

МОН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії,
ректор Національного транспортного
університету



Олександр ГРИЩУК

20 червня 2025 р.

ПРОГРАМА
фахового іспиту для вступу на навчання
для здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності
G11 «Машинобудування»
(освітньо-професійні програми «Автомобільні двигуни»,
«Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів»)

Програму фахового іспиту розроблено фаховою атестаційною комісією для проведення фахового іспиту для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності G11 «Машинобудування» (освітньо-професійні програми «Автомобільні двигуни», «Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів»).

Голова фахової атестаційної комісії
д-р техн. наук, професор

12 березня 2025 р.



Юрій ГУТАРЕВИЧ

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої Ради автомеханічного факультету 26 березня 2025 року, протокол № 8.

Голова Вченої Ради,
декан автомеханічного факультету
канд. техн. наук, доцент

26 березня 2025 р.



Олександр ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
1. Дисципліна «Теорія двигунів внутрішнього згорання».....	5
2. Дисципліна «Конструкція і динаміка двигунів внутрішнього згорання».....	9
3. Дисципліна «Системи двигунів внутрішнього згорання».....	11
4. Дисципліна «Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згорання».....	16
5. Дисципліна «Газова динаміка та агрегати наддуву».....	19
6. Дисципліна «Характеристики ДВЗ та їх визначення».....	22
7. Дисципліна «Екологія транспорту».....	23
Критерії оцінювання підготовленості вступників.....	27
Додаток А. Форма білета фахового іспиту.....	29

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фаховий іспит для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня магістра на основі освітнього ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) бакалавра (6 рівень Національної рамки кваліфікацій, далі – НРК6) або освітнього ступеня магістра (освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста) (7 рівень Національної рамки кваліфікацій, далі – НРК7) передбачає перевірку здатності до опанування освітньої програми другого (магістерського) рівня вищої освіти на основі здобутих раніше компетентностей.

Програма фахового іспиту для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності G11 «Машинобудування» (освітньо-професійні програми «Автомобільні двигуни», «Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів») на основі НРК6 або НРК7 розроблена фаховою атестаційною комісією на основі освітньо-професійних програм «Автомобільні двигуни», «Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів» підготовки бакалаврів зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» у Національному транспортному університеті.

Фаховий іспит проводять у письмовій формі з використанням тестових технологій.

Білет фахового іспиту містить 14 запитань двох рівнів складності з основних профілюючих дисциплін.

Запитання першого рівня складності (з 1-го по 10-е запитання білета фахового іспиту) передбачають вибір вступником правильного варіанта відповіді із наведених у білеті трьох варіантів відповіді, з яких тільки один правильний.

Запитання другого рівня складності (з 11-го по 14-е запитання білета фахового іспиту) передбачають надання вступником розгорнутої теоретичної відповіді.

Правильний на думку вступника варіант відповіді на запитання першого рівня складності вступник позначає безпосередньо на бланку білета фахового іспиту.

Відповідь на запитання другого рівня складності вступник наводить на бланках письмової відповіді.

1. ДИСЦИПЛІНА «ТЕОРІЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

Тема 1. Двигуни внутрішнього згорання. Визначення. Історія розвитку. Двигуни зовнішнього і внутрішнього згорання. Відмінності двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ). Історія розвитку двигунів внутрішнього згорання. Напрями розвитку двигунобудування. Підвищення паливної економічності і зменшення шкідливих викидів ДВЗ. Вимоги, що висуваються до двигунів у зв'язку з їх роботою в умовах експлуатації.

Тема 2. Хімічні реакції згорання паливоповітряних сумішей. Реакції згорання рідких і газоподібних палив. Теоретично необхідна кількість повітря для згорання палива. Коефіцієнт надміру повітря. Склад горючої суміші. Згорання палива при надлишку і недостатній кількості повітря. Кількість і склад продуктів згорання. Коефіцієнт молекулярних змін. Теплота згорання палива і горючої суміші. Залежність теплоти згорання горючої суміші від складу палива і коефіцієнта надміру повітря. Теплоємність свіжого заряду і продуктів згорання.

Тема 3. Термодинамічні цикли поршневих ДВЗ. Термодинамічні цикли з підведенням теплоти при сталому об'ємі, при сталому тиску та зі змішаним підведенням теплоти. Вплив різних факторів на тепловикористання і питому роботу циклів. Порівняння циклів при однаковому найбільшому тиску. Теоретичні цикли ДВЗ з наддувом.

Тема 4. Дійсні цикли чотиритактних двигунів. Характер протікання дійсних циклів чотиритактних двигунів і їх основні відмінності від ідеальних циклів. Індикаторна діаграма дійсного циклу у 4-тактних двигунах з запалюванням від стискання.

Тема 5. Дійсні цикли газових ДВЗ і газодизелів. Індикаторні діаграми газових двигунів і газодизелів. Фази газорозподілу 4-тактних двигунів.

Тема 6. Тепловий розрахунок ДВЗ. Вибір вихідних даних для теплового розрахунку. Процес газообміну в швидкохідних двигунах.

Тема 7. Процес впуску. Чинники, що впливають на ефективне протікання процесу наповнення: гідравлічний опір впускної системи, підігрівання заряду, залишкові гази. Визначення тиску і температури кінця впуску. Коефіцієнт наповнення. Чинники, що впливають на коефіцієнт наповнення.

Тема 8. Процеси стискання і згорання. Загальні відомості про процес стискання. Стискання в дійсному циклі. Теплообмін між робочим тілом і стінками циліндра в процесі стискання. Показник політропи стискання, його зміна в ході процесу стискання і середнє значення. Визначення тиску і температури в кінці стискання і їх реальні величини для різних типів двигунів. Вплив різних факторів на процес стискання. Фізико-хімічний зміст процесу згорання. Рівняння згорання для циклу з підведенням теплоти при постійному об'ємі. Рівняння згорання для циклу зі змішаним підведенням теплоти.

Тема 9. Процес розширення. Особливості процесу розширення в дійсному циклі. Показник політропи і його змінювання в процесі розширення. Розрахункове визначення тиску і температури в кінці розширення, їх практичні значення.

