

Література

1. Гнедаш М. Ф., Зарянов В. А., Кудров В. М. Газоповітряний тракт ежекційної системи охолодження силової установки бронемашини : пат. 633 Україна : МПК F01P 5/08, F41H 5/00, F41H 7/00 ; опубл. 16.10.2000, Бюл. № 5.
2. Волошин А. Ю., Щербак Ю. Г. Ежекційний газоповітряний охолоджувач : пат. на корисну модель 147503 Україна : МПК F01N 13/00 ; опубл. 12.05.2021, Бюл. № 19.
3. Авраменко А. М. та ін. Пристрій ежекційного газоповітряного охолоджувача : пат. на корисну модель 156699 Україна : МПК F01N 3/02, F01N 13/00; опубл. 24.07.2024, Бюл. № 30.

УДК 621.486

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЗМІНИ ХОДУ ПОРШНЯ НА ПОКАЗНИКИ ГАЗООБМІНУ ТА ЕФЕКТИВНІ ПОКАЗНИКИ ДВИГУНА 1Д 8,2/8,7

Корогодський Володимир Анатолійович, докт. техн. наук,
професор кафедри двигунів внутрішнього згоряння,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: korohodskiy@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1605-4631

Макаренко Микола Григорович, доцент каф. «Трактори і автомобілі»,
Державний біотехнологічний університет,
e-mail: mak_nk@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4078-9045

Стрижак Гліб Олександрович, магістрант,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: strizakgleb29@gmail.com

Вступ. Двотактні двигуни внутрішнього згоряння широко застосовуються у транспортній техніці, малогабаритній енергетиці та спеціалізованих силових установках завдяки простоті конструкції, високій питомій потужності та компактності [1]. Разом з тим їх експлуатаційні характеристики значною мірою визначаються ефективністю процесів газообміну [2, 3], які в двотактному циклі відбуваються одночасно з випуском відпрацьованих газів та наповненням циліндра свіжим зарядом [4].

Особливістю двотактних двигунів є висока чутливість процесів наповнення та продувки до геометричних параметрів кривошипно-шатунного механізму, серед яких одним із визначальних є хід поршня. Зміна ходу поршня впливає на середню швидкість поршня, тривалість відкриття продувних і випускних вікон, а також на гідродинамічні умови руху робочого тіла у циліндрі [5, 6].

Це, у свою чергу, визначає ступінь очищення циліндра від залишкових газів і рівень наповнення свіжим зарядом [7].

Актуальність теми. Підвищення ефективності та екологічності двигунів внутрішнього згоряння є одним із ключових напрямів розвитку сучасного машинобудування. Для двотактних двигунів особливо актуальною є проблема оптимізації процесів газообміну, оскільки неповне витіснення залишкових газів і втрати свіжого заряду через випускні органи призводять до зниження потужності, погіршення економічності та підвищення токсичності відпрацьованих газів [1, 8].

Одним із шляхів покращення цих процесів є оптимізація геометричних параметрів двигуна, зокрема ходу поршня. Тому дослідження впливу цього параметра на показники газообміну та експлуатаційні характеристики двигуна є актуальним науково-технічним завданням.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є дослідження впливу ходу поршня на показники газообміну та основні експлуатаційні характеристики двотактного двигуна внутрішнього згоряння.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- дослідити залежність коефіцієнта наповнення циліндра від ходу поршня;
- визначити зміну коефіцієнта залишкових газів при зміні ходу поршня;
- проаналізувати вплив цього параметра на ефективну потужність двигуна;
- дослідити зміну питомої витрати палива;
- визначити найбільш раціональне значення ходу поршня з точки зору ефективності газообміну та економічності.

Об'єкт дослідження. Процес газообміну у двотактному двигуні внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням.

Предмет дослідження. Вплив зміни ходу поршня на показники газообміну (коефіцієнт наповнення та коефіцієнт залишкових газів), а також на ефективну потужність і питому витрату палива двигуна.

Методи дослідження. У роботі використано методи теоретичного аналізу робочого процесу двигуна, розрахункове моделювання параметрів газообміну та графічний аналіз отриманих залежностей. Основними показниками оцінювання процесу газообміну обрано коефіцієнт наповнення (η_v) та коефіцієнт залишкових газів (γ) [1, 4].

Саме через аналіз цих показників здійснюється оцінка впливу зміни ходу поршня на ефективність процесів наповнення та продувки циліндра.

Результати дослідження. Аналіз показників газообміну

У роботі основними показниками газообміну було обрано коефіцієнт наповнення (η_v) та коефіцієнт залишкових газів (γ). Саме через аналіз цих

показників буде спостерігатися вплив зміни ходу поршня на характеристики газообміну (рис. 1).

