різних швидкісних і навантажувальних режимах були отримані навантажувальні характеристики при різних частотах обертання: $n_d = 1200, 1400, 1600, 1800, 2000 \text{ хв}^{-1}$. Для прикладу, при роботі дизеля з частотою обертання $n_d = 1600 \text{ хв}^{-1}$ концентрації

шкідливих речовин у відпрацьованих газах змінюється в залежності від навантаження. Так, при низьких навантаженнях викиди CO і C_mH_n є максимальними і становлять відповідно 1,7 % та 352 млн^{-1} (при $\alpha = 1,01$). При цьому вміст оксидів азоту NO_x становить 303 млн^{-1} і є мінімальним. Найнижчі концентрації CO утворюються при збільшенні навантаження і збідненні паливоповітряної суміші до $\alpha = 1,19$ та знаходяться в межах 0,037...0,05 %. Максимальний вміст NO_x (998 млн^{-1}) у відпрацьованих газах дизеля має місце при повному навантаженні, а кількість вуглеводнів C_mH_n (99 млн^{-1}) при цьому є мінімальною.

Концентрації викидів CO у газодизеля більші ніж у дизеля в режимі холостого ходу та при низьких навантаженнях. Але незначно нижчі при максимальному навантаженні. Така ж закономірність характерна і для викидів вуглеводнів C_mH_n , з яких переважну частину становить метан CH_4 . Викиди NO_x у дизеля нижчі в режимі середніх навантажень, але вищі на максимальних. Також у відпрацьованих газах газодизеля відсутня сажа, викиди якої мають місце в дизеля.

З метою здійснення порівняльного аналізу екологічних показників газодизеля та дизеля, було визначено сумарну токсичність відпрацьованих газів, зведених до оксиду вуглецю CO . Встановлено, що даний показник суттєво залежить від навантаження на двигун. Якщо при низьких навантаженнях різниця в сумарній токсичності практично відсутня, то при збільшенні навантаження до максимальних значень сумарна токсичність газодизеля зменшується до 55 % у порівнянні з дизелем.

Було виконано порівняння токсичних показників газодизеля та дизеля. Так, питомі викиди оксиду вуглецю газодизеля на 16,31 % більші, ніж у дизеля. Це можна пояснити тим, що газодизель працює на паливоповітряній суміші з нижчими значеннями коефіцієнта надлишку повітря, ніж дизель. Питомі викиди вуглеводнів газодизеля нижчі в 2,61 рази, ніж у дизеля, а оксидів азоту – в 1,63 разів нижчі. Слід зазначити, що викиди вуглеводнів газодизеля набагато безпечніші, так як основу вуглеводневої частини його відпрацьованих газів складає метан, який з усіх граничних вуглеводнів має найбільшу стійкість до процесу окислення окисами азоту [3].

Після проведення відповідних розрахунків встановлено, що значення сумарної токсичності відпрацьованих газів газодизеля складає $294,52 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$, а для дизеля – $578,3 \text{ г/кВт}\cdot\text{год}$. Таким чином, показано, що екологічні показники газодизеля в 1,96 рази є кращі, ніж у дизеля.

Література

1. Пилипенко О.М. Система безпеки при виробництві та використанні біогазу в дизелях / Пилипенко О.М., Підгорний М.В., Шльончак І.А. // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк – 2016 – № 55 – С. 281-286.
2. Гальшев Ю.В. Перспективы применения газовых топлив в ДВС / Ю.В. Гальшев, Л.Е. Магидович // Двигателестроение. – 2001. – № 3. – С. 31–352.
3. Васильев Ю.Н. Опыт эксплуатации автомобилей, работающих на газе / Ю.Н. Васильев, А.И. Гриценко, Л.С. Золотаревский, С.И. Ксенофонов, Р.О. Самсонов. – М.: ВНИИЭГазпром, 1990. – 59 с.