

# АВТОМОБІЛІ ТА ТРАКТОРИ

УДК 621.436

**О. І. АБЛЯСКИН**, канд. техн. наук, проф. НТУ «ХПІ»;  
**Є. В. КУРИЛО**, студент НТУ «ХПІ»

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ АВТОМОБІЛІВ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ**

В процесі виконання роботи було обрано комплекс шляхів удосконалення робочих процесів для покращення екологічних показників і підвищення паливної економічності автомобільних дизелів.

**Ключові слова:** робочий процес, дизель, паливна економічність, викиди шкідливих речовин, рециркуляція.

**Вступ.** Автомобільний транспорт є одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря в містах. Велику роль у забрудненні від транспорту відіграють і автомобілі з дизельними двигунами. Основними шкідливими компонентами відпрацьованих газів являються оксиди азоту ( $\text{NO}_x$ ), дисперсні частинки (ДЧ), оксид вуглецю (СО), та вуглеводні (СН), причому найбільш токсичні  $\text{NO}_x$  і ДЧ.

Постійне зростання цін на нафтопродукти зумовлює стабільний попит на автомобілі з дизельними двигунами у Європі, бо вони мають, порівняно з бензиновими, кращу паливну економічність і при цьому коштує дизельне паливо дешевше. Важливим фактором також є екологічність дизельних двигунів. Сучасні дизелі завдяки фільтрам і багатоступінчастим каталізаторам, очищаючим відпрацьовані гази від сажі, з'єднань сірки і азоту, демонструють мінімальні показники викидів шкідливих речовин в атмосферу. Не дивлячись на зростаючу популярність дизельних автомобілів в Україні, їх загальна доля від всієї кількості автомобілів складає близько 12%. Головним стримуючим чинником зростання кількості дизелів є якість палива, що продається на вітчизняних заправках.

**Аналіз основних досягнень.** Основний вплив на паливну економічність автомобіля здійснюють наступні фактори: економічність двигуна, маса автомобіля, витрата енергії на подолання сил тертя в трансмісії, сила опору кочення коліс автомобіля, сила опору інерції, умови руху, стиль водіння та технічний стан автомобіля. В даній роботі було розглянуто шляхи удосконалення першого фактора – економічність двигуна.

Епоха дизельних двигунів розпочалася порівняно недавно завдяки технічній розробці компанії Bosch під назвою Common Rail – системі подачі палива в дизельних двигунах з безпосереднім вприскуванням. Саме з початком її застосування сучасні дизелі є більш економічними,

динамічними і менш шумними. Подальше удосконалення екологічних і техніко-економічних показників автомобільних дизелів може бути здійснене наступними шляхами: вплив на робочий процес, застосування альтернативних палив та систем нейтралізації шкідливих речовин відпрацьованих газів.

**Мета дослідження, постановка задачі.** Комплексний підхід до цієї проблеми дозволяє з урахуванням експлуатаційних характеристик обґрунтувати і реалізувати на практиці компромісні щодо рівнів паливної економічності та токсичності відпрацьованих газів рішення відносно конструкції і регульованих параметрів дизелів. В основу проведеного дослідження покладені розрахунково-аналітичні методи математичного моделювання робочого процесу дизеля. Результатами дослідження є обґрунтування заходів по покращенню показників паливної економічності та екологічної безпеки. Організація малотоксичного процесу згоряння в дизелі забезпечується параметрами повітряного заряду в циліндрі (температура, тиск, швидкість руху в камері згоряння) і параметрами процесів вприскування палива в напрямку зниження вмісту шкідливих викидів в відпрацьованих газах при максимально можливому покращенні економічних та екологічних показників.