Тема 10. Процес випуску. Характер протікання процесу випуску. Три стадії випуску. Гідравлічний опір у випускній системі і його вплив на потужність двигуна. Чинники, що впливають на значення втрат під час випуску.

Тема 11. Показники робочого циклу. Індикаторні показники. Середній індикаторний тиск дійсного циклу. Його аналітичне визначення для різних двигунів. Індикаторна потужність. Індикаторний коефіцієнт корисної дії.

Тема 12. Визначення індикаторних показників ДВЗ. Розрахункове і експериментальне визначення індикаторного ККД. Питома індикаторна витрата палива.

Тема 13. Ефективні показники. Механічні втрати в двигуні. Втрати на тертя, їх розподілення по основних вузлах двигуна. Втрати на процес газообміну. Витрата потужності на приведення допоміжних механізмів. Середній ефективний тиск. Літрова і питома поршнева потужність. Механічний ККД. Ефективний ККД двигуна, ефективна питома витрата палива. Практичні значення показників автотракторних двигунів. Чинники, які впливають на індикаторні і ефективні показники двигуна.

Тема 14. Дійсні цикли 2-тактних ДВЗ. Особливості робочого циклу 2-тактних ДВЗ. Переваги 2-тактних ДВЗ у порівнянні з 4-тактними та їх недоліки. Схеми продувки: контурні і прямооточні.

Тема 15. Індикаторна діаграма 2-тактних ДВЗ. Діаграма час-переріз. Потужність 2-тактних ДВЗ. Дійсна і умовна ступінь стискання. Коефіцієнт втраченого об'єму і коефіцієнт продувки. Показники процесу впуску.

Тема 16. Згорання робочої суміші в двигунах з іскровим запалюванням. Швидкість поширення полум'я в камері згорання. Основні фази процесу згорання за розгорнутою індикаторною діаграмою. Детонація. Передчасне запалювання. Октанове число палива.

Тема 17. Вплив конструктивних і експлуатаційних чинників на процес згорання. Вплив ступеня стискання, форми камери згорання, кількості і розміщення свічок запалювання, розмірів циліндра, матеріалу основних деталей, складу робочої суміші, числа обертів, ступеня дроселювання, інтенсивності охолодження, стану оточуючого середовища, нагароутворення, технічного стану двигуна.

Тема 18. Робочий процес дизелів. Переваги і недоліки дизелів. Розгорнута індикаторна діаграма дизелів. Особливості процесу згорання. Період затримки займання, його залежність від швидкісного режиму, сорту палива, тиску і температури стискання. Швидкість наростання тиску в процесі згорання (жорсткість) і максимальний тиск циклу в швидкохідному дизелі, заходи щодо зниження жорсткості згорання. Вплив характеристик палива, вихрового руху повітря, кута випередження початку впорскування та інших чинників на процес згорання в дизелі. Цетанове число дизельного палива.

Тема 19. Форми камер згорання дизелів. Способи сумішоутворення: об'ємне, плівкове, об'ємно-плівкове. Нерозділені і розділені камери згорання. Камери згорання дизелів з плівковим сумішоутворенням.

Тема 20. Багатопаливні ДВЗ. Особливості багатопаливних ДВЗ. Камери згорання багатопаливних ДВЗ. Вимоги до паливної апаратури.

Тема 21. Методи підвищення літрової потужності поршневих ДВЗ. Параметри, що впливають на літрову потужність поршневих ДВЗ. Можливості використання цих параметрів для підвищення літрової потужності ДВЗ. Використання наддуву в ДВЗ.

Тема 22. Наддув поршневих ДВЗ. Системи наддуву: з механічним приводом компресора; з турбокомпресором; комбінована. Особливості робочого процесу двигунів з наддувом. Динамічний наддув.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. Як класифікуються двигуни за способом здійснення робочого циклу?
2. Як класифікуються двигуни за видом використовуваного палива?
3. За скільки обертів кривошипа здійснюється робочий цикл чотиритактного двигуна?
4. За скільки обертів кривошипа здійснюється робочий цикл двотактного двигуна?
5. Що називається тактом двигуна?
6. Які процеси, що періодично здійснюються в циліндрі поршневого двигуна, складають повний робочий цикл?
7. Що називається ступенем стискання в двигуні?
8. Як називається об'єм, який звільняється поршнем при переміщенні від верхньої до нижньої мертвої точки?
9. Як називається об'єм над поршнем, коли поршень знаходиться у верхній мертвій точці?
10. Як називається об'єм над поршнем, коли поршень знаходиться у нижній мертвій точці?
11. Як називається кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні 1 кг палива у калориметричній бомбі без урахування теплоти конденсації водяних парів?
12. Як називається кількість теплоти, що виділяється при повному згоранні 1 кг палива у калориметричній бомбі при нестачі кисню?
13. Що характеризує здатність палива протистояти детонації?
14. Що характеризує здатність палива до самозаймання?
15. Який з процесів у циліндрі визначає робочий хід, під час якого здійснюється корисна робота?
16. За якого значення коефіцієнта надміру повітря горюча суміш називається бідною?
17. За якого значення коефіцієнта надміру повітря горюча суміш називається багатую?
18. За яким термодинамічним процесом у дійсному циклі відбувається стискання і розширення?
19. За руху поршня в якому напрямі здійснюється процес впуску свіжого заряду у чотиритактному двигуні?
20. В який момент протікання робочого циклу бензинового двигуна відбувається запалювання робочої суміші?

21. В який момент протікання робочого циклу бензинового двигуна починається випуск відпрацьованих газів?
22. Скільки фаз виділяють у процесі згорання бензинового двигуна?
23. Скільки фаз виділяють у процесі згорання дизеля?
24. Як називається відношення кількості повітря, що фактично бере участь у згоранні, до тієї кількості, що теоретично необхідна для повного згорання палива?
25. Як називається горюча суміш, у якої коефіцієнт надміру повітря більше одиниці?
26. Як називається горюча суміш, у якої коефіцієнт надміру повітря менше одиниці?
27. Які процеси в двигуні забезпечують газообмін?
28. При якому значенні коефіцієнта надміру повітря отримується максимальна потужність бензинового двигуна?
29. За якою математичною залежністю визначається індикаторна потужність поршневого двигуна?
30. Яка з складових потужності механічних втрат найбільша в двигуні?
31. У період протікання якого такту одночасно ЗАКРИТІ впускний і випускний клапани?

