МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання самостійної робіти та практичних завдань
з дисципліни «Системи впуску та випуску в двигунах
внутрішнього згорання»
для здобувачів вищої освіти спеціальності
G11 «Машинобудування»
усіх форм навчання

2026

Методичні вказівки до виконання самостійної робіти та практичних завдань з дисципліни «Системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання» для здобувачів вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування» усіх форм навчання / Укл. : Н. О. Євсєєва, Р. Ф.Сухонос. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2026. 27 с.

Укладачі: Н.О. Євсєєва, доцент, канд. техн. наук
Р.Ф.Сухонос, старш. викл.

Рецензент: Н.Є. Рябошапка, старш. викл.

Відповідальний за випуск:
Г.І. Слинько, професор, доктор техн. наук

Затверджено
на засіданні кафедри
«Автомобілі, теплові двигуни та
гібридні енергетичні установки»
Протокол № 11
від «29» квітня 2026 р.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 4
від «04» червня 2026 р.

ЗМІСТ

С.

ВСТУП……..…… 4
1 ОПИС КУРСУ…….…….. 5
1.1 Загальні відомості……... 8
2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА……. 16
2.1 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 1. Будова та принцип дії системи впуску ДВЗ ……. 16
2.2 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 2. Поліпшення пропускної здатності ДВЗ ……..….. 18
2.3 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 3. Будова, принцип дії та діагностика вихлопної системи ДВЗ …….. 20
2.4 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 4. Геометричні та аеродинамічні характеристики каналів у ДВЗ …….. 21
2.5 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 5. Конструювання впускних і випускних каналів ДВЗ …… 22
2.6 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 6. Шляхи зниження викидів ДВЗ ……... 24
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ…… 26
ДОДАТОК А Зразок титульного аркуша ……..... 27

ВСТУП

Згідно навчального плану спеціальності G11 «Машинобудування» передбачено вивчення здобувачами вищої освіти дисципліни «Системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання». Ця навчальна дисципліна вивчає: теоретичні основи роботи і системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання; методи забезпечення екологічності та економічності двигунів; забезпечення належного рівня експлуатації; підтримання працездатності та ефективності системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ).

У наданих методичних вказівках наведено деякі загальні відомості, контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості здобувачів до самостійної роботи.

Звіти про виконання самостійної роботи здобувачі оформлюють згідно з вимогами чинних стандартів щодо оформлення науково-технічної документації та рекомендаціями, наведеними у наданих методичних вказівках, і представляють до захисту у термін, визначений графіком навчання.

1 ОПИС КУРСУ

Навчальна дисципліна «Системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання» вивчає: теоретичні основи роботи і системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання; методи забезпечення екологічності та економічності двигунів; забезпечення належного рівня експлуатації; підтримання роботоздатності та ефективності системи впуску та випуску в двигунах внутрішнього згорання.

Теми, вид занять та орієнтований зміст дисципліни наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Загальний тематичний план аудиторної роботи

Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
Тема 1. *Вступ. Основні відомості та визначення.*	*Лекції*	Загальні відомості про предмет; основні терміни та визначення; короткий історичний екскурс з питань систем впуску та випуску в ДВЗ.
Тема 2. *Загальна будова та принцип дії системи впуску.*	*Лекції*	Конструктивні особливості; принцип роботи впускної системи в двигунах внутрішнього згорання; вимоги до системи впуску.
Тема 3. *Елементи впускної системи в двигунах внутрішнього згорання.*	*Лекції*	Повітрязабірник, фільтр, датчик витрати повітря, дросельна заслінка, різновиди особливості, переваги й недоліки, встановка; вплив стану повітряного фільтра тиску та температури на ефективні показники ДВЗ.

Продовження таблиці 1.1

Тема 4. *Впускний та випускний колектор.*	*Лекції*	Типи каналів; геометричні характеристики впуску та випуску; конструктивні особливості; аеродинамічні характеристики; зрівняльний аналіз втрат при стаціонарної та нестаціонарної течії; структура потока в каналах; поля швидкостей; структура потока в двохфункціональних впускних клапанах; методи поліпшення ефективності систем впуску в ДВЗ.
Тема 5. *Ефективна робота системи впуску в ДВЗ.*	*Лекції*	Системи змінної геометрії впускного колектора; способи зміни геометрії; впускний колектор змінного перетину; система додаткового (проміжного) охолодження повітря; принципи та особливості роботи системи.
Тема 6. *Система випуску в двигунах внутрішнього згорання.*	*Лекції*	Конструктивні особливості; принцип роботи випускної системи в двигунах внутрішнього згорання; вимоги до системи випуску.
Тема 7. *Елементи випускної системи в двигунах внутрішнього згорання.*	*Лекції*	Призначення; будова випускної системи двигунів внутрішнього згорання; конструктивні елементи випускної системи: випускний колектор; каталітичний нейтралізатор; сажовий фільтру вихлопних газах; глушники; сполучні труби; вихлопна труба.
Тема 8. *Випускний колектор.*	*Лекції*	Конструктивні особливості; вплив клапана на структуру потока; принцип роботи; методи поліпшення ефективності систем впуску в ДВЗ; додаткові рекомендації конструювання каналів.

