

ВПЛИВ КУТА ВИПЕРЕДЖЕННЯ ЗАПАЛЮВАННЯ НА РОБОЧІ ПРОЦЕСИ БЕНЗИНОВИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ НА ПАЛИВІ ІЗ ДОДАВАННЯМ ЕТАНОЛУ

Рябошапка Н.Є., Сухонос Р.Ф.[✉], Грачов П.В.

Національний університет «Запорізька політехніка», Україна

Анотація

Ключові слова:

витрата палива, гнучкий вихід палива, максимальний обертальний момент на вихідному валу, спиртовмісні палива, час запалювання

Для вирішення актуального питання адаптації існуючих двигунів внутрішнього згорання до переходу з чистого бензину на палива із додаванням етанолу >5 % проведено дослідження впливу часу запалювання паливоповітряної суміші двигуна на робочі процеси з метою досягнення максимального обертального моменту на вихідному валу двигуна при роботі на біопаливах марок E10...E85, які містять від 10 % до 85 % етанолу відповідно.

Вступ

В останнє десятиріччя біопаливо все частіше використовується як джерело енергії для двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) – як з іскровим запалюванням, так і з запалюванням від стиснення. Біопаливо є відновлюваним джерелом енергії, чим сприяє зменшенню викидів парникових газів в масштабі всієї планети. Головний компонент біопалив для бензинових двигунів, починаючи з XIX сторіччя – це етанол.

В даний час значна частина бензину в Україні змішується з етанолом, і в складі паливної суміші етанолу має бути не більше 10 %. Тільки таке паливо відповідає чинному ДСТУ 7687:2015. Проте, останніми роками окремі паливні компанії (БРСМ-НАФТА, МОТТО, WOG тощо) торгують паливом із більшим вмістом етанолу (до 30 %). А згідно до прийнятого в першому читанні законопроект 3356-д, через деякий час весь бензин в Україні буде із мінімально обумовленим відсотком етанолу.

Актуальність досліджень

В той час, як питання глобальної екологічності та економічності біопалив є предметом дискусій, технічним фахівцям та інженерам вже необхідно вирішувати нагальне питання адаптації існуючих ДВЗ до переходу з чистого бензину на палива із додаванням етанолу >5 %. В той же час, значний європейський досвід експлуатації

двигунів на паливі E85 (містить 85 % етанолу) призводить до подальшого використання в Україні вживаних «спиртових» автомобілів з Європи, а також неминуча поява в Україні палива E85 в продажу, – все це вимагає певних рекомендацій щодо адаптації до нього бензинових ДВЗ.

Викладення основного матеріалу

Відомо багато наукових робіт, метою яких є теоретичне та практичне дослідження впливу спиртового палива на стан системи живлення двигуна, на його характеристики на різних режимах. Особливо це стосується так званих «автомобілів з гнучким вибором палива» (Flexible Fuel Vehicles або FFV), які можуть використовувати бензин, паливо E85 або їх суміш у будь-якому співвідношенні. Такі транспортні засоби випускаються серійно, а також можуть бути отримані переобладнанням з бензинового ДВЗ. Зазвичай така модифікація обмежується збільшенням величини циклової подачі палива. А параметри запалювання зазвичай залишають незмінними.

З теорії та практики відомо, що неоптимальна величина кута випередження запалювання спричиняє зменшення потужності двигуна, зростання витрати палива, збільшення викидів оксидів азоту (NO_x), монооксиду вуглецю (CO), вуглеводнів (HC) і твердих часток (PM).

Згорання паливоповітряної суміші в камері

згоряння повинно відбуватися в певний проміжок робочого циклу двигуна, щоб максимально ефективно перетворювати хімічну енергію в механічну. Через затримку займання і певну тривалість самого процесу згоряння, іскра від свічки запалювання повинна подаватися з певним випередженням, яке залежить від конструкції двигуна, частоти обертання колінчастого валу, навантаження на двигун, умов експлуатації.

З точки зору економічності витрати палива двигуном, у більшості випадків бажано, щоб на всіх обертах кут випередження запалювання (КВЗ) був якнайбільшим. Проте, перевищення певної границі викликає детонацію. З іншого боку, «пізніе запалювання» (зменшений КВЗ) збільшує температуру в циліндрі, що призводить до зростання викидів NOx і одночасно зменшує викиди вуглеводнів [1].

На карбюраторних ДВЗ та на ранніх інжекторних ДВЗ величина КВЗ може бути змінена вручну, налаштуванням розподільника запалювання. На сучасних інжекторних системах із комп'ютерним керуванням і окремим модулем запалювання, КВЗ може бути змінений коригуванням табличних значень КВЗ, які зберігаються в пам'яті бортового комп'ютера.