Запитання другого рівня складності

1. Індикаторна діаграма бензинового двигуна з іскровим запалюванням. Основні особливості дійсного циклу.
2. Індикаторна діаграма дизеля. Основні особливості дійсного циклу.
3. Види палива, які використовують у ДВЗ. Елементарний склад рідкого палива.
4. Дійсна кількість повітря, необхідного для повного згорання 1 кг палива в двигуні. Коефіцієнт надміру повітря α .
5. Нерозділені камери згорання дизелів. Їх переваги і недоліки.
6. Процес впуску. Коефіцієнт наповнення η_v . Основні чинники, які впливають на цей коефіцієнт.
7. Процес стискання в дійсному циклі. Показник політропи стискання і чинники, які впливають на нього.
8. Процес розширення в дійсному циклі. Показник політропи розширення і чинники, які впливають на нього.
9. Процес випуску. Момент відкриття випускного клапана. Три стадії випуску.
10. Середній індикаторний тиск теоретичного і дійсного циклів.
11. Індикаторна потужність, індикаторний і відносний ККД. Питома індикаторна витрата палива.
12. Ефективна потужність, середній ефективний і середній тиск механічних втрат у двигуні. Механічний і ефективний ККД. Питома ефективна витрата палива.
13. Процес згорання в бензинових двигунах. Розгорнута індикаторна діаграма. Жорсткість роботи двигуна.
14. Вплив складу робочої суміші на швидкість згорання, потужність і економічність двигуна.
15. Процес згорання в дизелях. Розгорнута індикаторна діаграма. Жорсткість роботи дизеля.

16. Об'ємне, плівкове сумішоутворення в дизелях. Камери згорання з плівковим сумішоутворенням.

Список рекомендованої літератури

1. Автомобільні двигуни : підручник / [Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.]. – К. : Арістей, 2008. – 476 с. ISBN 966-8458-26-5
2. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згорання. Теорія : підручник / В.Г. Дяченко ; за ред. А.П. Марченка. – Харків : НТУ «ХПІ», 2008. – 488 с.
3. Долганов К.Є. Автомобільні двигуни. Основи теорії поршневих двигунів : навч. посібник / К.Є. Долганов. – К. : НМК ВО, 1990. – 79 с.

2. ДИСЦИПЛІНА «КОНСТРУКЦІЯ І ДИНАМІКА ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

Тема 1. Кінематика кривошипно-шатунного механізму. Переміщення, швидкість і прискорення поршня в двигунах з центральним кривошипним механізмом. Їх аналітичні залежності від кута повороту колінчастого вала. Вибір основних розмірів кривошипного механізму. Значення середньої швидкості поршня. Відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна.

Тема 2. Динаміка кривошипно-шатунного механізму. Сили і моменти, які діють в системі кривошипного механізму одноциліндрового двигуна. Приведення мас деталей кривошипного механізму. Сили інерції від мас, що рухаються зворотно-поступально. Сумарні сили і моменти, які діють в кривошипному механізмі одноциліндрового двигуна. Побудова діаграми зусиль, що діють на поршень, на стінку циліндра, а також тангенціальні і радіальні зусилля на шатунну шийку вала.

Тема 3. Розгорнуті діаграми сил, які діють у кривошипно-шатунному механізмі і на шийки колінчастого вала. Розгорнуті діаграми сил, які діють у КШМ. Побудова полярної діаграми сил, що діють на шатунну шийку колінчастого вала. Полярні діаграми навантаження на корінні шийки вала. Побудова діаграми повних (набігових) моментів на корінні і шатунні шийки колінчастого вала. Побудова діаграми зношування шатунних шийок колінчастого вала.

Тема 4. Розрахунок маховика з умови забезпечення рівномірності ходу ДВЗ. Нерівномірність ходу двигуна. Розрахунок маховика з умов забезпечення рівномірності ходу двигуна.

Тема 5. Крутильні коливання колінчастого вала. Розрахунок еквівалентної системи. Приведення довжини і маси еквівалентної системи. Вільні та примусові крутильні коливання. Визначення розрахункового моменту сил пружності. Методи зниження напруженості від крутильних коливань.

Тема 6. Умови зрівноваженості двигунів. Сили і моменти, які викликають незрівноваженість двигуна. Загальні умови зрівноваженості і завдання зрівноваженості. Зрівноваженість відцентрових сил. Багатоколінні колінчасті вали автомобільних двигунів. Розміщення і добір противаг для зрівноваження

відцентрових сил інерції і моменту від цих сил. Статичне і динамічне балансування. Зрівноваження одноциліндрового двигуна.

Тема 7. Зрівноваження багатоциліндрових двигунів. Двигун рядний чотирициліндровий. Особливості зрівноваження V-подібних двигунів.

Тема 8. Розрахунок на міцність деталей кривошипно-шатунного механізму і циліндро-поршневої групи. Конструкція циліндрів. Розрахунок циліндра. Розрахунок шпильок кріплення головки блока. Умови роботи і вимоги до деталей поршневої групи. Поршні, їх конструктивні форми, порівняльна оцінка. Конструктивні заходи для відведення тепла від днища поршня і зменшення температурного зазору в юбці.

Тема 9. Конструкція і розрахунок поршнів ДВЗ. Конструкція поршнів. Розрахунок поршня. Способи з'єднання поршневого пальця з поршнем і верхньою головкою шатуна. Визначення основних розмірів пальця із умов надійності, овалізації та спрацювання. Методи підвищення міцності і зносостійкості.

Тема 10. Конструкція і розрахунок поршневих кілець. Профілі поршневих кілець, їх конструктивні показники і матеріали. Вибір розмірів поршневих кілець і розрахунок для перевірки. Епюри напружень. Сталеві виті кільця.

Тема 11. Розрахунок шатунної групи. Шатуни однорядних і V-подібних двигунів. Умови роботи і вимоги до них. Поршневі головки шатунів для плаваючих і зацемлених пальців. Стержні шатунів. Кривошипні головки шатунів. Вкладиші, кришки і болти кривошипної головки шатуна. Розрахунок окремих елементів шатуна і шатунних болтів. Методи зміцнення шатунів конструктивні і технологічні.