Продовження таблиці 1.1

Тема 9. *Екологічні норми.*	*Лекції*	Екологічні стандарти; вимоги до елементів випускної системи; методи зниження шкідливих викидів у відпрацьованих газах.
Самостійна робота		
Тема 1. *Вступ. Основні відомості та визначення.*		
Тема 2. *Загальна будова та принцип дії системи пуску.*		
Тема 3. *Елементи впускної системи в двигунах внутрішнього згорання.*		
Тема 4. *Елементи впускної системи в двигунах внутрішнього згорання.*		
Тема 5. *Ефективна робота системи впуску в ДВЗ.*		
Тема 6. *Система випуску в двигунах внутрішнього згорання.*		
Тема 7. *Елементи випускної системи в двигунах внутрішнього згорання.*		
Тема 8. *Випускний колектор.*		
Тема 9. *Екологічні норми.*		
Практичні завдання		
№ 1. Будова та принцип дії системи впуску ДВЗ.		Набути практичних навичок аналізу конструкції системи впуску ДВЗ. Ознайомитися з її складовими елементами, принципом дії, а також впливом конструктивних особливостей на характеристики двигуна.
№ 2. Поліпшення пропускної здатності ДВЗ.		Дослідити конструктивні та газодинамічні фактори, що впливають на пропускну здатність ДВЗ. З'ясувати способи її покращення та оцінити вплив цих змін на ефективність роботи двигуна.
№ 3. Будова, принцип дії та діагностика вихлопної системи ДВЗ.		Ознайомитися із конструкцією та призначенням основних елементів вихлопної системи. Навчитися проводити візуальну та інструментальну діагностику вихлопної системи. Розвинути навички аналізу несправностей та методів їх усунення.

Кінець таблиці 1.1

№ 4. Геометричні та аеродинамічні характеристики каналів у ДВЗ.	Вивчити вплив геометрії впускних та випускних каналів на ефективність роботи ДВЗ. Ознайомитися з методами визначення та розрахунку аеродинамічних характеристик (площа перерізу, швидкість потоку, втрати тиску тощо). Розвинути навички аналізу конструкції каналів і пошуку шляхів оптимізації їх форми.
№ 5. Конструювання впускних і випускних каналів ДВЗ.	Закріпити знання про геометрію, конструктивні особливості та вплив параметрів впускних і випускних каналів на ефективність роботи ДВЗ. Ознайомитися з методами проєктування та оптимізації каналів для досягнення покращених показників потужності, економічності та екологічності.
№ 6. Шляхи зниження викидів ДВЗ.	Сформувати у здобувачів глибоке розуміння екологічних проблем, пов'язаних із експлуатацією ДВЗ. Вивчити джерела шкідливих викидів та дослідити сучасні інженерні методи зменшення негативного впливу двигунів на довкілля.

1.1 Загальні відомості

Системи впуску та випуску в ДВЗ

Робота будь-якого ДВЗ заснована на згоранні суміші повітря та палива в циліндрах агрегату. Крім того, що повітря і горючий матеріал (бензин, дизель чи газ) потрібно подати в кожен циліндр, потрібен точний розрахунок кількості кожної субстанції. У міру вдосконалення моторів поліпшуються і системи, які необхідні для їх максимального ККД.

Ефективність двигуна залежить не тільки від якості паливної системи і працездатності запалювання. Якщо паливо погано перемішається з повітрям, велика його частина не згорить, а буде видалено з автомобіля через вихлопну трубу. Для підвищення

економічності, екологічності та ефективності поліпшуються різні параметри силового агрегату.

Впускна́ систе́ма (систе́ма впуска́ння) двигуна внутрішнього згоряння – сукупність пристроїв, що призначена для підготовляння та підведення свіжого заряду повітря або паливо-повітряної суміші до циліндрів (рис. 1.1). У двигунів із зовнішнім сумішоутворенням система впуску бере на себе функції сумішоутворення. Поняття «впускна система» з'явилось з розвитком конструкції двигунів внутрішнього згоряння, особливо з появою системи безпосереднього впорскування пального. Обладнання для живлення двигуна повітрям перестало бути просто повітропроводом, а перетворилося на окрему систему.

