

*Поляков А.П., д.т.н., проф.; Коробов С.С., студент; Квасневський С.О., студент*

## **АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ СОПЛОВИХ ОТВОРІВ ФОРСУНОК НА ПОКАЗНИКИ ДИЗЕЛІВ ЯМЗ-236**

Проблема підвищення мобільності транспортних засобів, ресурсозбереження і підвищення екологічної безпеки в автотранспортному комплексі стає все актуальнішою. Одним із значущих напрямів рішення даної проблеми є підвищення потужності дизелів, економія палива і зниження токсичності відпрацьованих газів транспортними засобами в експлуатації. У сучасних умовах автомобільний транспорт є основним споживачем продуктів переробки нафти.

Значна частка автомобілів використовують силові агрегати на базі поршневих двигунів внутрішнього згорання. У зв'язку з тим, що на даний час відсутня альтернатива їм, особливої актуальності набувають завдання, пов'язані з підвищенням технічної, енергетичної і екологічної ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання транспортних засобів.

На показники потужності, економічності та екологічні показники дизельного двигуна значно впливає якість процесу сумішоутворення.

Вплив на якість сумішоутворення здійснюють тиск при якому паливо впорскується в циліндри дизеля наприкінці такту стиску, геометричні розміри та форма соплових отворів, швидкість та напрями руху повітряного потоку, температура та тиск повітряного заряду наприкінці такту стиснення, кількість соплових отворів в форсунках.

Як відомо, збільшення кількості соплових отворів в форсунках дизеля при збереженні їх геометричних розмірів зменшує час впорскування палива, але це може призвести також до зменшення далекобійності струї та кута її розкриття.

Зменшення часу впорскування палива без зміни величини кута випередження впорскування палива дозволяє збільшити час на випаровування палива і може покращити процес сумішоутворення.

Навпаки, зменшення далекобійності струї палива утворює умови при яких виникають зони в яких значна кількість палива окислюється невеликою кількістю кисню, яке знаходиться в повітрі, та зони в яких незначна кількість палива окислюється великою кількістю кисню, яке знаходиться в повітрі, тобто зони перезбагаченої та збідненої паливо-повітряної суміші.

Зменшення кута розкриття паливного струменя при впорскуванні палива в циліндри двигуна призводить до зменшення загальної поверхні паливного факела та погіршує процес випаровування палива, це в свою чергу погіршує процес сумішоутворення.

Необхідно відмітити, що збільшення кількості соплових отворів в форсунках двигуна може компенсувати частку відмічених недоліків. Велика кількість отворів при зменшенні далекобійності струменя палива дозволяє більш рівномірно розпорошити паливо по об'єму циліндра, тим самим уникнути значного перезбагачення та збіднення паливної суміші.

Крім того, збільшення кількості соплових отворів дозволяє, при зменшенні кута розкриття паливного факелу і відповідному зменшенні площі паливного факелу, збільшити, за рахунок збільшення чисельності паливних факелів, загальну площу паливних факелів, які контактують з киснем повітря, і забезпечити якісне випаровування палива.

Дослідження проведено за допомогою розрахункової програми «Дизель-РК». Вихідні данні для проведення розрахунків відповідають конструктивним даним базового дизеля ЯМЗ-236. Тиск та температура повітря в циліндрах дизеля відповідають показникам базового дизеля ЯМЗ-236. Тиск впорскування палива та геометричні розміри соплових отворів в форсунках не змінювались.

Базова кількість соплових отворів складає 5 шт., при такій кількості соплових отворів номінальна потужність двигуна складає 126 кВт. Збільшення кількості соплових отворів до 7 шт. призводить до погіршення процесу сумішоутворення і відповідно до незначного зменшення номінальної потужності двигуна до 125,55 кВт (на 0,63%).

При зменшенні кількості соплових отворів до 4 шт. також погіршує процес сумішоутворення та відповідно призводить до зменшення номінальної потужності дизеля до 125,95 кВт. При подальшому зменшенні кількості соплових отворів до 3 шт. процеси сумішоутворення покращуються відповідно підвищується номінальна потужність двигуна до 126,04 кВт. Необхідно відмітити, що зменшення кількості соплових отворів практично не впливає на зміну номінальної потужності двигуна. При зміні кількості соплових отворів з 3 шт. до 7 шт. номінальна потужність дизеля змінюється зі 126,04 кВт до 125,55 кВт, тобто менше

1 %. Аналізуючи залежність максимального крутного моменту  $M_e$  двигуна ЯМЗ-236 від кількості соплових отворів в форсунці можливо відмітити таку ж тенденцію по впливу кількості соплових отворів на номінальну потужність.