Тема 12. Розрахунок колінчастого вала. Умови роботи і основні вимоги. Конструктивні форми в залежності від типу двигуна, кількості і розташування циліндрів, а також від розміщення корінних шийок. Розміщення і кріплення противаг. Полегшення шатунних шийок. Розміщення масляних каналів. Галтелі. Форма шийок. Перекриття шийок. Матеріали. Конструктивні і технологічні методи зміцнення.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. В яких координатах зображується індикаторна діаграма поршневого двигуна?
2. В яких координатах зображується розгорнута індикаторна діаграма поршневого двигуна?
3. За якою залежністю визначається переміщення поршня автомобільного двигуна?
4. За якою залежністю визначається швидкість поршня автомобільного двигуна?
5. За якою залежністю визначається прискорення поршня автомобільного двигуна?
6. До складу якого механізму структурно належить шатун?
7. Яка деталь кривошипно-шатунного механізму поршневого двигуна в першу чергу сприймає тиск газів?

8. Які деталі належать до нерухомих деталей кривошипно-шатунного механізму?
9. Як називаються змінні циліндри, що вставлені в блок і омиваються охолоджуючою рідиною?
10. Яка деталь кривошипно-шатунного механізму має юбку?
11. Яка деталь кривошипно-шатунного механізму має щоки?
12. Що застосовують для ущільнення камери згорання і забезпечення герметичності пари поршень – циліндр?
13. Яка деталь у кривошипно-шатунному механізмі слугує для шарнірного з'єднання поршня з верхньою головкою шатуна?
14. Який матеріал використовується для виготовлення поршнів двигунів легкових автомобілів?

Запитання другого рівня складності

1. Кінематика кривошипно-шатунного механізму. Визначення переміщення поршня.
2. Визначення швидкості і прискорення поршня.
3. Сили, що діють в кривошипно-шатунному механізмі.
4. Приведення мас, які здійснюють зворотно-поступальний і обертальний рухи.
5. Особливості конструкції гільз циліндрів двигунів.
6. Конструкції поршневих кілець.
7. Особливості конструкцій корінних і шатунних вкладишів, матеріали, з яких вони виготовляються.
8. Особливості конструкцій поршнів ДВЗ.
9. Особливості конструкцій колінчастих валів.
10. Розрахунок гільз циліндрів двигуна.
11. Розрахунок поршня.
12. Розрахунок поршневого пальця.

Список рекомендованої літератури

1. Автомобільні двигуни : підручник / [Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.]. – К. : Арістей, 2008. – 476 с. ISBN 966-8458-26-5
2. Говорун А.Г. Конструкція та динаміка двигунів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напрямом «Інженерна механіка» / А.Г. Говорун, А.О. Корпач. – К. : НТУ, 2007. – 124 с. ISBN 966-632-081-9

3. ДИСЦИПЛІНА «СИСТЕМИ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

Тема 1. Класифікація паливної апаратури дизелів. Вимоги до паливної апаратури. Класифікація паливної апаратури. Її розміщення на дизелі. Основні тенденції розвитку паливної апаратури дизелів. Стан справ у цій галузі двигунобудування в Україні.

Тема 2. Принципи дії і конструктивні схеми. Основні типи паливної апаратури і відповідні їм способи дозування циклової подачі палива. Їх принципи дії та конструктивні схеми. Найбільш поширена паливна апаратура з кулачковим

приводом плунжера та із золотниковим дозуванням. Дозування циклової подачі відсічкою в ході нагнітання. Її переваги і недоліки. Паливна апаратура: з гідравлічним приводом плунжера, акумуляторного типу, з електрогідравлічним приводом і електронним управлінням дозуванням. Паливна апаратура безпрецизійних вузлів у насосах високого тиску і форсунках.

Тема 3. Паливні насоси високого тиску (ПНВТ). Багатосекційні ПНВТ з дозуванням відсічкою в ході нагнітання. Плунжерні пари. Нагнітальні плани. ПНВТ розподільчого типу з дозуванням відсічкою і з дозуванням дроселюванням на впуску. Переваги і недоліки. Одноплунжерні ПНВТ розподільчого типу. Роторні насоси високого тиску.

Тема 4. Форсунки. Класифікація форсунок. Форсунки відкриті, закриті, клапанно-соплові. Розпилювачі закритих форсунок. Розпилювачі з голкою: односторонні, штифтові, багаторічкові. Розпилювачі для плівкового сумішоутворення. Статичні характеристики форсунок. Насос-форсунки.

Тема 5. Елементи конструкції паливної апаратури. Трубопроводи високого тиску. Паливопідкачуючі насоси поршневі, шестеренчасті, коловоротні. Паливні фільтри попередньої, грубої та тонкої очистки, а також запобіжні. Різновиди фільтрів тонкої очистки палива та їх характеристики.

Тема 6. Основні параметри і характеристики процесу впорскування палива паливною апаратурою. Теоретичні основи для математичного описання процесу впорскування палива в дизелях. Характеристики впорскування палива. Спрощене представлення процесу впорскування паливною апаратурою з урахуванням стиснення палива і хвильових процесів у трубопроводі високого тиску. Методика виконання гідродинамічного розрахунку паливної апаратури для отримання заданих характеристик впорскування і розпилювання. Наближені методи оцінки параметрів впорскування. Забезпечення і корегування швидкісних характеристик паливної апаратури з кулачковим приводом плунжера і золотниковим регулюванням.

Тема 7. Система живлення карбюраторного двигуна. Конструктивна схема системи живлення карбюраторного двигуна. Роль і значення карбюрації в робочому процесі двигунів з примусовим запалюванням. Вимоги, які висувуються до карбюраторів. Вплив дроселювання на швидкість згорання і межі займання робочої суміші. Характеристика ідеального карбюратора. Робочий процес елементарного карбюратора. Рух повітря по впускному тракту. Витрата повітря. Найвигідніша форма і коефіцієнт витрати дифузора. Багатоступінчаті дифузори. Витікання палива із жиклера. Коефіцієнт витрати жиклера. Сумісне витікання палива і повітря. Характеристика елементарного карбюратора.