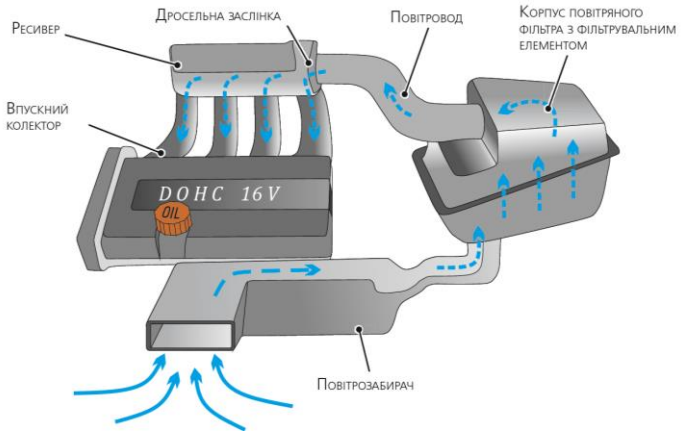


Рисунок 1.1 – Система впуску ДВЗ

Система впуску містить повітрозабірник, пристрій очищення повітря (повітряний фільтр), датчик витрати повітря, дросельну заслінку, впускний колектор тощо. У двигунах із наддуванням до системи впуску належать також компресори, проміжні охолодники повітря, а також газові турбіни турбокомпресорів.

У своїй роботі система впуску взаємодіє з багатьма системами двигуна та автомобіля в цілому, в тому числі з системою впорскування, системою рециркуляції відпрацьованих газів, системою уловлювання парів бензину, вакуумним підсилювачем гальм тощо.

Взаємодію перерахованих і ще низки інших систем забезпечують відповідні електронні блоки керування (англ. *electronic control unit, ECU*) і у першу чергу, блок керування двигуном (англ. *engine control module, ECM*).

Конструктивні особливості

Загальні вимоги до системи впуску: малий опір проходженню паливо-повітряної суміші, що є необхідним для зменшення насосних втрат і покращення наповнення циліндрів; мінімальні габаритні розміри та маса деталей що її складають.

Для рівномірного розподілення паливо-повітряної суміші по циліндрах впускні трубопроводи виготовляють симетричними. У карбюраторних двигунах для покращення сумішоутворення суміш підігрівається перед впуском відпрацьованими газами, для чого впускний та випускний колектори об'єднуються в один вузол. Відповідно і отвори для впуску та випуску у головці блока циліндрів виконуються з одного боку.

У дизельних та газових двигунах, у яких підігрівання свіжого заряду при впуску погіршує наповнення, впускний та випускний колектори (трубопроводи) завжди розділені.

Складові елементи

Повітрозабірник забезпечує забирання повітря з атмосфери і подавання його у систему впуску та виконується у вигляді патрубка певної форми.

Повітряні фільтри призначення для очищення від пилу повітря, яке подається у двигун. Пил, який потрапляє у двигун суттєво прискорює зношування поверхонь тертя. Повітряні фільтри повинні забезпечити якісне очищення повітря від пилу, мати малий гідравлічний опір, бути надійними і зручними в експлуатації та обслуговуванні, мати компактні розміри.

Витратомір повітря подає інформацію про кількість (витрату) повітря, що засмоктується, яка необхідна для підтримання стехіометричного співвідношення компонентів паливо-повітряної суміші. Мірою витрати може бути як об'єм, так і маса засмоктаного повітря. В залежності від цього розрізняють два способи визначення витрати повітря: механічний та тепловий.

Пропускна здатність ДВЗ – це здатність впускної та випускної систем забезпечувати вільний обмін газів (впуск повітря/пальної суміші та випуск відпрацьованих газів) з мінімальними втратами тиску.

Випускна́ систе́ма або систе́ма ви́пуску відпрацьо́ваних га́зів або вихлопна́ систе́ма (англ. *exhaust system*) – система транспортного засобу з двигуном внутрішнього згоряння, що призначена для відводу відпрацьованих газів з циліндрів двигуна, їх охолодження, зменшення шуму та покращення екологічних показників вихлопу (рис. 1.2).

