

УДК 622. 691

DOI: 10.31471/2304-7399-2025-21(79)-405-411

АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ТА РЕМОНТІ ТРУБОПРОВОДІВ

Р. Т. Мартинюк 

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;
тел. 72-71-38; e-mail: snp@nupq.edu.ua*

Двигун внутрішнього згорання – це ключовий винахід, який визначив розвиток транспорту. Його простота, потужність і універсальність зробили його незамінними у всіх галузях економіки.

В двигунах внутрішнього згорання паливо згорає безпосередньо всередині робочого циліндру або в камері згорання двигуна. Цей двигун є компактним і значно ефективніший за інші типи двигунів. Їх вибирають у залежності від того, чи є машина пересувною або стаціонарною, а також від характеру навантажень, що виникають в процесі роботи машин та тривалістю навантаження систем приводу вузлів машини.

Двигуни внутрішнього згорання є основним типом силових установок, які застосовуються в машинах для спорудження та ремонту трубопроводів. Цей тип двигунів має переваги над іншими двигунами: мала питома вага (відношення ваги до потужності), постійна готовність до роботи, високий коефіцієнт корисної дії, можливість регулювання швидкості обертання двигуна. До недоліків двигунів внутрішнього згорання відносять: нездатність двигуна до великих перевантажень, неможливість запуску під навантаженням, менша довговічність у порівнянні з іншими типами двигунів.

Попри розвиток альтернативних типів двигун внутрішнього згорання ще довго залишатимуться у вжитку через: широку і розвинену інфраструктуру, відносно низьку вартість автомобільного парку, більший запас ходу та швидкість заправки, зручність використання.

Ключові слова: *силова установка, двигуни внутрішнього згорання, перевантаження двигуна, максимальне навантаження двигуна, паливо, окремі вузли машини, переваги та недоліки двигунів внутрішнього згорання.*

Актуальність теми

Основними елементами будівельних машини є: робочий орган, силові обладнання, трансмісія, ходова частина, корпус, система управ-

ління робочими органами, система контролю та обліку роботи. Специфіка роботи будівельної машини є така, що не всі вони мають основні елементи. Так, машини для базової очистки та ізоляції труб не мають ходової частини, а деякі бітумні котли не мають і двигуна.

Силова установка складається з двигуна та обслуговуючих його систем. Призначення силової установки – перетворення енергії в механічну роботу. В залежності від типу двигуна силові установки є внутрішнього згорання, електричні, пневматичні та гідравлічні.

Ефективну потужність двигуна внутрішнього згорання визначаємо за формулою

$$P_e = \frac{p_c V_p n}{225 T}, \quad (1)$$

де p_c – тиск в циліндрі двигуна; V_p – робочий об'єм двигуна; n – число обертів двигуна за хвилину; T – число тактів за один цикл.

У залежності від кінематики розрізняють двигун з обертово-поступальним та обертовим рухом. До обертово-поступальних відносяться поршневі двигуни, а до обертових – газотурбінні. Від виду палива розрізняють двигуни, що працюють на рідкому паливі (гас, бензин, дизельне паливо) і газоподібному (стиснутому або зрідженому газі). Від кількості поршнів двигуни бувають двох та чотирьохтактні. За кількістю циліндрів – одно-, двох-, чотирьох-, шести-, восьми- та дванадцятициліндрові.

Двигуни внутрішнього згорання застосовуються головним чином у самохідних машинах, які пересуваються незалежно від джерел зовнішнього живлення. Дизельні та карбюраторні двигуни отримали найбільше застосування в машинах для спорудження та ремонту трубопроводів на паливі. Дані двигуни мають коефіцієнт корисної дії від 30 до 35 %, питому витрату дизельного палива на 1 кВт потужності становить від 190 до 205 г., а витрата бензину на 1 кВт потужності – від 280 до 340 г. За розташуванням циліндрів двигуни бувають однорядні, V-подібні та зіркоподібні. В однорядних двигунах циліндри розташовані вертикально, а V-подібних – під кутом. В порівнянні з однорядним розташуванням циліндрів двигуни з V-подібним розташуванням мають менші габарити та масу.

Послідовність чергування однойменних тактів в циліндрах називається порядком роботи двигуна. Порядок роботи чотирициліндрових двигунів 1-3-4-2. Це означає, що після робочого ходу в першому циліндрі наступний робочий хід в третьому, потім в четвертому і другому. Дана послідовність зберігається у багатоциліндрових двигунах. Дана послідовність впливає навантаження колінчатого валу.