Тема 8. Головні дозуючі системи карбюраторів. Вимоги бензинового двигуна до складу суміші. Корекція характеристики елементарного карбюратора. Конструктивні схеми і принцип роботи існуючих головних дозуючих систем карбюратора: з пневматичним гальмуванням палива, з компенсаційним жиклером, з регулюванням тиску в дифузорі, із змінним перерізом паливного жиклера.

Тема 9. Елементи сучасного карбюратора. Багатокамерні карбюратори. Конструкції дифузоров. Економайзер – збагачувач суміші. Система холостого ходу. Відключення подачі палива в режимі примусового холостого ходу двигуна.

Насос-прискорювач. Обладнання для полегшення пуску. Підвищення економічності карбюраторних двигунів. Передкамерно-факельний процес.

Тема 10. Системи живлення двигунів з впорскуванням бензину. Особливості роботи двигуна з впорскуванням бензину і з запалюванням від електричної іскри. Переваги і недоліки впорскування бензину. Класифікація систем впорскування. Конструктивні схеми систем впорскування у впускний трубопровід і безпосереднього впорскування легкого палива. Форсунки і розпилювачі. Електромагнітні форсунки. Способи регулювання потужності при впорскуванні бензину. Системи впорскування бензину з електронним управлінням (з програмним дозуванням і управлінням кутом випередження запалювання).

Тема 11. Елементи та допоміжні системи сучасних систем живлення бензинових двигунів. Конструкції паливних та повітряних фільтрів. Паливopідкачуючі насоси для карбюраторних двигунів та паливні насоси для систем впорскування бензину. Обмежувачі швидкості двигуна. Спеціальні заходи для забезпечення виконання жорстких екологічних вимог. Зворотний зв'язок за складом суміші в системах впорскування. Рециркуляція відпрацьованих газів. Нейтралізатори відпрацьованих газів. Системи вентиляції картерних газів. Системи уловлювання випарів бензину.

Тема 12. Газові палива та їх використання в ДВЗ. Застосування газового палива в автомобільних ДВЗ та способи його отримання і зберігання. Характеристики стиснутого природного газу і зрідженого нафтового газу як сучасних моторних палив. Переобладнання бензинових двигунів і дизелів для роботи на газі. Особливості роботи газових двигунів з іскровим запалюванням, двопаливних двигунів, двигунів з подвійним паливом. Основні напрямки розвитку газових систем живлення для автомобільних ДВЗ.

Тема 13. Системи живлення газових двигунів. Схема систем живлення стиснутим і зрідженим газами. Конструктивні схеми і принцип роботи її основних вузлів: балонів, випарника, підігрівача, фільтрів, редукторів тисків, змішувача, збагачувального пристрою. Характеристики двигунів, що працюють на стиснутому і зрідженому газах. Способи компенсації падіння потужності при переведенні бензинових двигунів і дизелів на газ. Особливості систем живлення бензинових двигунів.

Тема 14. Системи живлення газодизелів. Особливості робочого циклу двигуна при роботі за дизельним циклом. Запальна доза дизельного палива. Способи регулювання газоповітряної суміші в газодизелях. Автомобільні газодизелі з дворежимними і всережимними регуляторами. Особливості встановлення та регулювання запальної дози дизельного палива і регулювання частоти обертання колінчастого вала газодизеля. Системи живлення газодизелів з подачею газу під розрідженням і при подачі газу під надлишковим тиском. Порівняльні характеристики дизеля і газодизеля. Розрахунок газової апаратури.

Тема 15. Конструкція механізму газорозподілу. Класифікація механізмів газорозподілу, порівняльна оцінка різних механізмів. Вимоги до конструкції елементів газорозподілу. Клапанні механізми і їх типи, кількість на один циліндр, розміщення і конструктивні форми. Привід клапанів. Основні розміри клапанів.

Визначення діаметра клапана, прохідного перерізу і висоти підйому клапана. Вибір фаз газорозподілу. Конструкції напрямних втулок, штовхачів, клапанів та інших елементів механізму газорозподілу.

Тема 16. Розподільний вал. Кінематика і динаміка клапанного механізму. Розміщення розподільного вала, його конструкції. Класифікація механізмів приводу клапанів від розподільного вала. Проектування кулачків: дугових, тангенціальних і з гармонічним профілем. Сили, які діють у клапанному механізмі, приведення мас його елементів. Порівняльні профілі кулачків. Зазори у клапанному механізмі. Клапанні пружини. Добір характеристики клапанної пружини і визначення її розмірів у відповідності з динамікою клапанного механізму і типом двигуна.

Тема 17. Конструкція систем мащення. Призначення і основні види систем мащення автотракторних двигунів та вимоги до них. Основні положення гідродинамічної теорії мащення. Сухе, напівсухе і рідинне тертя між поверхнями. Подача оливи до поверхонь тертя в двигуні розбризкуванням і самовиливом, під тиском та комбіновано. Схеми систем мащення з мокрим і сухим картерами. Підтримання необхідної температури і тиску в системі мащення. Системи вентиляції картера для бензинових двигунів і дизелів. Закриті і відкриті системи вентиляції.

Тема 18. Агрегати системи мащення. Елементи системи мащення та їх конструктивні особливості. Насоси для подавання оливи до вузлів тертя, фільтри очистки оливи. Конструкції та принцип роботи центрифуги з гідравлічним реактивним і механічним приводом ротора. Конструктивні заходи для зменшення витрати оливи. Розрахунок системи мащення.

Тема 19. Система охолодження. Загальні вимоги до систем охолодження. Принципові схеми замкнутої рідинної системи і повітряної системи охолодження. Порівняння систем повітряного і рідинного охолодження. Елементи рідинного і повітряного трактів систем охолодження: радіатори, вентилятори, рідинні насоси. Методи регулювання температурного режиму двигуна при повітряному і рідинному охолодженні. Термостати, муфти вимикання вентилятора, датчики температури. Розрахунок елементів систем охолодження (для рідинної і для двигуна з повітряним охолодженням).

Тема 20. Система пуску. Вимоги до систем пуску. Класифікація систем пуску. Принципові схеми електричної системи пуску, системи пневматичного пуску і запуску від допоміжного двигуна. Їх переваги і недоліки. Конструктивні схеми декомпресійних механізмів. Заходи для полегшення пуску двигунів при низьких температурах.