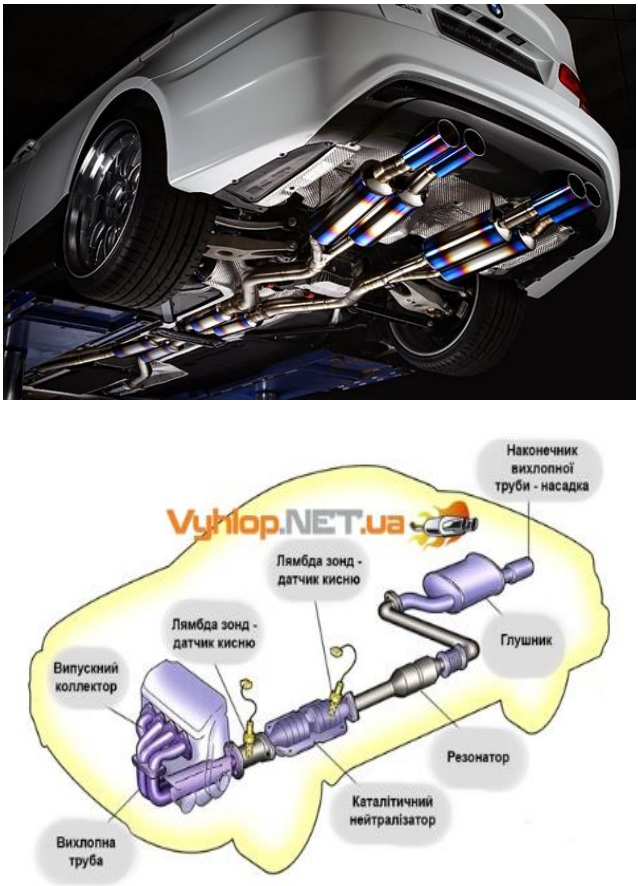


Рисунок 1.2 – Вихлопна система ДВЗ

Типи каналів. Геометричні та аеродинамічні характеристики каналів

Клапан впускний – це компонент двигуна, який відкривається і закривається для регулювання надходження паливно-повітряної суміші з колектора впускного в циліндри.

Правильно спроектований колектор забезпечує кращу вентиляцію циліндрів. Це відбувається завдяки різності тисків у впускному та випускному тракті. Клапани на впуск і випуск газу мають певний крок роботи такта двигуна. Необхідно, щоб клапан був максимально відкритий або закритий в оптимальний момент, щоб за один цикл роботи циліндра на долю секунди клапан відкрився. Тиск на впуск стає трохи вище, ніж на випуску (де вже вийшов викид газу). Таким чином досягається більш ефективна продувка камери згорання.

В залежності від задач які виконують впускні канали умовно поділяють на одно- та двофункціональні. Для однофункціональних впускних каналів ставлять вимоги забезпечити максимальне наповнення циліндрів свіжим зарядом, перед другим, крім того, отримати оптимально необхідною для процесу сумішоутворення інтенсивного руху повітряного заряду в циліндрі та камері згорання. Такий тиск є умовним, тому що осіметричне розташування каналу та напрямок потоку, який витікає з клапанної ущиленні (щілі), до стінок циліндра тим самим створюють обертальний рух повітряного заряда.

Кришки циліндрів можуть бути з 2-ма або 4-ма клапанами.

Двоклапанна конструкція більш проста, число рухомих деталей в механізмі привода, економічність виготовлення і ремонту кришки та привода меньше. Чотирьохклапанні конструкції мають свої переваги: ліпше використання площі кришки для прохідних перерізів каналів, більш високи, як правило, аеродинамічні показники і з цього більша ефективність газообміну в двигунах з такими кришками.

На практиці двигунобудування найбільш розповсюдженні наступні схеми компоновування впускних та випускних клапанів.

1. Клапани розміщенні вздовж продольної осі двигуна, а канали направленні в протилежні боки кришки.

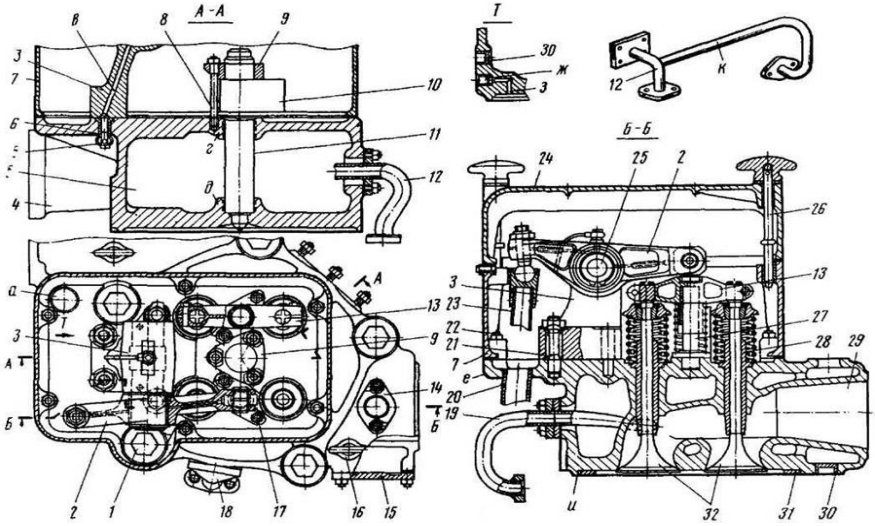
2. Клапани розташовані аналогічно 1, але канали виведені на один бік кришки.