З теорії ДВЗ випливає, що спиртовмісні палива за рахунок збільшеного октанового числа дозволяють збільшити КВЗ на всіх швидкісних режимах. Це дозволяє підвищити потужність двигуна, а також зменшити викиди CO та HC, а також зменшити витрату палива [2]. Тим не менше, результати не завжди є однозначними.

Експериментальні дослідження [3] на одноциліндровому бензиновому двигуні на сталому режимі обертання при повністю відкритій дросельній заслінці показали, що для досягнення максимального обертового моменту на вихідному валу двигуна при роботі на паливі E60 (60 % етанолу, 40 % бензину) КВЗ необхідно робити меншим на 4 ° повороту колінчастого валу (ПКВ) (тобто запалювання буде більш пізнім) порівняно з оптимальним значенням КВЗ при роботі на чистому бензині. При цьому відбувається незначне зниження викидів вуглеводів. Також виявлено, що при збільшенні відсотку спирту в паливі температура відпрацьованих газів зменшується, викиди CO скорочуються. Останнє також підтверджується дослідженнями [4], проведеними на двигуні ВАЗ-2101.

Під час дослідження [5] на 4-циліндровому карбюраторному двигуні з використанням палива E85 встановлено частково протилежні результати. Найбільшу потужність двигуна та найменші викиди зафіксовано при збільшенні КВЗ на 4 ° ПКВ (порівняно з найкращим значенням потужності для чистого бензину при тому ж положенні дросельної заслінки).

Викиди NOx збільшувалися зі збільшенням КВЗ, викиди CO і CO₂ в основному залишалися без змін, а викиди HC зростали зі зменшенням КВЗ.

Схожі (протилежні) результати зустрічаються і в інших наукових роботах.

Висновки

Таким чином, з проведеного аналізу можна стверджувати, що вплив часу запалювання (вираженого через величину КВЗ) паливоповітряної суміші двигуна, що працює на бензині із високим вмістом спирту (до 85 %), вивчений недостатньо. Більш того, результати є суперечливими.

Частково це пояснюється тим, що деякі дослідники проводять експерименти на режимах, не притаманних автомобільним ДВЗ в реальній експлуатації (тривала робота при повністю відкритій дросельній заслінці). По-друге, великий вміст етанолу суттєво знижує температуру паливоповітряної суміші на початку циклу, що погіршує випаровування палива, тобто потребує додаткової енергії.

Література

- [1] Gailis M., Pirs V. Effect of ignition timing on emissions of spark ignition engine using E85 fuel. *Agricultural Engineering*. 2014. Vol. 1. pp. 212–218.
- [2] Sayin C. The impact of varying spark timing at different octane numbers on the performance and emission characteristics in a gasoline engine. *Fuel*. 2012. № 97. pp. 856–861. [doi.org:10.1016/j.fuel.2012.03.013](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.03.013)
- [3] Topgül T., Yücesu H.S., Çınar C., Koca A.T. The effects of ethanol-unleaded gasoline blends and ignition timing on engine performance and exhaust emissions. *Energy*. 2006. № 31. pp. 2534–2542. [doi.org:10.1016/j.renene.2006.01.004](https://doi.org/10.1016/j.renene.2006.01.004)
- [4] Сухонос, Р.Ф., Гапоненко О.М. Підвищення ефективності поршневих ДВЗ при роботі на спиртових паливах. *Тиждень науки*. Тези доповідей науково-практичної конференції, Запоріжжя, 18–22 квітня 2016 р. Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. С. 112–113.
- [5] Türköz N., Erkuş B., İhsan Karamangil M., Sürmen A., Arslanoğlu N. Experimental investigation of the effect of E85 on engine performance and emissions under various ignition timings. *Fuel*. № 115. pp. 826–832. [doi.org:10.1016/j.fuel.2013.03.009](https://doi.org/10.1016/j.fuel.2013.03.009)

Відомості про авторів

Наталія Рябошапка, старший викладач кафедри «Двигуни внутрішнього згорання», НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна, [ORCID ID: 0000-0003-0334-8363](https://orcid.org/0000-0003-0334-8363).



Роман Сухонос, магістр, старший викладач кафедри «Двигуни внутрішнього згорання», НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна, [ORCID ID: 0000-0001-9683-3389](https://orcid.org/0000-0001-9683-3389).



Павло Грачов, магістр, викладач кафедри «Двигуни внутрішнього згорання», НУ «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна.