Тема 21. Системи впуску і випуску. Призначення та загальні вимоги до системи впуску та випуску. Елементи системи впуску та випуску для двигунів різних типів. Конструкції повітряних фільтрів та глушників. Вимоги та ефективність цих агрегатів. Заходи зі зменшення шуму в системі впуску і випуску.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. Який газ є основою стиснутого природного газу, що використовується транспортом?
2. До складу якого механізму структурно включено клапан?
3. Яка система забезпечує зменшення тертя у двигуні?
4. Який елемент системи живлення відповідає за зберігання запасу палива на борту автомобіля?
5. Який елемент системи живлення карбюраторного двигуна забезпечує подачу палива в зону сумішоутворення?
6. З яких елементів складається елементарний карбюратор?
7. Яка система карбюратора забезпечує роботу двигуна в режимі середніх навантажень?
8. Яка система карбюратора забезпечує роботу двигуна в режимі повних навантажень?
9. За сигналом якого датчика у системі впорскування в першу чергу формується циклова подача?
10. Який елемент системи впорскування забезпечує підвищення обертів двигуна при його прогріванні?
11. Скільки форсунок встановлюється в системі розподіленого впорскування бензинового двигуна?
12. Який елемент системи живлення дизеля забезпечує подачу палива до форсунки?
13. Який елемент системи живлення дизеля забезпечує подачу палива в камеру згорання?
14. Який тип насоса використовується у системах мащення двигунів?
15. Що визначає навантажувальний режим у системах впорскування бензинового двигуна?
16. Яка деталь остову двигуна найчастіше використовується для зберігання запасу оливи для системи мащення?
17. Який механізм забезпечує своєчасний впуск свіжого заряду до циліндра і видалення з нього продуктів згорання?
18. Яка система підтримує нормальний температурний режим роботи двигуна?
19. З яких елементів складається система повітряного охолодження двигуна?
20. Який пристрій використовується в системах рідинного охолодження двигуна для автоматичного підтримання його теплового режиму?
21. Який пристрій забезпечує запуск двигуна?

Запитання другого рівня складності

1. Схема системи живлення карбюраторного ДВЗ. Основні її елементи. Вимоги до неї.
2. Схема елементарного карбюратора. Його недоліки.
3. Основні особливості системи живлення бензинових ДВЗ з впорскування палива.

4. Центральне і розподільне впорскування бензину в ДВЗ. Безпосереднє впорскування палива в бензинових двигунах.
5. Схема системи живлення дизеля. Її головні елементи. Вимоги до системи живлення дизелів.
6. Форсунки дизелів. Відкриті і закриті форсунки. Розпилювачі одно- і багатодірчаті.
7. Клапанні механізми і їх типи, кількість на один циліндр, розміщення і конструктивні форми.
8. Класифікація механізмів приводу клапанів від розподільного вала.
9. Елементи системи мащення та їх конструктивні особливості.
10. Системи мащення з мокрим і сухим картерами. Особливості конструкцій.
11. Вимоги до системи охолодження. Види систем охолодження ДВЗ.
12. Схема замкнутої рідинної системи охолодження з компенсаційним бачком.
13. Порівняння систем повітряного і рідинного охолодження.
14. Методи регулювання температурного режиму двигуна з повітряним охолодженням.
15. Методи регулювання температурного режиму ДВЗ з рідинним охолодженням.

Список рекомендованої літератури

1. Автомобільні двигуни : підручник / [Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.]. – К. : Арістей, 2008. – 476 с. ISBN 966-8458-26-5
2. Автомобільні двигуни / [І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов, М.Р. Муждабаєв] ; за ред. І.І. Тимченка. – Харків : Основа, 1995. – 464 с. ISBN 5-7768-0044-7
3. Долганов К.Є. Автомобільні двигуни. Системи живлення та регулювання поршневих двигунів : навч. посібник / К.Є. Долганов, Ю.Ф. Гутаревич. – УТУ, 1995. – 148 с.

4. ДИСЦИПЛІНА «АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРАННЯ»

Тема 1. Механізація та автоматизація. Механізація і автоматизація виробництва. Наука про управління – кібернетика. Короткий історичний огляд. Перші автоматичні регулятори І.І. Ползунова і Д. Уатта. Створення теорії автоматичного регулювання.

Тема 2. Автоматичне регулювання ДВЗ. Призначення систем автоматичного регулювання (САР). Функціональні схеми елементів САР і САР у цілому. Види САР. Швидкісні характеристики ДВЗ і споживачів енергії.

Тема 3. Режим роботи ДВЗ. Стійкість режимів роботи. Дослідне визначення швидкісних характеристик ДВЗ і споживачів енергії. Необхідність застосування в ДВЗ автоматичних регуляторів частоти обертання. Стійкість дизеля в режимі мінімального холостого ходу.

Тема 4. Регулятори частоти обертання ДВЗ. Швидкісні характеристики ПНВТ дизелів. Типи регуляторів частоти обертання. Додаткові функції регуляторів частоти обертання.

Тема 5. Механічні регулятори частоти обертання. Принцип роботи. Чотири типи механічних відцентрових чутливих елементів. Однорежимні регулятори частоти обертання. Всережимні регулятори частоти обертання. Коректори паливоподачі. Дворежимні регулятори частоти обертання. Коректори за тиском наддуву.

Тема 6. Пневматичні і гідравлічні регулятори частоти обертання. Будова і робота пневматичних регуляторів частоти обертання та їх характеристики. Переваги і недоліки. Будова і робота простого гідравлічного регулятора. Його недоліки. Гідравлічний регулятор з тягарцевим відцентровим чутливим елементом.

Тема 7. Електричні та електронні регулятори частоти обертання. Особливості електричних регуляторів частоти обертання, їх характеристики. Основні елементи електронних регуляторів. Види електронних регуляторів. Переваги і недоліки. Перспективи подальшого розвитку електронних мікропроцесорних систем управління.

Тема 8. Регулятори частоти обертання непрямої дії. Регулятори частоти обертання непрямої дії з жорстким та ізодромним зворотним зв'язком. Кінематичний і жорсткий силовий зворотний зв'язок.