Збільшення кількості соплових отворів призводить до зменшення максимального крутного моменту, зменшення кількості соплових отворів в форсунці до 4 шт. приводить до падіння значення максимального крутного моменту, подальше зменшення кількості соплових отворів до 3 шт. приводить до збільшення максимального крутного моменту.

Необхідно відмітити, що вплив на коливання значення максимального крутного моменту кількості соплових отворів в форсунці незначно з 573,16 Н\*м до 570,94 Н\*м, менше чим на 1%.

Розглянемо, як впливає кількість соплових отворів в форсунці на показники економічності дизеля ЯМЗ-236. Як відмічалось раніше зміна процесу сумішоутворення при збільшенні кількості соплових отворів в форсунках дизеля при збереженні їх геометричних розмірів зменшує час впорскування палива, але це може призвести також до зменшення далекобійності струї та кута її розкриття.

Все це впливає на показники економічності дизеля. Збільшення кількості соплових отворів зменшує далекобійність паливної струї, кут її розкриття, тому погіршується економічність двигуна – питома ефективна витрата палива збільшується з 234,45 г/(кВт\*год) до 235,41 г/(кВт\*год). Зменшення кількості соплових отворів форсунки дизеля до 4 шт. призводить до незначного погіршення паливної економічності. При зменшенні кількості соплових отворів форсунки до 3 шт. можливо відмітити покращення паливної економічності дизеля. Але, вплив кількості соплових отворів на економічні показники двигуна дуже незначний, змережується тенденція така ж як на номінальну потужність та максимальний крутний момент.

Розглянемо вплив кількості соплових отворів форсунки на утворення кількості окислу азоту в відпрацьованих газах. Збільшення кількості соплових отворів до 7 шт. призводить до зменшення кількості окислів азоту з 1574,7 млн<sup>-1</sup> до 1497,1 млн<sup>-1</sup>, тобто на 5,2%. Зменшення кількості соплових отворів до 4 шт. приводить до незначного зменшення кількості окислів азоту до 1570,2 млн<sup>-1</sup>, подальше зменшення кількості соплових отворів до 3 шт. не впливає на кількість окислів азоту в відпрацьованих газах.

Проаналізуємо вплив зміни кількості соплових отворів на емісію твердих часток в відпрацьованих газах. Збільшення кількості соплових отворів в форсунках до 7 шт. приводить до збільшення кількості твердих часток у відпрацьованих газах з 123,54 г/(кВт\*год) до 128,44 г/(кВт\*год) (на 4%). Зменшення кількості соплових отворів в форсунці до 4 шт. приводить до незначного збільшення емісії твердих часток у відпрацьованих газах до 126,01 г/(кВт\*год) (на 2%). Подальше зменшення кількості соплових отворів до 3 шт. приводить до зменшення емісії твердих часток у відпрацьованих газах до 121,40 г/(кВт\*год) (на 1,8%).

Таким чином, зміна кількості соплових отворів дозволяє покращити екологічні показники роботи двигуна – при збільшенні кількості соплових отворів до 7 шт. дозволяє зменшити кількість окислів азоту у відпрацьованих газах на 5,2% до 1497,1 млн<sup>-1</sup>, навпаки збільшення кількості соплових отворів в форсунках до 7 шт. приводить до збільшення кількості твердих часток у відпрацьованих газах на 4%, до 128,44 г/(кВт\*год).

Зменшення кількості соплових отворів в форсунці до 3 шт. приводить до зменшення емісії твердих часток у відпрацьованих газах на 1,8% до 121,40 г/(кВт\*год). Зміна кількості соплових отворів в форсунці двигуна незначно впливає на техніко-економічні показники двигуна.

Поляков Андрій Павлович - д.т.н., професор, заступник директора ІнМТ з наукової роботи та міжнародного співробітництва, Вінницький національний технічний університет.

Коробов Сергій Сергійович - студент, Вінницький національний технічний університет.

Квасневський Сергій Олександрович - студент, Вінницький національний технічний університет.