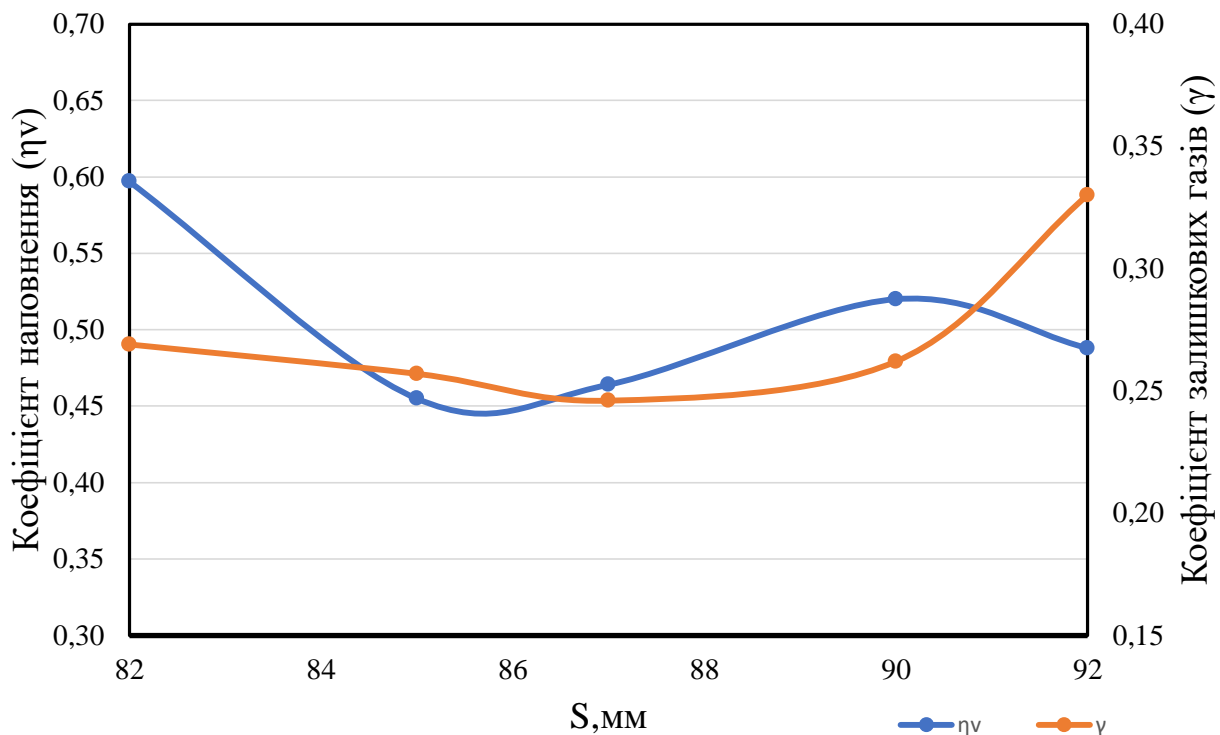


Рисунок 1 – Графік залежності коефіцієнту наповнення (η_v) та коефіцієнту залишкових газів (γ) від ходу поршня (S)

На досліджуваному графіку наведено залежності двох ключових параметрів, що визначають якість газообміну в двотактному двигуні внутрішнього згоряння: коефіцієнта наповнення циліндра η_v та коефіцієнта залишкових газів γ від ходу поршня S (мм).

Оскільки у двотактних двигунах процеси наповнення та продувки відбуваються одночасно з випуском, а не в окремий такт, як у чотиритактних двигунах, ефективність цих процесів особливо чутлива до зміни геометричних та гідродинамічних параметрів, зокрема ходу поршня [1].

Аналіз графіка показує, що при зменшенні ходу поршня до S = 82 мм спостерігається максимальне значення коефіцієнта наповнення – близько 0,60. Водночас коефіцієнт залишкових газів у цій точці становить приблизно 0,27, що свідчить про достатньо ефективну продувку циліндра.

Подальше збільшення ходу до S = 85 мм призводить до різкого зниження коефіцієнта наповнення до 0,45, що є мінімальним значенням у досліджуваному діапазоні. При цьому коефіцієнт залишкових газів зменшується до 0,25. Така комбінація параметрів може свідчити про недостатню інтенсивність продувки.

При S = 87 мм спостерігається мінімальне значення коефіцієнта залишкових газів – близько 0,24, що характеризує найкращу здатність системи продувки

ки витіснити продукти згоряння. Однак коефіцієнт наповнення при цьому становить лише 0,47, що може бути наслідком втрат свіжого заряду через випускні органи – типової проблеми двотактних двигунів [9].

При $S = 90$ мм коефіцієнт наповнення зростає до 0,52, а коефіцієнт залишкових газів становить 0,27, що вказує на певне покращення гідродинамічних умов руху робочого тіла.

