

# **Дослідження процесу продувки двотактного бензинового двигуна з системою продувки циліндра чистим повітрям з метою покращення техніко-економічних показників**

Слинько Г.І., Полуведько С.Ю., Сухонос Р.Ф., Слинько В.В.  
Національний університет «Запорізька політехніка» (Україна)

**Вступ.** Головною тенденцією сучасного двигунобудування є зростання ефективності та економічності, покращення екологічних якостей двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Сучасні вимоги до екологічних норм викидів ДВЗ стають все більш жорсткими, і розповсюджуються не лише на автомобільний транспорт, а також на двигуни іншого призначення. У зв'язку з цим постало питання про доцільність застосування 2-тактних двигунів, відпрацьовані гази яких мають у своєму складі значно більше токсичних речовин у порівнянні з 4-тактними. Але відмовитись від них виявилось неможливо зважаючи на значні переваги за показниками літрової потужності; ці двигун більш компактні і легкі, і в той же час потужніші [1]. Для вирішення зазначеної проблеми розроблено проект двигуна 1Д2К з системою продувки циліндрів чистим повітрям, який може бути встановлено на колісний транспорт невеликої потужності, підвісні човнові мотори, мотор-весло, а також бензопили та інший мотоінструмент.

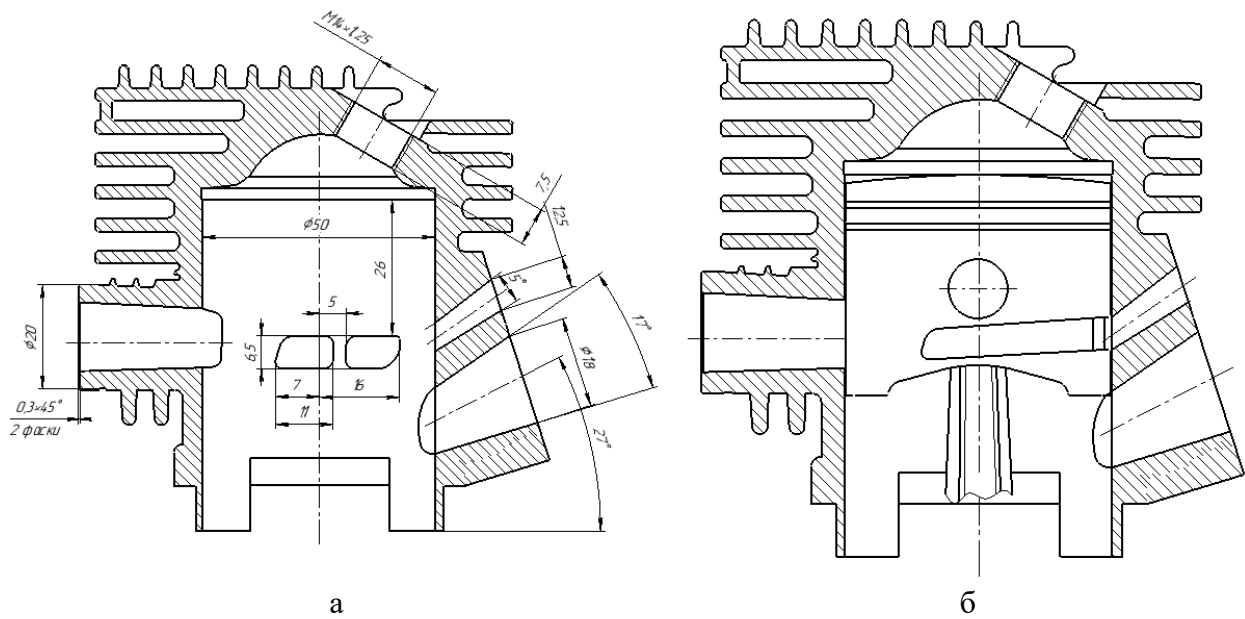
**Актуальність дослідження.** У зв'язку із широкою сферою використання двотактних ДВЗ малої та середньої потужності досить гостро постала проблема підвищення їх ефективних показників, економічних та екологічних характеристик. Цього можна досягти за рахунок змін у схемі газообміну. Використання систем продувки чистим повітрям дозволяє створити двотактний двигун з двоконтурною продувкою з покращенням його показників. Тому тема дослідження є актуальною.

**Мета і завдання дослідження.** Метою даної роботи є покращення робочого процесу та поліпшення техніко-економічних показників двотактного карбюраторного ДВЗ шляхом очистки циліндра чистим повітрям.

