

5. Korohodskyi, V., Voronkov, A., Rogovyi, A., Kryshtopa, S., Lysytsia, O., Fesenko, K., Bezridnyi, V., Rudenko, N. (2021). Influence of the stratified fuel-air charge pattern on economic and environmental indicators of a two-stroke engine with spark ignition. *AIP Conf. Proc.: Transport, Ecology - Sustainable Development EKO Varna* Vol. 2439 (2021) 020011, doi: <https://doi.org/10.1063/5.0068466>

6. Корогодский. В. А. Повышение топливно-экологических показателей двухтактного ДВС с искровым зажиганием за счет совершенствования процессов внутреннего смесеобразования / В. А. Корогодский // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – №2. – С. 21-26.

7. Korohodskyi, V., Rogovyi, A., Voronkov, O., Polivyanchuk, A., Gakal, P., Lysytsia, O., Khudiakov, I., Makarova, T., Hnyp, M., & Haiek, Y. (2021). Development of a three-zone combustion model for stratified-charge spark-ignition engine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(5 (110), 46–57, doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.228812>

8. Корогодський В.А. Порівняння показників згоряння двотактного двигуна з карбюратором та безпосереднім впорскуванням палива / В.А. Корогодський // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ "ХПИ". – 2021. – №1. – С. 35–44, doi: <https://doi.org/10.20998/0419-8719.2021.1.05>

Кравченко Сергій Сергійович, к.т.н., завідувач кафедри двигунів та гібридних енергетичних установок, національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», (Харків, Україна), [Serhii.kravchenko@khpi.edu.ua](mailto:Serhii.kravchenko@khpi.edu.ua), +38(097)1979129

Кузьменко Анатолій Петрович, к.т.н., доц. кафедри двигунів внутрішнього згоряння, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, [kuzmatolja@gmail.com](mailto:kuzmatolja@gmail.com), +38(095)2557649

Солодкий Євген Ігорович, аспірант кафедри двигунів внутрішнього згоряння, Харківський національний автомобільно-дорожній університет [evgenijsolodkij98@gmail.com](mailto:evgenijsolodkij98@gmail.com), +38 (066)083-4089

## **ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ДИЗЕЛІВ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ ДВОСТАДІЙНОГО ВПОРСКУВАННЯ В ЦИЛІНДР**

На сьогодні в сучасних дизелях для зниження шумності їхньої роботи та зменшення шкідливих викидів часто використовують такий засіб як двоступінчасте впорскування палива в циліндр [1,2]. Таке рішення приводить до двостадійного, порціонно рознесеного в часі процесу згоряння палива в циліндрі. При цьому попередня або пілотна порція палива служить для додаткового «розігріву» повітря на такті стиснення, що значно зменшує період затримки займання основної порції. Це дозволяє суттєво знизити рівень шуму згоряння (знижується максимальна швидкість наростання тиску в циліндрі), а також дозволяє отримати кращі економічні і екологічні показники.. Багатостадійне впорскування палива досить просто реалізовується в сучасних дизелях на яких встановлена паливна апаратура з електрогідравлічними

елементами впорскування, проте використання паливної апаратури гідромеханічного типу практично унеможливорює такий спосіб впорскування палива.

Як показав аналіз, в Україні залишається досить великий парк транспортних дизелів обладнаних гідромеханічною паливною системою, що призводить до зниження екологічних та економічних показників таких двигунів, а адаптація сучасних паливних систем типу CR для таких двигунів є досить складною задачею, оскільки алгоритми їх керування є комерційними секретами фірм та потребує великих фінансових витрат.

**Метою дослідження** є покращення експлуатаційних характеристик транспортних дизелів з гідромеханічною системою паливоподачі шляхом забезпечення можливості двостадійної подачі палива.

Для досягнення поставленої мети слід вирішити наступну задачу – провести вдосконалення гідромеханічної системи паливоподачі транспортних дизелів шляхом забезпечення можливості двостадійної подачі палива без суттєвих втручань в конструкцію.