При $S = 92$ мм спостерігається погіршення процесу газообміну: коефіцієнт наповнення знижується до 0,49, а коефіцієнт залишкових газів досягає максимального значення 0,32. Це свідчить про погіршення очищення циліндра від продуктів згоряння.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок, що найбільш ефективний режим газообміну досягається при $S = 82$ мм, де забезпечується максимальний коефіцієнт наповнення.

Аналіз енергетичних та економічних показників. На досліджуваному графіку (рис. 2) представлена залежність ефективної потужності двигуна та питомої витрати палива від ходу поршня.

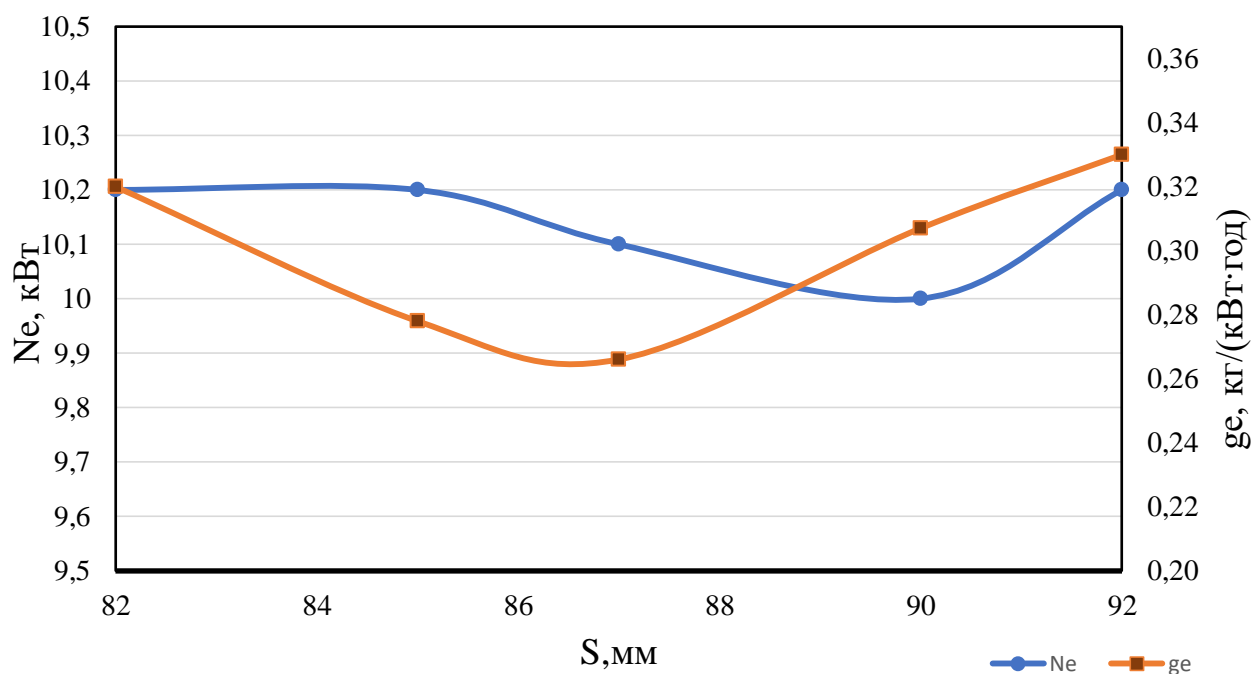


Рисунок 2 – Графік залежності ефективної потужності (N_e , кВт) та питомої витрати палива (g_e , кг/(кВт·год)) від ходу поршня (S , мм)

Аналіз показує, що ефективна потужність не зростає монотонно зі збільшенням ходу поршня. Залежність має виражений U-подібний характер, що пов'язано зі зміною умов наповнення циліндра та механічних втрат у двигуні [1].

При $S = 82$ мм та $S = 85$ мм ефективна потужність становить 10,2 кВт. При $S = 87$ мм вона знижується до 10,1 кВт, а при $S = 90$ мм до 10,0 кВт, що є

мінімальним значенням. Подальше збільшення ходу до $S = 92$ мм призводить до повторного зростання потужності до 10,2 кВт.

Питома витрата палива має V-подібний характер залежності. При $S = 82$ мм вона становить 0,32 кг/(кВт·год). При збільшенні ходу до 85 мм витрата зменшується до 0,29 кг/(кВт·год), а при $S = 87$ мм досягає мінімального значення 0,28 кг/(кВт·год), що відповідає найбільш економічному режиму роботи двигуна. Подальше збільшення ходу призводить до погіршення економічності: при $S = 90$ мм витрата становить 0,31 кг/(кВт·год), а при $S = 92$ мм – 0,34 кг/(кВт·год).

Практичне значення одержаних результатів

Отримані результати можуть бути використані при оптимізації геометричних параметрів двотактних двигунів внутрішнього згоряння на етапі їх проектування. Визначені закономірності впливу ходу поршня на показники газообміну, ефективну потужність та паливну економічність дозволяють обґрунтувати вибір раціональних конструктивних параметрів двигуна.