3. Впускні клапани 2-х сусідніх циліндрів об’єднані, випускні виведені на протилежний бік.

При чотирьохклапанній компоновці використовують наступні схеми.

1. Впускні та випускні клапани розташовані вздовж осі двигуна, а різнойменні канали направленні в протилежні бокові сторони кришка.

2. Впускні та випускні клапани розміщені поперек осі двигуна. Канали виведені на бокові площі кришки-впускні на одну сторону кришки, випускні на другу (рис. 1.3).



1, 8, 17, 21, 22 – шпилька; 2 – коромисло; 3 – стійка; 4, 12, 14, 18, 19 – патрубки; 5 – штуцер; 6 – втулка; 7 – клапанна коробка; 9 – фланець; 10 – форсунка; 11 – кожух форсунки; 13 – траверса; 15 – кришка; 16 – рим-болт; 20 – кожух штанги; 23 – штанга штовхача; 24 – кришка клапанної коробки; 25 – вісь; 26 – болт; 27 – напрямний палець; 28 – напрямна втулка; 29 – канал для випуску газів; 30 – пробка; 31 – мідне кільце; 32 – випускні клапани; а - отвори під штангу штовхачів; б – водяна порожнина; в – канал до стійки; г, д, е – прилив кришки; ж, з – отвори для індикаторного крану; и – кільцевий борт; к – трубка

Рисунок 1.3 – Кришка циліндра

При використанні чотирьохклапанної конструкції однойменні канали виводять окремо або об’єднують. Випускні канали доцільно не об’єднувати для більш рівномірного розподілу температур в кришці.

Об’єднанні впускні та випускні канали можуть бути симетричними або асиметричними.

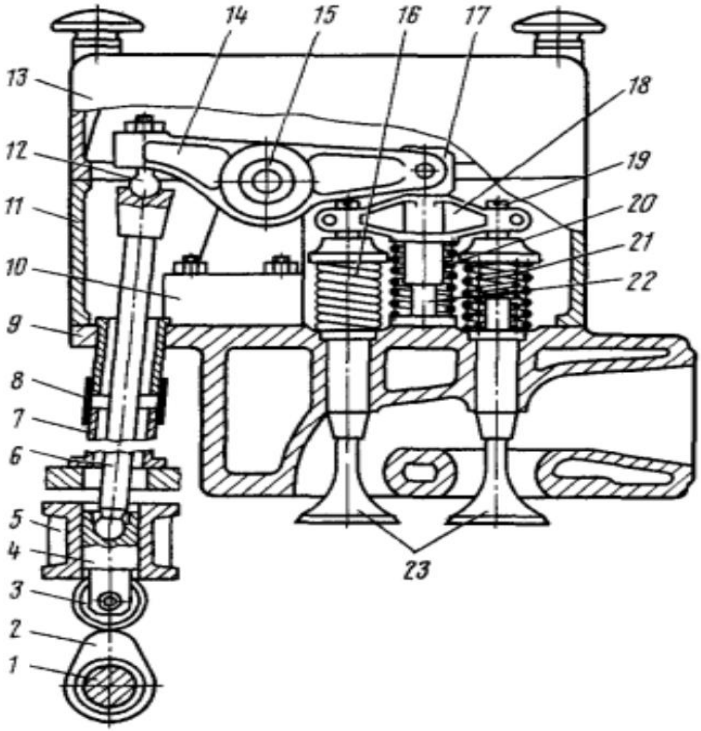
Кожен циліндр зверху закритий кришкою, в якій розміщені робочі клапани і форсунка, є канали для проходу повітря і випуску відпрацьованих газів, а також порожнини для води, що охолоджує кришку. Циліндрова кришка зазнає великого тиску газів і дії високих температур при згорянні палива.

Кришка має чотири вертикальні отвори, в які запресовані чавунні напрямні втулки робочих клапанів. Кожна втулка своїм бортом входить у розточування циліндрової кришки. У днищі кришки зроблено чотири гнізда під тарілки клапанів. Герметичність камери згоряння (при закритих клапанах) забезпечується притиранням тарілок клапанів до конічних сідел.