**Матеріали досліджень.** Для аналізу впливу кожного з факторів, що можуть вплинути на сумішоутворення і процес згоряння палива було використано програмний комплекс «Дизель-РК» розроблений А.С. Кулішовим, в основу якого покладені роботи Н.Ф. Разлейцева. В роботі досліджено вплив таких факторів, як форма камери згоряння, зміна кута вприскування струї розпилювача, зміна кількості струй розпилювання, зміщення розпилювача відносно осі камери згоряння, вплив ступеню рециркуляції відпрацьованих газів, а також застосування альтернативних палив.

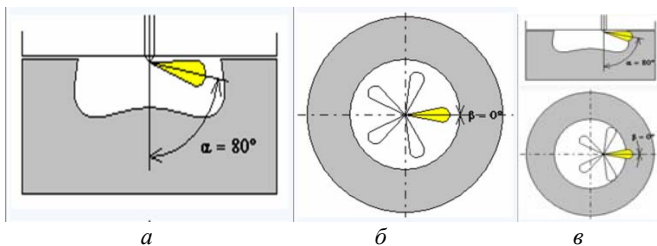


Рис. 1 – Досліджувані фактори: а – зміна кута вприскування струї розпилювача; б – зміна кількості струй розпилювання; в – зміщення розпилювача відносно осі камери згоряння.

**Результати досліджень.** Як помітно з одержаних графіків на рис. 2, при зміні кута вприскування питома витрата палива зменшується з ростом кута відносно осі розпилювача. Величина зниження витрат складає до 2,5%. Також зменшується емісія твердих частинок до 30%. Але необхідно

враховувати, що викиди  $\text{NO}_x$  при збільшенні кута більше  $80^\circ$  суттєво збільшуються і досягають 20%. Тому для досліджуваної камери згорання небажано збільшувати кут вище вказаного значення.

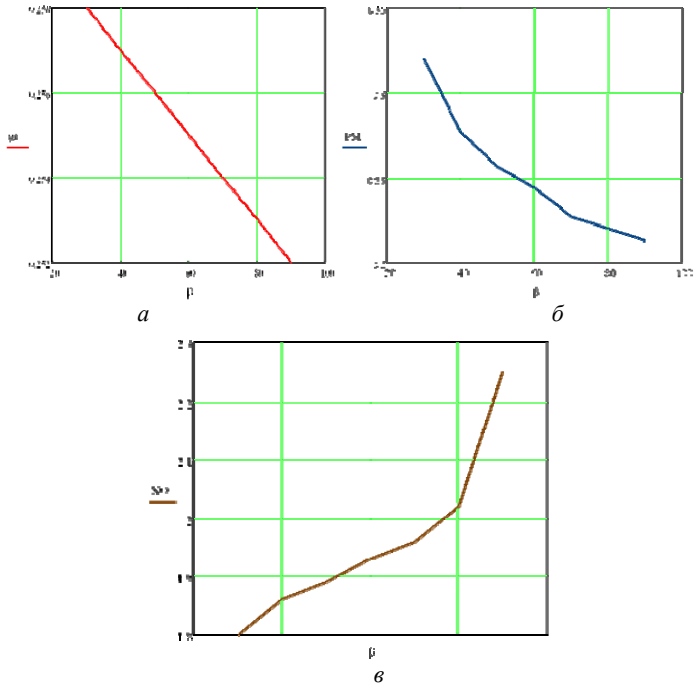


Рис. 2 – Графіки залежності від кута впрыскування палива: *а* – питомої витрати палива, *б* – твердих частин, *в* – оксиду азоту.

З графіків, представлених на рис. 3 помітно, що при зростанні кількості факелів покращується паливна економічність, зменшуються викиди твердих частинок та діоксиду вуглецю, але через підвищення температури згорання також збільшуються викиди оксиду азоту. Аналізуючи одержані графіки, можна зробити висновок, що оптимальна кількість струй розпилювача для досліджуваного двигуна  $n_s=4...5$ . Подальше збільшення їх кількості не дає значного позитивного результату, а технологічна складність виготовлення розпилювача форсунки значно підвищується і подальше зменшення діаметру соплових отворів буде сприяти їх закоксуванню.