Однойменні такти у чотиритактного шестициліндрового двигуна здійснюються через поворот колінчатого вала на 120°. Тому шатунні шийки розташовані під кутом 120°. У чотиритактного восьмициліндро-

вого двигуна однойменні такти проходять через 90° повороту колінчатого вала. Його шатунні шийки розташовані хрестоподібно під кутом 90° . У восьмициліндровому чотиритактному двигуні за два оберти колінчатого валу здійснюється вісім робочих ходів. Це сприяє рівномірному обертанню двигуна. Порядок роботи восьмициліндрових чотиритактних двигунів 1-5-4-2-6-3-7-8, а шестициліндрових 1-4-2-5-3-6.

Карбюраторні двигуни. Це двигуни, в яких паливо змішується в спеціальному пристрої (карбюраторі), а горюча суміш запалюється від електричної іскри. Вони встановлюються, головним чином, на автомобілях малої і середньої вантажопідйомності, а також на будівельних машинах в якості пускача, що використовується для запуску основного двигуна. Карбюраторні двигуни мають низьке значення ступеню стиску. Підвищення його, при наявності зовнішнього утворення суміші обмежується появою детонаційного згорання. Це збільшує динамічні навантаження і призводить до передчасного виходу двигуна з ладу. Але застосування низьких ступенів стиску зумовлює більш менші навантаження на деталі двигуна. Крім того, швидкість збільшення навантаження в карбюраторних двигунах нижча ніж в дизельних. Тому деталі карбюраторних двигунів виготовляють менш масивними, ніж деталі дизельних двигунів. Це зменшує загальну вагу двигуна. Крім того, запуск карбюраторного двигуна може здійснюватися за допомогою електричного стартера.

Робочий процес карбюраторного чотиритактного двигуна складається із тактів робочого впуску, стиску, та випуску. Такт впуску (рис. 1, а) характерний тим, що при переміщенні поршня із верхньої мертвої точки до нижньої мертвої точки в порожнині циліндра утворюється розрідження, завдяки чому в циліндр поступає із карбюратора горюча суміш. Змішуючись з залишками відпрацьованих газів, горюча суміш перетворюється в робочу.

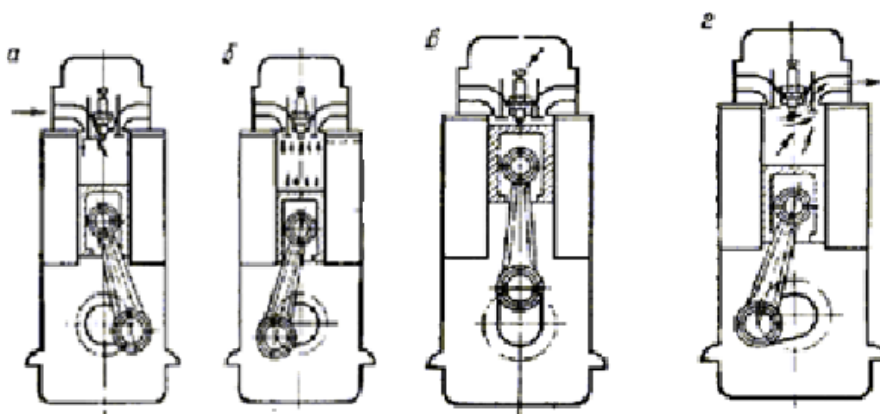


Рис. 1. Схема роботи чотиритактного карбюраторного двигуна

При такті стиску (рис.1, б) поршень переміщується від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки. Впускний клапан закривається і поршень починає стискувати горючу суміш у циліндрі. Зі збільшенням тиску потужність двигуна зростає. При цьому температура і тиск горючої суміші в кінці такту значно підвищуються (від 1 до 4 МПа). В момент, коли поршень доходить до верхньої мертвої точки робоча суміш підпалюється електричною іскрою, що проскакує між електродами запальної свічки. Кут, що утворюється в цей момент називається кутом запалення. При запалюванні робочої суміші тиск всередині суміші різко зростає.

При робочому такті (рис.1, в), під тиском газу поршень переміщається від верхньої мертвої точки до нижньої мертвої точки, здійснюючи корисну роботу. В процесі розширення тиск і температура знижується.

Такт впуску (рис.1, г) характеризується переміщенням поршня від нижньої мертвої точки верхньої мертвої точки. В даному такті проходить процес виштовхування із внутрішньої порожнини циліндра продуктів. При цьому відпрацьовані гази, що виходять через отвір випускного клапана, чинять опір. Тиск газів в циліндрі складає від 0,11 до 0,125 МПа.