Висновки

1. Встановлено, що зміна ходу поршня суттєво впливає на процеси газообміну у двотактному двигуні.

2. Максимальне значення коефіцієнта наповнення спостерігається при ході поршня 82 мм.

3. Мінімальне значення питомої витрати палива досягається при $S = 87$ мм.

4. Найгірші умови газообміну спостерігаються при $S = 92$ мм, де коефіцієнт залишкових газів має максимальне значення.

Подальші дослідження можуть включати апроксимацію отриманих залежностей аналітичними функціями, а також розширення аналізу з урахуванням частоти обертання колінчастого вала, навантаження та температурного режиму роботи двигуна.

Література

1. **Heywood J. B.** *Internal Combustion Engine Fundamentals*. 2nd ed. New York : McGraw-Hill Education, 2018. 1056 p.

2. **Корогодський В. А. та ін.** Порівняння показників газообміну двотактного двигуна з іскровим запалюванням при зовнішньому та внутрішньому сумішоутворенні тіла. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. 2023. Вип. 102. С. 25–36. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.102.1.25>.

3. **Корогодський В. А., Осетров О. О., Обозний С. В.** Оцінка процесу газообміну двотактного двигуна при зовнішньому та внутрішньому сумішоутворенні. *Перспективи розвитку автомобільного транспорту та інфраструктури* : зб. тез доп. Всеукр. наук.-практ. конф. Київ : ДП «ДержавтотрансНДПроект», 2022. С. 295–299.

4. **Корогодський В. А.** Визначення раціонального циклу та способу організації робочого процесу двигуна за навантажувальною характеристикою. *Вісник ХНАДУ*. 2020. Вип. 90. С. 80–94.

5. **Korohodskiy V. et al.** Determination of properties of the working medium in the cylinder of a two-stroke engine with spark ignition during combustion of a stratified fuel-air

charge. *AIP Conf. Proc.* 2025. Vol. 3428, iss. 1. Art. 020006. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.20038597>.

6. **Корогодський В. А. та ін.** Визначення термічного ккд циклу двигуна з іскровим запалюванням з урахуванням властивостей та складу реального робочого тіла. *Сучасне автомобілебудування, транспорт і дорожня інфраструктура '2025 (MAITRI 2025)* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 30–31 жовт. 2025 р.). Харків : ФОП Бровін О. В., 2025. С. 209–215.

7. **Корогодський В. А. та ін.** Визначення теплофізичних властивостей робочого тіла у двотактному двигуні з іскровим запалюванням при зовнішньому та внутрішньому сумішоутворенні на такті стиску. *Marine Power Plants and Operation (MPP&O-2025)* : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. морської конф. (Одеса, 4 берез. 2025 р.). Одеса, 2025. С. 191–197.

8. **Ferguson C., Kirkpatrick A.** *Internal Combustion Engines: Applied Thermosciences.* New York : Wiley, 2016. 416 p.

9. **Taylor C. F.** *The Internal-Combustion Engine in Theory and Practice.* Cambridge : MIT Press, 1985. 652 p.

УДК 656.072.1:004.421

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ВИЗНАЧЕННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДОК ТА КОРЕСПОНДЕНЦІЙ В УМОВАХ БЕЗГОТІВКОГО РОЗРАХУНКУ

Тарандушка Людмила Анатоліївна, д-р. техн. наук, професор кафедри АТЕ,
Черкаський державний технологічний університет,
e-mail: Tarandushka@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-1410-9088

Шльончак Ігор Анатолійович, канд. техн. наук, доцент кафедри АТЕ
Черкаський державний технологічний університет,
e-mail: igor_shlionchak@ukr.net, ORCID ID 0000-0002-5096-2414

Тарандушка Іван Павлович, старший викладач кафедри АТЕ,
Черкаський державний технологічний університет,
e-mail: i.tarandushka@chdtu.edu.ua, ORCID ID 0000-0002-5182-3811

Ключко Руслан Валерійович, канд. техн. наук, доцент кафедри техніки та засобів цивільного захисту

Національний університет цивільного захисту України,
e-mail: kliuchko_ruslan@chipb.org.in, ORCID ID 0009-0003-9645-564X

Одним із можливих способів збору інформації про пасажиропотоки є отримання даних про результати безготівкової оплати проїзду в пасажирському транспорті (транзакції). У цій сфері бракує систематичних знань про способи обробки отриманих даних та точність моніторингу. Одним із можливих методів обробки даних, що надходять від джерела зберігання інформації про транзакції, є розрахунок матриці міжрайонного кореспонденційного зв'язку. У зв'язку з цим, це наукове дослідження присвячене оцінці пасажиропотоків