Два впускні клапани з’єднують циліндр з впускним колектором, а випускні клапани з одним з випускних колекторів. Канали в кришці для впуску чистого повітря і випуску відпрацьованих газів мають таке розташування відносно один одного, яке забезпечує завихрення повітря в циліндрі при продуванні. Для кріплення колекторів торці кришки мають оброблені фланцеві поверхні та отвори під шпильки.

На кришці змонтовані деталі приводу клапанів (стійка з двома коромислами на осі і направляючі пальці з одягненими на них траверсами), захищені литою алюмінієвою клапанною коробкою, зверху закритою знімною кришкою. Для підведення мастила до деталей приводу клапанів в отвір кришки запресована втулка. В кришці встановлено індикаторний кран.

На один циліндр встановлюються два впускних і два випускних клапани викуваних зі спеціальної жаростійкої сталі. Клапани переміщаються в направляючих чавунних втулках (рис. 1.4).



1 – розподільчий вал; 2 – кулачок; 3 – ролик штовхача; 4 – штовхач; 5 – корпус штовхача; 6 – штанга штовхача; 7 – захисний кожух; 8 – гумова втулка; 9 – кришка циліндру; 10 – стійка; 11 – клапанна коробка; 12 – болт-штовхач; 13 – кришка клапанної коробки; 14 – коромисло; 15 – вісь; 16, 20, 21 − пружини; 17 − ударник; 18 − траверса; 19 − бойок; 22 – направляючий палець; 23 − клапани

Рисунок 1.4 – Кришка та ГРМ

Геометричні характеристикики впускних та випускних каналів

В загальному вигляді впускні та випускні канали складаються: з прямолінійних або криволінійних конфузорних або дифузорних частин. Також із щілини перемінного перерізу який здійснюється клапаном.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА
2.1 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 1.
БУДОВА ТА ПРИНЦИП ДІЇ СИСТЕМИ ВПУСКУ ДВЗ

Мета роботи

Набути практичних навичок аналізу конструкції системи впуску ДВЗ, ознайомитися з її складовими елементами, принципом дії, а також впливом конструктивних особливостей на характеристики двигуна.

Завдання

Ознайомлення з конструкцією впускної системи.

1. На базі реального або навчального двигуна (бензинового або дизельного*) виявити основні елементи впускної системи*:

– повітряний фільтр;

– впускний ресивер;

– дросельна заслінка (для бензинового ДВЗ);

– впускний колектор;

– система впорскування пального (MPI, GDI, CRDI тощо);

– датчики (MAP, MAF, температури повітря, положення дросельної заслінки тощо);

– система EGR (якщо наявна).

2. Виконати *схематичне креслення системи впуску*, вказавши розташування її елементів.

3. Вивчення принципу дії.

Пояснити *послідовність процесів у системі впуску* при роботі двигуна: надходження повітря → очищення → вимірювання → дозування → змішування → подача в циліндри.

4. Вказати, як змінюється режим роботи впускної системи:

– на холостому ходу;

– при частковому навантаженні;

– при повному навантаженні.

5. Описати *вплив дросельної заслінки* (для бензинового ДВЗ) на дозування повітря.

6. Проаналізувати, *які конструктивні особливості впускної системи* впливають на:

– потужність двигуна;

– крутний момент;
– економічність;
– рівень викидів.

7. Розглянути, як застосування таких рішень змінює характеристики ДВЗ:
– резонансного впуску,
– перемінної довжини впускного колектора (V.I.S.),
– турбонаддуву,
– інтеркулера.

8. Підготувати звіт, що містить:
– титульну сторінку (ПІБ, група, тема, дата);
– короткий опис системи впуску (з рисунками/схемами);
– пояснення принципу дії елементів;
– висновки щодо ефективності роботи системи впуску.

2.2 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 2. ПОЛІПШЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ДВЗ

Мета роботи

Дослідити конструктивні та газодинамічні фактори, що впливають на пропускну здатність ДВЗ, з'ясувати способи її покращення та оцінити вплив цих змін на ефективність роботи двигуна.

Завдання

Ознайомлення з факторами, що впливають на пропускну здатність.

1. Визначити, які елементи впускної та випускної систем обмежують потік газів: впускний колектор; дросельна заслінка; клапани; повітряні фільтри; випускний колектор; каталізатор, глушник.

2. Визначити основні втрати тиску в системі (на прикладі заданого ДВЗ).

3. Розрахунок коефіцієнта пропускної здатності впускного каналу на основі наступних параметрів:

– внутрішній діаметр каналу;

– довжина каналу;

– орієнтовна швидкість потоку;

– витрата повітря (л/хв або м³/год).