На відміну від чотиритактних двигунів в двотактних очищення робочого циліндра від продуктів згорання і наповнення горючою сумішшю відбувається попередньо стиснутою горючою сумішшю. Впуск горючої суміші і випуск відпрацьованих газів з двигуна здійснюється через вікна в циліндрі, які своєчасно відкриваються і закриваються поршнем.

При першому такті поршень рухається вгору. При цьому він перекидає випускні вікна в циліндрі. В результаті цього робоча суміш стискується. Одночасно під поршнем створюється розрідження а з карбюратора через випускні вікна циліндра робоча суміш засмоктується в кривошипну камеру.

Під час другого такту під тиском газу, що утворився при згоранні робочої суміші, поршень переміщується вниз, здійснюючи робочий хід. Робочий хід проходить до того часу, поки відкриються випускні вікна і почнеться випуск відпрацьованих газів через випускну трубу назовні. При русі поршня вниз горюча суміш в кривошипній камері стискується. В кінці такту поршень відкриває вікно продувного каналу і горюча суміш нагнітається із кривошипної камери в циліндр. При цьому проходить продування і одночасне наповнення циліндра свіжою горючою сумішшю.

Двотактний двигун називають ще двигуном з кривошипно-камерним продуванням. Конструкція даного двигуна досить проста, а робота його більш рівномірна. Робочий хід двигуна проходить при кожному обертанні колінчатого валу. Однак, неповне видалення відпрацьованих газів різко збільшує розхід палива і зменшує його потужність.

Двотактні карбюраторні двигуни застосовуються в тих випадках, коли простота конструкції, малі габарити, легкість і дешевизна мають переваги над економічністю. Їх використовують як пускові двигуни для запуску дизельних двигунів, в мотопилах, вібромолотах тощо.

Дизельні двигуни. Дизельні двигуни, на відміну від карбюраторних, є двигунами з внутрішнім утворенням суміші. Запалювання суміші здійснюється не від сторонньої електричної іскри, а від високої температури стиснутої суміші в циліндрі двигуна. Дизельні двигуни мають високу ступінь стиску. Мінімально допустиму ступінь стиску вибирають із умови забезпечення надійного пуску. Дизельні двигуни більш економічні у порівнянні з карбюраторними. Тому ці двигуни знайшли більш широке застосування в будівельних машинах і механізмах, що застосовуються при спорудженні та ремонті трубопроводів.

Робочий цикл чотиритактного дизельного двигуна аналогічний робочому тиску карбюраторного двигуна. Індикаторна діаграма дизельного двигуна майже не відрізняється від діаграми карбюраторного двигуна (рис. 2).

При такті впуску (рис. 2, а) поршень рухається із верхньої мертвої точки до нижньої мертвої точки. Такт стиску (рис. 2, б) відбувається при зворотньому переміщенні поршня від нижньої мертвої точки до верхньої мертвої точки. При цьому впускний клапан закривається і повітря в циліндрі стискається. Поблизу нижньої мертвої точки в циліндр вприскується паливо насосом високого тиску. Для своєчасного самозапалювання палива температура повітря всередині циліндра повинна бути максимальною. Тому ступінь стиску в дизельних двигунах значно вищий, ніж у карбюраторних і складає від 4 до 7,5 МПа. Збільшення ступеню тиску обмежується навантаженням на деталі кривошипно-шатунного механізму. Це призводить до підвищеного зносу поверхонь двигуна і збільшує втрати на тертя.

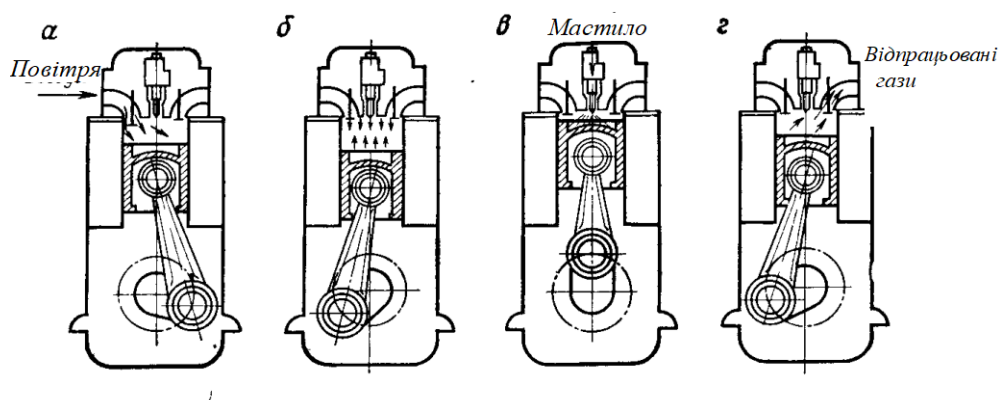


Рис. 2. Схема роботи чотиритактного дизельного двигуна

Періоди утворення робочої суміші малі. Частинки палива перемішуються з повітрям, випаровуючись, нагріваються до температури samozapalennia. Період від початку вприску палива до моменту його samozapalennia називається періодом затримки samozapalennia. Цей період залежить від якості палива, октанового числа та температури газів в циліндрах. При більшому періоді затримки samozapalennia, паливо, що накопичилось в камері згорання, згорає. Це викликає різке підвищення тиску та деформацію в двигуні.