Одним із варіантів вирішення такої задачі може бути запропонований метод, сутність якого полягає в наступному: паливний насос високого тиску обладнається додатково секціями високого тиску, які працюють на нагнітання палива для пілотного впорскування. Кулачки валу приводу цих секцій випереджають кулачки валу основних секцій на 2-10 град. п.кул.в. Структурна схема такої системи паливоподачі двостадійного впорскування палива показана на рис. 1. Паливний насос високого тиску 3 має число секцій високого тиску в два рази більше, ніж число циліндрів двигуна. При цьому, половина секцій високого тиску ПНВТ налаштовується та працює на нагнітання палива для пілотного впорскування, а друга половина – для основного впорскування, забезпечуючи необхідну циклову подачу.

Для перевірки працездатності запропонованої системи двостадійної подачі палива та підтвердження можливості досягнення нею заявлених параметрів було виконано розрахункові дослідження на основі математичного моделювання гідромеханічних процесів у цій системі.

В якості інструмента для досліджень використано математичну модель паливної системи високого тиску дослідницького одноциліндрового дизеля Ч12/14 [3].

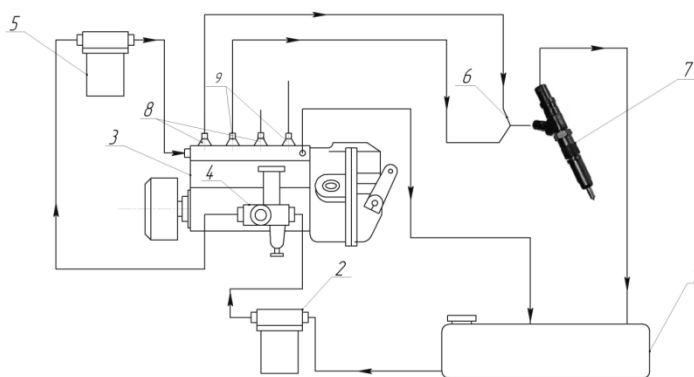


Рисунок 1 – Структурна схема гідромеханічної ПА двостадійного впорскування

1 – паливний бак, 2,5 – фільтр грубого та тонкого очищення палива, 3 – паливний насос високого тиску зі збільшеним числом секцій високого тиску, 4 – паливопідкачувальний насос, 6 – трійник паливопроводу високого тиску, 7 – гідромеханічні форсунки

Результати розрахунків за даною математичною моделлю для режиму роботи системи при частоті обертання кулачкового валу  $650 \text{ хв}^{-1}$  та повній подачі палива наведено на рис. 2. На цих рисунках проілюстровані основні параметри роботи системи впорскування високого тиску: зміна тиску палива у надплунжерних порожнинах основної та пілотної секцій ПНВТ; зміна тиску палива у форсунці; закони переміщення нагнітальних клапанів (НК) основної та пілотної секцій ПНВТ; закон переміщення голки форсунки; диференціальна та інтегральна характеристики впорскування.

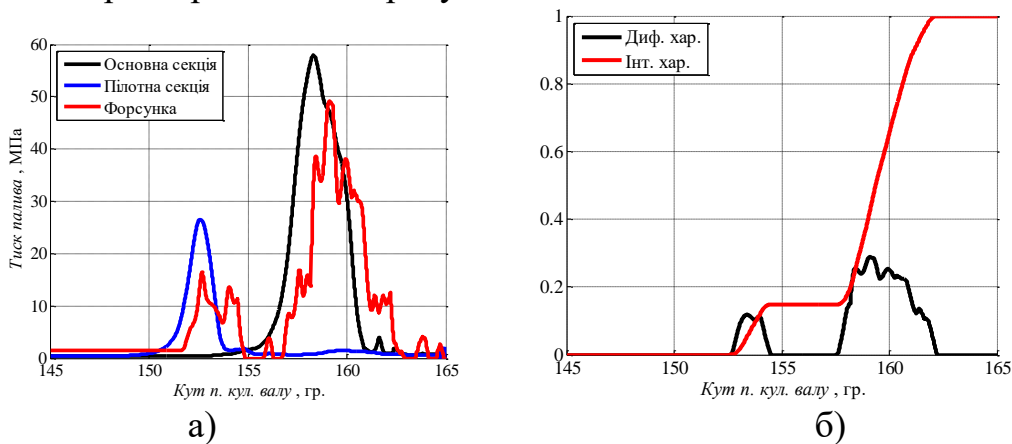


Рисунок 2 – Результати розрахунку процесу паливоподачі в досліджуваній паливній апаратурі: а) тиск палива у надплунжерних порожнинах та в кармані розпилювача форсунки; б) Відносні диференціальна та інтегральна характеристики впорскування.