Для досягнення мети, вирішувався ряд завдань:

- критичний аналіз існуючих конструкцій двотактних двигунів, визначення їх переваг та недоліків, встановлення напрямку досліджень;
- дослідження процесу роботи двотактного карбюраторного двигуна з продувкою циліндрів чистим повітрям;
- тепловий та динамічний розрахунок обраного прототипу та модернізованого двигуна 1Д2К в програмі DVS2 (розробка кафедри ДВЗ НУ «Запорізька політехніка»);
- моделювання робочого процесу двигуна в програмі ДИЗЕЛЬ-РК.

**Результати досліджень.** Система продувки циліндрів чистим повітрям використана для модернізації 2-тактних двигунів малої потужності, які мають контурну систему продувки циліндра. Її принцип заснований тому, що для очистки циліндра від відпрацьованих газів використовується чисте повітря, а не паливо-повітряна суміш, як у базових двотактних двигунів [2,3]. Для реалізації даного принципу застосовується додатковий канал, через який в камеру згорання подається чисте повітря. Канал для подачі чистого повітря реалізований таким чином, що його частина проходить через юбку поршня й з'єднується з перепускним каналом двигуна (рис. 1). В перепускний канал подається порція чистого повітря, яка служить демпфером між паливоповітряною сумішшю в кривошипній камері двигуна та відпрацьованими газами в циліндрі. Поршень виступає дозуючим пристроєм, регулюючи кількість чистого повітря залежно від обертів двигуна.



а – продольний переріз циліндру; б – циліндр з поршнем, у якому присутній канал для пропуску чистого повітря.

Рисунок 1. Продольний переріз циліндру

Оскільки схема продувки чистим повітрям суттєво відрізняється від базової (контурної) продувки, вирішено задачу побудови схеми газообміну модернізованого двигуна 1Д2К з продувкою чистим повітрям. Для цього розраховуємо корисну площу поперечного перерізу вікон в циліндрі двигуна в певний момент часу, залежно від кута повороту колінчастого валу (ПКВ). Для побудови відповідних графіків використовуємо графічний метод розрахунку. Корисна площа перерізу вікон представлена у відсотках для більш зручного порівняльного аналізу (рис. 2).

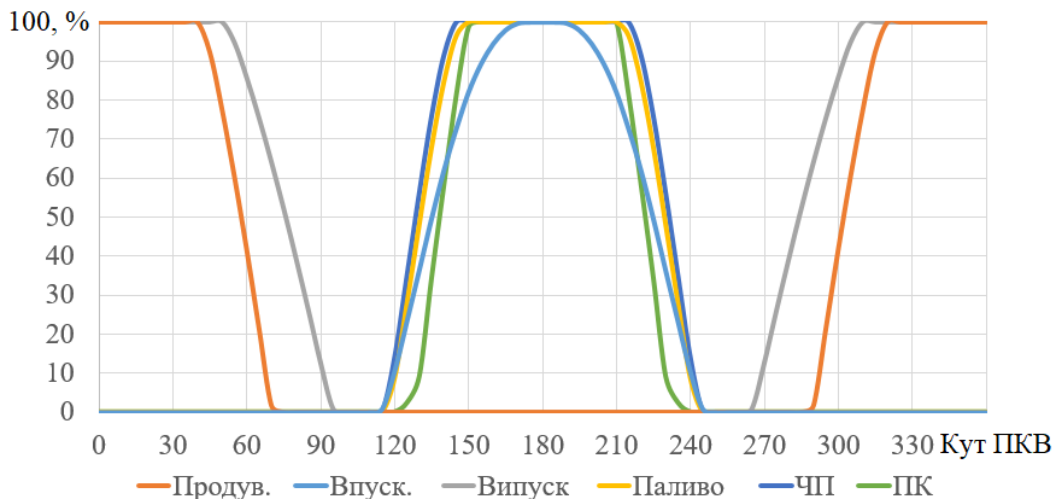


Рисунок 2. Моменти відкриття продувальних вікон модернізованого двигуна

На рисунку червоною лінією позначена характеристика для впускного вікна базового двигуна. Порівнюючи її з характеристиками для подачі робочої суміші (Паливо), перепускним каналом (ПК) та каналом чистого повітря (ЧП) видно, що час, коли вікна перепускних каналів повністю відкриті, більш тривалий. Це пов'язано з тим, що розмір окремо кожного вікна менший, але сумарна їх площа є дещо більшою у порівнянні з впускним вікном базового двигуна. Тому і об'єм газів, що надходять, більший, – для компенсації збільшення об'єму кривошипної камери через наявність додаткових каналів.