При робочому такті (рис. 2, в) поршень переміщується від верхньої мертвої точки до нижньої мертвої точки. При цьому здійснюється корисна робота. Тиск всередині циліндра падає. При наближенні поршня до нижньої мертвої точки випускний клапан відкривається і дає вихід відпрацьованим газам.

Процес випуску (рис. 2, г) характерний тим, що, минувши нижню мертву точку поршень рухається до нижньої мертвої точки верхньої мертвої точки, виштовхуючи із циліндра продукти згорання.

Двотактні дизелі з кривошипно-камерним продуванням в даний час не використовуються, бо низька якість продування, зумовлююча наявність в циліндрі великої кількості залишкових газів настільки зменшує фактичну потужність двигуна, що зводить до нуля переваги дизеля.

У швидкохідних двотактних дизелях, для очищення циліндрів, від продуктів згорання і заповнення їх свіжим повітрям застосовують спеціальні нагнітачі, що подають повітря під тиском в ресивер. У нижній частині циліндра знаходяться продувні вікна. Вони відкриваються і закриваються поршнем при його русі в циліндрі. В кришці циліндра розміщені випускні клапани, що відкривають вихід відпрацьованим газам у випускний колектор. Частота обертання клапанів забезпечує відкриття клапанів за один оберт колінчатого валу.

Висновок. Двигуни внутрішнього згорання набули широкого використання а їх застосування призвело до революції в транспорті та промисловості завдяки своїй потужності, універсальності та відносній простоті. Двигуни внутрішнього згорання стали основою для розвитку автомобільного та спеціального транспорту, забезпечуючи мобільність, забезпечують високу потужність. Вони є простими в обслуговуванні, що робить їх незамінними в багатьох галузях. Крім того, двигуни використовуються і для вироблення електроенергії та в інших промислових застосуваннях.

Література

1. Мартинюк Т.А. Машины для спорудження трубопроводів. [Текст]: навч. пос. / Т.А. Мартинюк, О.Т.Чернова. – Івано-Франківськ, 2003, – 349 с. ISBN966-7327-87-6.
2. Канарчук В.Е., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Кн. 1.– К.: Вища шк., 1994. – 358 с.

3. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
4. Гутаревич Ю. Ф., Зеркалов Д. В., Говорун А. Г. та ін. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посібник. – К.: Основа, 2002. – 312 с.
5. Мартинюк Р. Т. Машини та механізми для спорудження трубопроводів: навчальний посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2023. 282 с.

Стаття надійшла до редакційної колегії 08.10.2025 р.

Прийнято до друку 17.10.2025 р.

ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES OF CONSTRUCTION MACHINES USED IN THE CONSTRUCTION AND REPAIR OF PIPELINES

R. T. Martyniuk 

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;
76019, Ivano-Frankivsk, str. Karpatska, 15; ph. 0342-72-71-38;
e-mail: snp@nunq.edu.ua*

The internal combustion engine is a key invention that has determined the development of transport. Its simplicity, power and versatility have made it indispensable in all sectors of the economy.

In internal combustion engines, fuel burns directly inside the working cylinder or in the combustion chamber of the engine. This engine is compact and much more efficient than other types of engines. They are chosen depending on whether the machine is mobile or stationary, as well as on the nature of the loads that arise during the operation of the machines and the duration of the load on the drive systems of the machine components.

Internal combustion engines are the main type of power plants used in machines for the construction and repair of pipelines. This type of engine has advantages over other engines: low specific gravity (weight to power ratio), constant readiness for operation, high efficiency, the ability to adjust the engine speed. The disadvantages of internal combustion engines include: the inability of the engine to withstand heavy overloads, the inability to start under load, and shorter durability compared to other types of engines.

Despite the development of alternative types, internal combustion engines will remain in use for a long time due to: a wide and developed infrastructure, relatively low cost of the car fleet, greater range and refueling speed, ease of use.

Keywords: *power plant, internal combustion engines, engine overload, maximum engine load, fuel, individual machine components, advantages and disadvantages of internal combustion engines.*