В результаті було визначено що запропонована система на розрахунковому режимі з двостадійним впорскуванням буде забезпечувати наступні показники: загальна циклова подача палива  $64 \text{ мм}^3/\text{цикл}$ , пілотна доза –  $9 \text{ мм}^3/\text{цикл}$  (що складає 16% від загальної циклової подачі); максимальний тиск впорскування 49 МПа при максимальному тиску 58 МПа у надплунжерній порожнині; максимальний тиск впорскування пілотної дози – 16,5 МПа при тиску, досягнутому у надплунжерній порожнині – 26,5 МПа; тривалість впорскування пілотної дози близько 2 град. п.кул.в., основної – 4,7 град. п.кул.в.

За результатами виконаного дослідження можна зробити наступні висновки:

1. В роботі запропонований альтернативний спосіб реалізації двофазного впорскування в дизелі обладнаному гідромеханічною паливною системою.
2. Розрахункові дослідження довели що при частоті обертання кулачкового валу  $650 \text{ хв}^{-1}$  та повній подачі палива система високого тиску забезпечує двостадійне впорскування з такими показниками: загальна

циклова подача палива 64 мм<sup>3</sup>/цикл, пілотна доза – 9 мм<sup>3</sup>/цикл; максимальний тиск впорскування 49 МПа при максимальному тиску 58 МПа у надплунжерній порожнині; максимальний тиск впорскування пілотної дози – 16,5 МПа при тиску, досягнутому у надплунжерній порожнині – 26,5 МПа; тривалість впорскування пілотної дози близько 2 град. п.кул.в., основної – 4,7 град. п.кул.в.

3. Застосування запропонованої модифікації паливної системи транспортних дизелів дозволить суттєво покращити експлуатаційні характеристики (а саме економічні та екологічні) без суттєвих технічних змін двигуна.

### Література

1. Handbook of Diesel Engines. Klaus Mollenhauer, Helmut Tschoeke. – Springer, 2010. – 636 p. ISBN 978-3-540-89082-9, DOI 10.1007/978-3-540-89083-6
2. Современные дизели: повышение топливной экономичности и длительной прочности: Под ред. А.Ф. Шеховцова. – К.: Техника, 1992. – 272 с.
3. Прохоренко А.О. Розробка універсального електронного регулятора частоти обертання колінчастого валу дизеля / А.О. Прохоренко, С.С. Кравченко, І.М. Карягін, Є.Г. Вовк, П.І. Думенко // Двигатели внутреннего сгорания. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2017. – №2 с.35-39.
4. Пат. 150726 Україна, МПК (2022.01) F02D 41/10, F02D 1/00 (2006.01), F02M 45/02 (2006.01). Система двостадійного впорскування палива за допомогою гідromеханічної паливної апаратури / Прохоренко А.О., Кравченко С.С., Солодкий Є.І., Кожушко А.П., Шуба І.В.; власник Прохоренко А.О.. - № u 2021 06729; заявл. 29.11.2021; опубл. 30.03.2022, Бюл. № 13. —3 с. : іл.

Криворот Анатолій Ігорович, к.т.н., доцент, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», [anatoliikryvorot@gmail.com](mailto:anatoliikryvorot@gmail.com)  
Тараненко Дмитро Валерійович, магістрант, Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

## МЕТОДИ ОТРИМАННЯ ВОДНЮ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ СУЧАСНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Воднева енергетика та економіка нагальне питання перед людством сьогодення. Основні проблеми які виникають при виготовленні сучасної енергії є проблеми екології. Водень є гарним в першу чергу екологічним та прогресивним рішенням оскільки єдиним його продуктом згорання є вода. Також він є самим легким та самим енергомістким елементом який можливо використовувати [1].

Перша задача в реалізації водню в автомобілях це його отримання. Можна виділити декілька способів його отримання – це реформінг (паро-газова конверсія), газифікація вугілля, піроліз, часткове окислення, біотехнологічне