Тема 9. Автоматичне управління кутом випередження впорскування. Вплив кута випередження впорскування на показники роботи дизеля. Види автоматичних муфт випередження впорскування. Регулювання кута випередження впорскування за частотою обертання і за навантаженням дизеля.

Тема 10. Неусталені режими роботи ДВЗ. Основні параметри, які характеризують роботу дизеля. Поняття про перехідні процеси. Паливна економічність дизелів з дворежимними і всережимними регуляторами.

Тема 11. Динаміка САР. Задачі дослідження динаміки САР. Диференційне рівняння САР у цілому. Поняття про критерії стійкості САР.

Тема 12. Автоматизація дизельних силових агрегатів. Мета автоматизації. Види автоматизації дизельних силових агрегатів. Часткова, комплексна і повна автоматизація. Чотири ступеня автоматизації дизелів. Датчики, виконавчі органи і пристрої зв'язку. Автоматизація пуску, зупинки, контролю, аварійного захисту, технічного діагностування та обслуговування.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. Що обмежує дворежимний регулятор частоти обертання дизеля?
2. Що є чутливим елементом у механічних регуляторів частоти обертання дизелів?
3. Де найчастіше використовуються однорежимні регулятори частоти обертання?
4. Як називається заміна в управлінні людини спеціальними приладами?
5. Як називається наука з вивчення законів управління?
6. Хто запропонував перший регулятор частоти обертання для теплового двигуна?
7. Як називають агрегат або машину, на яких встановлено регулятор?
8. Що є вихідним параметром для дизеля як об'єкта регулювання?

9. Що є вихідним параметром для ПНВТ як елемента системи регулювання?
10. За якого значення фактора стійкості робота системи регулювання вважається стійкою?
11. Скільки класів автоматичних регуляторів регламентує державний стандарт?
12. Від якої величини залежить момент умовних механічних втрат у дизелі?
13. Як співвідноситься частота обертання вала паливного насоса високого тиску з частотою обертання дизеля?

Запитання другого рівня складності

1. Автоматичний регулятор І.І. Ползунова (схема та характеристика).
2. Автоматичний регулятор Д. Уатта (схема та характеристика).
3. Замкнуті і розімкнуті САР. Роль зворотного зв'язку в САР.
4. Види сигналів у САР: безперервні і дискретні.
5. Функціональні схеми окремих елементів САРЧ (дизеля та споживача енергії).
6. Усталені та неусталені режими роботи САР.
7. Швидкісні характеристики ПНВТ з дозуванням відсічкою і дозуванням на впуску.
8. Стійкість режимів роботи ДВЗ.
9. Класифікація автоматичних регуляторів частоти обертання ДВЗ.
10. Класифікація регуляторів частоти обертання за точністю та кількістю режимів регулювання
11. Додаткові функції регуляторів частоти обертання.
12. Механічні регулятори частоти обертання ДВЗ.
13. Гідравлічні регулятори частоти обертання ДВЗ.
14. Пневматичні регулятори частоти обертання ДВЗ.
15. Електричні регулятори частоти обертання ДВЗ.

Список рекомендованої літератури

1. Долганов К.Є. Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згорання : навч. посібник / К.Є. Долганов, А.А. Лісовал. – К. : УТУ, 2003. – 138 с.
2. Автомобільні двигуни : підручник / [Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.]. – К. : Арістей, 2008. – 476 с. ISBN 966-8458-26-5
3. Попович М.Г. Теорія автоматичного керування : підручник / М.Г. Попович, О.В. Ковальчук. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Либідь, 2007. – 656 с. ISBN 978-966-06-0447-6.

5. ДИСЦИПЛІНА «ГАЗОВА ДИНАМІКА ТА АГРЕГАТИ НАДДУВУ»

Тема 1. Газове середовище. Два методи визначення газового середовища: молекулярно-кінетичний і феноменологічний. Головна задача газової динаміки. Короткий історичний огляд. Безперервність газового середовища у просторі і часі. Ударні хвилі. Швидкості витікання газового потоку. Число Маха.

Тема 2. Основні відмінності термодинамічних моделей від газодинамічних. Основні положення для термодинамічної моделі. Об'єднане рівняння першого і другого законів термодинаміки. Внутрішня енергія. Ентропія. Рівняння стану для ідеального газу. Основні положення для газодинамічної моделі. Кінематичні параметри газового потоку: швидкість, прискорення. Теплопровідність. Закон Фур'є. В'язкість. Закон Ньютона про дотичне напруження тертя. Дифузія. Число Прандтля. Число Кнудсена для оцінки суцільності газового потоку.

Тема 3. Кінематика газового середовища. Система координат для вивчення руху газового середовища. Описання руху газу методами Лагранжа і Ейлера. Нестационарне і стаціонарне витікання газу. Лінії потоку, трубка потоку, струмінь газу. Деформаційний рух елементарного об'єму газу. Перша теорема Гельмгольца. Вихровий рух та потенціальне (безвихрове) витікання газу.

Тема 4. Турбулентне витікання газу. Основи теорії подібності. Ламінарне і турбулентне витікання газу. Число Рейнольдса. Основні положення теорії подібності. Критерії подібності для газових потоків. Необхідна і достатня умови подібності.

Тема 5. Основні рівняння газової динаміки. Рівняння витрати газу. Рівняння безперервності. Рівняння газу, що рухається. Рівняння теплового вмісту. Рівняння газу, що не рухається. Рівняння енергії газу в механічній формі (Бернуллі). Рівняння кількості руху. Рівняння моментів кількості руху (I і II рівняння Ейлера). Виведення цих рівнянь. Приклади застосування.

Тема 6. Основи теорії суміжного прошарку. Загальмований потік. Визначення суміжного прошарку. Утворення суміжного прошарку при поздовжньому обтіканні газом тонкої пластини. Утворення суміжного прошарку при витіканні газу в каналах. Тепловий суміжний прошарок. Визначення температури і тиску загальмованого потоку.

Тема 7. Способи форсування ДВЗ. Аналіз способів збільшення потужності поршневих ДВЗ. Методи збільшення густини свіжого заряду. Класифікація систем наддуву: частковий, динамічний, повний.

