

**Поліпшення екологічних характеристик дизельних двигунів за допомогою
додавання водню до дизельного палива**

УДК 621.434.432

Автори: Б.Г. Тимошевський, д.т.н., проф., М.Р. Ткач, д.т.н., проф., Д.О. Шалапко, аспірант, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Постановка проблеми. Незважаючи на прогрес у створенні високоефективних турбопоршневих двигунів внутрішнього згоряння для транспортних та стаціонарних енергетичних установок, зменшення витрат пального та зниження викидів шкідливих речовин з випускними газами цих двигунів на теперішній час залишається актуальною проблемою.

Сучасні розробки. Одним з рішень даної проблеми є подача водню до робочого циліндру двигуна та спалювання його на робочому ході. При цьому основні вітчизняні та закордонні розробки базуються на подачі газоподібного водню до камери згоряння при наповненні циліндра. Водень подається в повітряний ресивер дизеля і далі разом з повітрям надходить у циліндри [1].

Далі суть процесу являє собою принцип роботи газодизеля, тобто запалення водню у камері згоряння відбувається від запалення дизельного палива. При цьому водень може використовуватися як основне так і як додаткове паливо, в залежності від пропорції (кількості по масі) водню до дизельного палива.

Основним недоліком даного процесу є зменшення коефіцієнту надлишку повітря, що призводить до втрати потужності двигуна, значного збільшення максимальної температури згоряння палива та збільшення концентрації NOx у відпрацьованих газах.

Основна частина. Одним з шляхів щодо вирішення цієї проблеми є використання малих (0,2...2,0% по масі) домішок водню до основного рідкого палива ДВЗ. При цьому слід зауважити, що водень в даному випадку використовується не як енергоносіє, що заміщує вуглеводневе паливо, а у якості каталізатора процесу вигорання зазначеного палива у циліндрах ДВЗ.

Воднева домішка в робочому процесі матиме вплив на значення тривалості згоряння дизельного палива, середній діаметр капель розпиленого палива та долю незгорілого палива в циліндрі. Моделюючи робочий процес доля водню, що буде додаватися до дизельного палива, буде визначатися відповідним коефіцієнтом, в залежності від її масової частки.

Враховуючи даний коефіцієнт, тривалість згоряння палива матиме вигляд:

$$\phi_z = \phi_{\partial n} + \delta n \cdot \left(\frac{\tau_v}{k_y} - \tau_i \right),$$

а момент кінця згоряння визначатиметься:

$$\varphi_{кз} = \varphi_{\partial} + \left[\varphi_{\partial n} + \delta n \cdot \left(\frac{\tau_v}{k_y} - \tau_i \right) \right]$$

Попередні дослідження, які були проведені у лабораторії перспективних енергетичних технологій показали що додавання водню до дизельного палива та дозволяє підвищити ККД двигуна та відповідно зменшення витрату нафтового палива шляхом покращення характеристики підводу тепла у ДВЗ, а також сприяє перерозподілу складових теплового балансу в бік зменшення втрат тепла у систему охолодження та с випускними газами. За попередніми оцінками експериментальних даних, зменшення витрати дизельного палива двигуна 8V12/12 (КАМАЗ 740.11-240) складає 0,4...2,8% у залежності від кількості водню (0,1...0,6% по масі) та навантаження ДВЗ (0,25...0,75 Ne). Крім того, були отримані дані щодо покращення екологічних показників двигуна: кількість викидів вуглеводнів (*CmHn*) знизилася на 40...50%, монооксиду вуглецю (*CO*₂) – на 15...25%. Поряд з цим було встановлено, що викиди оксидів азоту (*NxOy*) збільшилися на 3...7%, що пов'язане з певним підвищенням максимальної температури циклу.

Попередні розрахунки математичної моделі для двигуна 6ЧН12/14 показали зменшення питомої витрати палива на 1,5...3%, збільшення потужності на 2...3,3% в залежності від кількості домішки водню.

Висновок

Додавання водню до основного дизельного палива дозволяє зменшити питому ефективну витрату палива на 0,5...3%, збільшити потужність двигуна на 2...3% та покращити екологічні показники викидів вуглеводнів (*CmHn*) до 50%, а монооксиду вуглецю (*CO*₂) – на 15...25%.

Перелік літературних джерел

1. Носырев Д.Я., Жуков Д.А. Система получения и подачи водорода в двигатель внутреннего сгорания // Материалы Международной научной студенческой конференции «Научный потенциал студенчества – будущему России». Том первый. Естественные и точные науки. Технические и прикладные науки. Ставрополь: СевКавГТУ, 2007
2. Gomes Antunes J.M, Mikalsen R., Roskilly A.P. An experimental study of a direct injection compression ignition hydrogen engine // International Journal of Hydrogen Energy, Volume 34, Issue 15, August 2009, Pages 6516-6522.
3. Szwaja S, Grab-Rogalinski K. Hydrogen combustion in a compression ignition diesel engine. Int. J. Hydrogen Energy (2009), doi: 10.1016/2009.03.020.
4. Шкаликова В.П., Патрахальцев Н.Н. Применение нетрадиционных топлив в дизелях: Монография. Изд. 2-е, доп. – М.: Изд-во РУДН, 1993. – 64 с.
5. Патрахальцев Н.Н. Повышение экономических и экологических качеств двигателей внутреннего сгорания на основе применения альтернативных топлив: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 248 с.