4. Запропонувати *не менше 3-х способів покращення пропускної здатності*:

– збільшення діаметра впускного/випускного колектора;

– полірування або модифікація геометрії каналів;

– встановлення продуктивнішого повітряного фільтра (нульового опору);

– використання спортивного або прямоточного глушника;

– заміна або видалення каталізатора (для гоночних авто).

5. Оцінити вплив кожного з методів на:

– коефіцієнт наповнення циліндрів;

– крутний момент;

– витрату пального;

– екологічність.

6. Рекомендації до виконання.

Взяти за основу конкретний двигун (наприклад, 1.6L бензиновий атмосферний двигун). На його прикладі: оцінити базову пропускну здатність; розрахувати, як зміниться повітряна витрата після збільшення діаметра впускного тракту на 10–15%; побудувати графік залежності потужності від збільшення пропускної здатності.

2.3 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 3. БУДОВА, ПРИНЦИП ДІЇ ТА ДІАГНОСТИКА ВИХЛОПНОЇ СИСТЕМИ ДВЗ

Мета роботи

Ознайомитися із конструкцією та призначенням основних елементів вихлопної системи. Навчитися проводити візуальну та інструментальну діагностику вихлопної системи. Розвинути навички аналізу несправностей та методів їх усунення.

Завдання

1. Описати загальну будову вихлопної системи ДВЗ, зобразити її схему.

2. Перерахувати основні елементи системи:

– випускний колектор;

– резонатор;

– каталітичний нейтралізатор;

– глушник;

– сажовий фільтр (для дизелів);

– клапан EGR (якщо є).

3. Вказати основні функції вихлопної системи (відведення газів, зниження шуму, зменшення токсичності).

4. Назвати типові несправності та їх симптоми (наприклад, протікання, сторонній шум, зниження потужності, збільшення викидів CO/CH/NOx тощо).

5. Провести *візуальний огляд вихлопної системи:* перевірити герметичність з'єднань, наявність тріщин або корозії. оцінити стан глушника, резонатора, каталізатора.

6. При наявності газоаналізатора:

– провести *вимірювання складу вихлопних газів* (CO, CO_2, O_2, NOx).

7. Порівняти отримані значення з нормативними показниками: визначити можливі несправності за симптомами (наприклад, шум, запах газів, надмірна димність тощо).

8. За результатами діагностики, підготувати *пропозиції щодо ремонту або заміни елементів* системи.

9. Дослідити роботу вихлопної системи з *активним глушником або SCR-системою (селективна каталітична нейтралізація NOx).*

2.4 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 4. ГЕОМЕТРИЧНІ ТА АЕРОДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛІВ У ДВЗ

Мета роботи

Вивчити вплив геометрії впускних та випускних каналів на ефективність роботи ДВЗ. Ознайомитися з методами визначення та розрахунку аеродинамічних характеристик (площа перерізу, швидкість потоку, втрати тиску тощо). Розвинути навички аналізу конструкції каналів і пошуку шляхів оптимізації їх форми.

Завдання

1. Описати призначення впускних та випускних каналів.
2. Перелічити основні геометричні характеристики: довжина каналу, діаметр (або ширина і висота), форма перерізу. Пояснити, як геометрія каналів впливає на наповнення циліндрів і продувку.
3. Описати вплив *форми та розмірів впускних і випускних каналів* на:

– заповнення циліндра повітрям/паливоповітряною сумішшю;

– ефективність продувки;

– питомий витрата палива та потужність двигуна.

4. Навести приклади *типових форм каналів* (прямі, зігнуті, зі спрямованими вхідними кромками, турбулентні камери) та їх призначення.
5. Визначити, що таке:

– площа живого перерізу каналу;

– швидкість повітряного потоку;

– коефіцієнт пропускної здатності (Cd);

– втрати тиску (ΔP).

6. Зняти *основні геометричні розміри каналів* ГБЦ (вхід/вихід, довжина, діаметр, форма перерізу). Побудувати *профіль каналу* на міліметровці.
7. Зробити висновки.

2.5 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 5. КОНСТРУЮВАННЯ ВПУСКНИХ ТА ВИПУСКНИХ КАНАЛІВ ДВЗ

Мета роботи

Закріпити знання про геометрію, конструктивні особливості та вплив параметрів впускних і випускних каналів на ефективність роботи ДВЗ. Ознайомитися з методами проєктування та оптимізації каналів для досягнення покращених показників потужності, економічності та екологічності.

Завдання

1. Визначити призначення впускних і випускних каналів у конструкції ГБЦ (головки блока циліндрів).