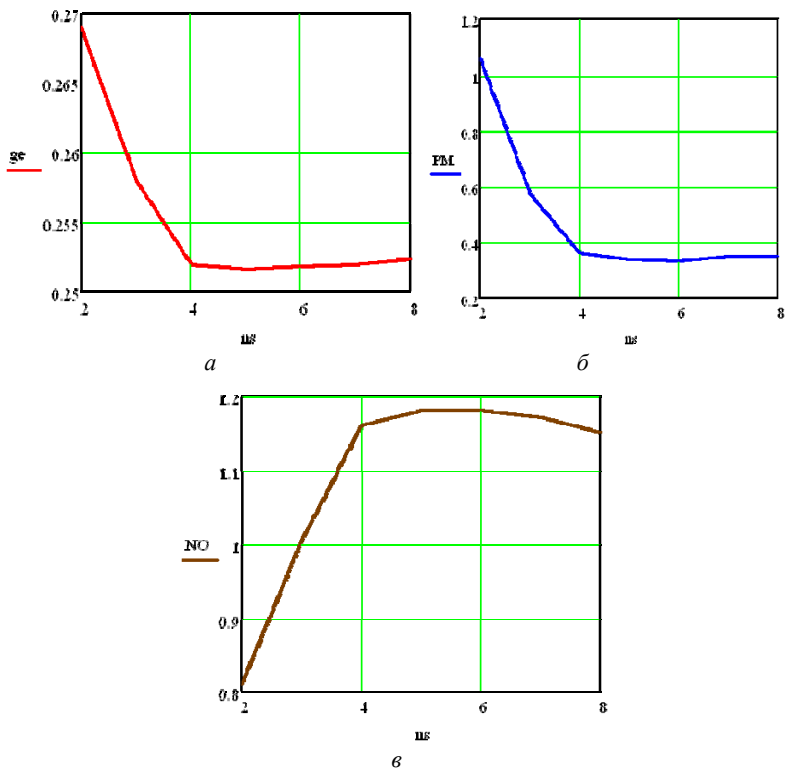


Рис. 3 – Графіки залежності від кількості струй розпилювача: *a* – питомої витрати палива; *б* – твердих частин; *в* – оксиду азоту.

З аналізу графіків на рис.4 помітно, що зміщення розпилювача може знизити викиди  $\text{NO}_x$  до 10%, але значне зміщення негативно впливає на інші аналізовані параметри. Для даного випадку доцільно зміщення близько 10 мм, це дозволить дещо знизити викиди оксиду азоту, майже не погіршуючи економічність та інші екологічні параметри.

Рециркуляція відпрацьованих газів знижує максимальну температуру згорання і в той же час підтримує на достатньо високому рівні температуру газів і вміст кисню, що забезпечує окислення дисперсних частинок в кінці згорання. Це сприяє зменшенню утворення оксидів азоту і знижує їх концентрацію в відпрацьованих газах на 40-50%(дивись рис.5). Досліди показують, що для такого зниження концентрації  $\text{NO}_x$  у впускну систему необхідно подавати відпрацьовані гази в кількості близько 20% від кількості повітря. Але необхідно також враховувати, що при зміні витрати відпрацьованих газів і їх температури збільшуються викиди частинок і

погіршується паливна економічність, тому необхідно гнучко регулювати подачу рециркульованих газів в залежності від режиму роботи двигуна.