Для оцінки ефективності продувки необхідно враховувати кількість продуктів згорання та кількість свіжого заряду, що надходить в циліндр. Для проведення подібних

розрахунків зручно представляти залежність корисної площі прохідного перерізу вікон у  $\text{мм}^2$  залежно від кута повороту колінчатого валу (рис. 3).

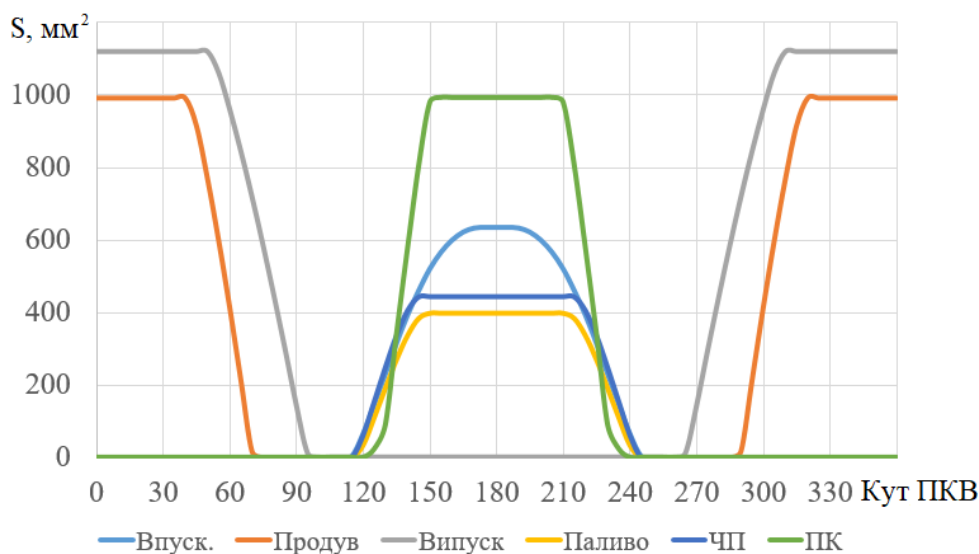


Рисунок 3. Площа вікон залежно від кута ПКВ

Продувальні вікна (Продув.) та випускне вікно (Випуск.) мають однакові характеристики як для базового, так і модернізованого двигуна. Це остаточно доводить те, що зростання техніко-економічних та екологічних показників досягається лише за рахунок ефективності роботи системи продувки чистим повітрям, що в черговий раз доводить доцільність її застосування.

#### Висновки:

1. Виконано порівняльний аналіз існуючих конструкцій 2-тактних двигунів, а також найбільш поширених схем продувки, які застосовуються в двотактних двигунах. Підтверджено актуальність дослідження схеми продувки чистим повітрям в двотактних ДВЗ малої та середньої потужності.

2. Досліджено особливості роботи двотактного карбюраторного двигуна з продувкою чистим повітрям та можливі схеми реалізації продувки.

3. Розроблено алгоритм розрахунку перерізу вікон залежно від ПКВ для двигунів з системою продувки чистим повітрям, та проведено оцінку роботи таких систем.

4. Виконано тепловий та динамічний розрахунок базового двигуна та модернізованого двигуна 1Д2К з системою очистки циліндра чистим повітрям. Побудовано індикаторні діаграми цих двигунів. Визначено енергетичні та економічні показники. Тиск в циліндрі збільшився з 4,3 МПа до 4,8 МПа (на 11 %), підвищились індикаторні показники на 7 %, потужність двигуна збільшилась з 3,6 кВт до 4,2 кВт (на 17 %) при тому ж робочому об'ємі двигуна, крутний момент двигуна підвищився з 3,92 Н·м до 4,53 Н·м (на 15 %). Економія палива модернізованого двигуна складає 6 % на номінальному режимі.

Робота за даною темою продовжується.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Дяченко, В.Г. Двигуни внутрішнього згорання: Теорія. / За ред. А.П. Марченка. – Харків: НТУ ХПІ, 2008. – 488 с.

2. Пат. WO 00/43650. Two-stroke internal combustion engine [Електронний ресурс] / L. Andersson, G. Dahlberg, B. Jonsson, H. Ström. – заявл. 19.01.1999; опубл. 27.07.2000. – 25 р. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/WO2000043650A1/>

3 Пат. US 5,425,346. Performance improvement design for two-stroke engines [Електронний ресурс] / N. S. Mavinahally. – заявл. 14.09.1993; опубл. 20.06.1995. – 15 р. – Режим доступу: <https://patents.google.com/patent/US5425346A/>