2. Описати основні параметри каналів:

– діаметр;

– довжина;

– радіус кривизни;

– кут входу/виходу;

– перетин (циркулярний, овальний, прямокутний).

3. Пояснити, як форма і розміри каналів впливають на такі показники:

– наповнення циліндрів (коефіцієнт наповнення);

– турбулентність;

– швидкість потоку;

– газообмін.

4. Розглянути особливості каналів у бензинових і дизельних ДВЗ, а також відмінності в атмосферних та турбонаддувних двигунах.

5. Для обраного 4-циліндрового бензинового або дизельного ДВЗ:

– розрахувати оптимальний діаметр впускного і випускного каналів на основі заданих параметрів двигуна (об’єм, оберти, ступінь стиску);

– виконати попередню оцінку коефіцієнта пропускної здатності каналу.

6. Побудувати ескіз (або CAD-модель) конфігурації впускного і випускного каналу з урахуванням геометричних та газодинамічних вимог.

7. Проаналізувати, як зміна довжини впускного каналу вплине на крутний момент на різних обертах двигуна (приклад використання системи змінної геометрії впуску).

8. Порівняти конструкції впускних і випускних каналів у спортивних і серійних автомобілях.

9. Дослідити методи покращення прохідності каналів: полірування, покриття (антипригарні шари).

10. Розробити власну конфігурацію впускного тракту для умовного високофорсованого ДВЗ з урахуванням задачі підвищення потужності на високих обертах.

11. Обґрунтувати доцільність використання клапанів змінної геометрії або ресиверів змінного об’єму.

2.6 ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 6. ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ДВЗ

Мета роботи

Сформувати у студентів глибоке розуміння екологічних проблем, пов'язаних із експлуатацією ДВЗ, вивчити джерела шкідливих викидів та дослідити сучасні інженерні методи зменшення негативного впливу двигунів на довкілля.

Завдання

1. Класифікувати основні види шкідливих викидів, що утворюються при роботі ДВЗ:

– оксид вуглецю (CO);

– оксиди азоту (NO_x);

– незгорілі вуглеводні (HC);

– тверді частки (PM);

– сірчані сполуки (SO_2);

– CO_2 як парниковий газ.

2. Визначити залежність утворення викидів від типу пального та режиму роботи двигуна (бензиновий, дизельний, газовий, гібридний).

3. Проаналізувати актуальні міжнародні та національні екологічні стандарти:

– Євро-5, Євро-6;

– норми EPA (США), China VI, Bharat Stage VI;

– перспективи Euro 7.

4. Вивчити конструкцію та принцип роботи наступних систем зменшення викидів:

– трикомпонентний каталізатор (TWC);

– система рециркуляції відпрацьованих газів (EGR);

– сажевий фільтр (DPF);

– SCR (селективне каталітичне відновлення NO_x з використанням сечовини/AdBlue);

– системи вторинного повітря;

– точне електронне керування упорскуванням.

5. Розробити (на прикладі реального двигуна обраного виробника) функціональну схему очищення відпрацьованих газів.

6. Обрати серійний автомобіль з ДВЗ (за останні 10 років).

7. Визначити, які системи очищення викидів у ньому реалізовані.

8. Провести порівняльний аналіз рівнів викидів обраного авто з нормами Євро-5 та Євро-6.

9. Оцінити екологічну ефективність реалізованих технологій.

10. Запропонувати концепт нової або вдосконаленої системи зменшення викидів (на рівні інженерної ідеї, ескізу або опису).

11. Створити інформаційний постер або буклет для водіїв: «*Як зменшити шкідливі викиди власного авто без додаткових витрат»*.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кисликов В. Ф., Лущик В. В. Будова й експлуатація автомобілів : підручник. 6-те вид. К. : Либідь, 2006. 400 с.

2. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів : навч. посіб. для вузів. К. : Арістей, 2005. 280 с.

3. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія : підручник / В. Г. Дяченко ; за ред. А. П. Марченка. Харків : НТУ «ХПІ», 2008. 488 с.

4. Автомобільні двигуні : підручник / Ф. І. Абрамчук, Ю. Ф. Гутаревич, К. Є. Долганов, І. І. Тимченко. К. : Арістей, 2006. 476 с.

5. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння : в 6 т. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / за ред. А. П. Марченка, А. Ф. Шеховцова. Харків : Прапор, 2004. Т. 1. 384 с.

Додаток А

ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО АРКУША

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра «АТД та ГЕУ»

ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ № 1

Виконав:
студент групи _____ / _____ / «___» _____ 20 __ р.

Керівник: /_____/

20 ___ р.