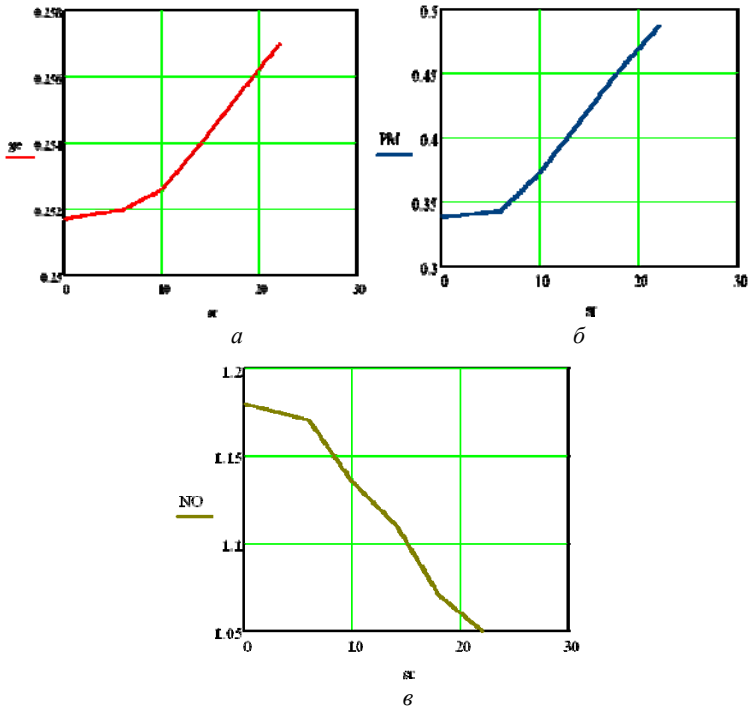


Рис. 4 – Графіки залежності від зміщення розпилювача: *а* – питомої витрати палива; *б* – твердих частин; *в* – оксиду азоту.

Досліджуючи комплексний вплив від декількох факторів, можна зазначити, що застосування цих факторів дає можливість значно покращити екологічність двигуна, не втрачаючи при цьому в економічності, і навіть дозволяє знизити питому витрату палива. Приклад застосування комплексного підходу представлений на рис. 6. Рециркуляція відпрацьованих газів дозволила значно скоротити викиди оксиду азоту, а регулювання кута впорскування дозволило залишити витрату палива на тому ж рівні. Порівняння результатів цих двох графіків дозволяє обрати максимально вигідний варіант застосування кожного з досліджуваних факторів.

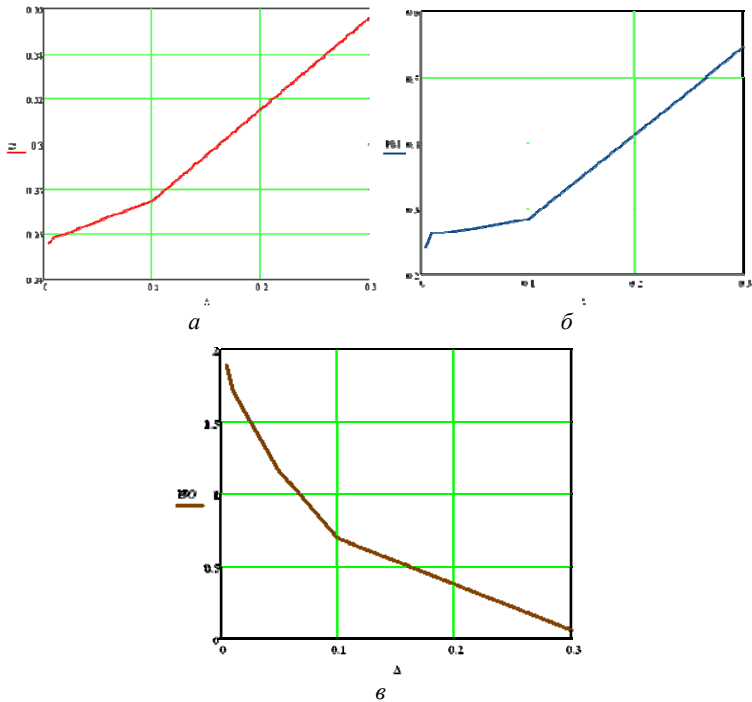


Рис. 5 – Графіки залежності від зміни ступеня рециркуляції: *a* – питомої витрати палива; *б* – твердих частин; *в* – оксиду азоту.

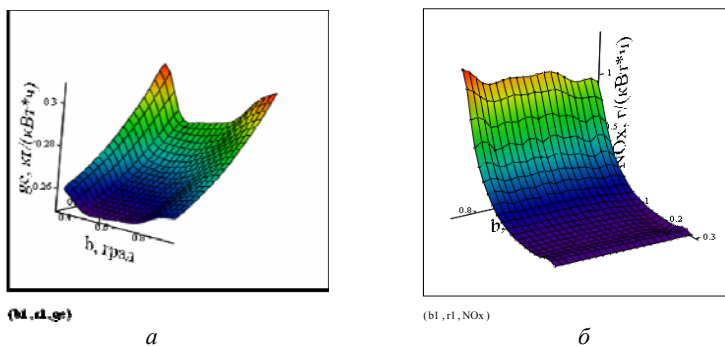


Рис. 6 – Вплив зміни ступеня рециркуляції та кута впорскування палива на паливну економічність (*a*) та викиди  $\text{NO}_x$  (*б*)

Результати роботи показали, що максимальна температура згоряння палива контролює процес виникнення  $\text{NO}_x$ , а температура згоряння в кінці процесу контролює окислення дисперсних частинок. Тому для зменшення

викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами необхідно застосовувати їх рециркуляцію та охолодження.

**Висновки.** Роблячи висновок з дослідження розглянутих факторів, можна зазначити, що існує певна межа зниження токсичності відпрацьованих газів, при досягненні якої подальше одночасне зменшення викидів  $\text{NO}_x$  і ДЧ шляхом впливання на робочий процес дизеля можливе тільки при підвищенні тиску вприскування палива. Можна також зазначити, що найперспективнішими напрямками удосконалення робочого процесу є:

- удосконалення системи подачі палива (підвищення тиску впорскування, підвищення якості розпилювання, оптимізація форми камери згорання і вибір оптимальних законів подачі палива, в першу чергу перехід на багатofазний вприск);

- застосування рециркуляції відпрацьованих газів;

- застосування каталітичних поверхонь і локальної турбулізації заряду в камері згорання дизеля.

**Список літератури:** 1. Парсаданов И. В. Повышение качества и конкурентоспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия. - Харьков: Изд. центр НТУ «ХПИ», 2003.- 244с. 2. Современные дизели: повышение топливной экономичности и длительной прочности: Под ред. А. Ф. Шеховцова / Ф. И. Абрамчук, А. П. Марченко, Н. Ф. Разлейцев, Е. И. Третьяк, Н. К. Шокотов. -К.: Техника, 1992.-272с. 3. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. для вузов по спец. «Строительные и дорожные машины и оборудование» / Хачиян А. С., Морозов К. А., Луканин В. Н. и др.; Под ред. В. Н. Луканина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1985. – 311 с. 4. Теория двигателей внутреннего сгорания. Учебник / В. Г. Дьяченко – Перевод с украинского языка. – Харьков: ХНАДУ, 2009. – 500 с.

*Надійшла до редколегії 14.05.2013*

УДК 621.436

**Методи підвищення паливної економічності та екологічної безпеки автомобілів з дизельними двигунами / О. І. Абляскін, Є. В. Курило // Вісник НТУ «ХП». Серія: Транспортне машинобудування. – Х. : НТУ «ХП», 2013. – № 32 (1005). – С. 3–9. – Бібліогр.: 4 назв.**

В процессе выполнения работы был избран комплекс путей совершенствования рабочих процессов для улучшения экологических показателей и повышения топливной экономичности автомобильных дизелей.

**Ключевые слова:** рабочий процесс, дизель, топливная экономичность, выбросы вредных веществ, рециркуляция.

During the performance was chosen complex ways to improve work process and determined the impact of alternative fuels for improving environment all performance and increase fuel efficiency of automobile engines.

**Keywords:** workflow, diesel, fueleconomy, emissions, recycling.