Тема 8. Системи наддуву автомобільних двигунів. Мета, способи і схеми наддуву. Класифікація систем наддуву за ступенем підвищення тиску наддуву; за джерелом енергії для привода компресора; за типом компресора. Особливості систем наддуву для різних типів ДВЗ. Системи з постійним тиском перед газовою турбіною. Імпульсні системи турбонаддуву. Переваги і недоліки. Конструкції впускного колектора для різних схем систем газотурбінного наддуву.

Тема 9. Газообмін у 4-тактних двигунах. Діаграми газообміну чотиритактних ДВЗ без наддуву і з наддувом. Основи розрахунку газообміну.

Розрахунок тиску в випускному трубопроводі дизеля з газотурбінним наддувом. Особливості циклів Міллера, Аткинса.

Тема 10. Турбокомпресори. Будова та робота турбокомпресора, конструкція основних вузлів турбокомпресора. Радіальні та осьові турбіни. Переваги та недоліки. Потужність і ККД турбіни.

Тема 11. Спільна робота двигуна з турбокомпресором. Витратні характеристики компресорної і турбінної частин турбокомпресора. Узгодження характеристик турбокомпресора і двигуна. Зона помпажу. Розрахунок проточної частини турбіни і компресора.

Тема 12. Нагнітачі повітря. Типи нагнітачів для механічних систем наддуву. Будова і робота роторного і осьового нагнітачів. Переваги та недоліки. Визначення основних розмірів відцентрового компресора. Система охолодження повітря після компресора.

Тема 13. Система наддуву з хвильовим обмінником тиску («компрекс»). Динамічний наддув. Схема хвильового обмінника тиску (ХОТ). Будова і робота хвильового обмінника тиску. Визначення основних розмірів ротора. Конструктивні заходи для розширення зони ефективної роботи ХОТ. Схема динамічного наддуву. Уловлювачі хвиль. Особливості конструкції впускної системи.

Тема 14. Автоматичне регулювання турбонаддуву. Недоліки в роботі нерегульованого турбонаддуву. Класифікація систем регульованого турбонаддуву. Внутрішнє і зовнішнє регулювання. Схеми систем регульованого турбонаддуву. Переваги і недоліки. Система з перепуском частини відпрацьованих газів поза турбіною. Переваги і недоліки. Система наддуву із змінною геометрією турбіни. Переваги і недоліки. Конструктивні особливості проточної частини турбіни із змінною геометрією для турбокомпресора малої розмірності. Антипомпажні пристрої.

Тема 15. Направлення розвитку систем наддуву автомобільних ДВЗ. Розширення застосування електронних мікропроцесорних систем для керування повітряним постачанням ДВЗ і двигуном в цілому. Наддув як спосіб компенсації падіння потужності при використанні альтернативних видів палива. Наддув для газових двигунів і газодизелів.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. Для чого застосовують наддуву ДВЗ?
2. Що створює агрегат наддуву у впускній системі двигуна?
3. Звідки отримується енергія для привода нагнітача (компресора) з механічним приводом?
4. Як здійснюється зв'язок з колінчастим валом при застосуванні нагнітача (компресора) з механічним приводом?
5. Звідки отримується енергія для привода турбіни турбокомпресора?
6. Який тип зв'язку турбіни з циліндрами ДВЗ при застосуванні газотурбінного наддуву?

7. З яких матеріалів виготовляють колеса турбіни для автомобільних турбокомпресорів?
8. З яких матеріалів виготовляють колеса компресора для автомобільних турбокомпресорів?
9. Для чого застосовують проміжне охолодження наддуву («інтеркулер»)?
10. Яке явище (процеси) обмежує конструкторів збільшувати тиск наддуву в бензинових двигунах?
11. Яке явище (процеси) обмежує розробників дизелів збільшувати тиск наддуву в дизелях?
12. Які деталі турбокомпресора є нерухомими?
13. Як змінюється теплопровідність газу при зростанні температури газів (наприклад, повітря) в циліндрі двигуна від 20°C до 500°C ?
14. Як змінюється в'язкість газу при збільшенні температури відпрацьованих газів на 200 °C?
15. Як визначити абсолютну температуру газу за значень температури в °C ?
16. Чи можуть стискатися реальні гази?
17. Що таке перекриття клапанів у ДВЗ?
18. Які процеси формують газообмін у поршневих ДВЗ?
19. Чи впливає гідравлічний опір у випускній системі ДВЗ на коефіцієнт наповнення циліндра?
20. Які швидкості витікання відпрацьованих газів у момент відкриття випускного клапана в ДВЗ?
21. Які характерні риси ламінарного витікання газу?
22. Які характерні риси турбулентного витікання газу?
23. Як співвідноситься густина газу і питомий об'єм?
24. Якими явищами (процесами) забезпечується суцільність або нерозривність газового потоку?

Запитання другого рівня складності

1. Що вивчає газова динаміка? Головні задачі. Безперервність газового середовища.
2. Ламінарне і турбулентне витікання газу. Перехідний режим. Число Рейнольдса.
3. Рівняння витрати газу.
4. Газообмін у 4-тактних ДВЗ з механічним нагнітачем.
5. Газообмін у 4-тактних ДВЗ з газотурбінним наддувом.
6. Способи підвищення потужності (форсування) ДВЗ.
7. Класифікація систем наддуву.
8. Компресори для наддуву з механічним приводом.
9. Ідеальний цикл ДВЗ з імпульсною турбіною.
10. Особливості конструкції турбокомпресора.
11. Особливості конструкції компресорів для автомобільних систем газотурбінного наддуву.
12. Особливості конструкції газових турбін для автомобільних систем турбонаддуву.

13. Способи регулювання газотурбінного наддуву. Переваги і недоліки.
14. Переваги і недоліки газотурбінного наддуву.
15. Причини переважного застосування на автомобільних ДВЗ газотурбінного наддуву.

Список рекомендованої літератури

1. Теоретичні основи теплотехніки : навч. посібник / [Ю.Ф. Гутаревич, В.І. Дмитренко, А.О. Корпач, В.В. Кухтик]. – К. : НТУ, 2009. – 136 с. ISBN 978-966-632-107-0
2. Автомобільні двигуни : підручник / [Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І.]. – К. : Арістей, 2008. – 476 с. ISBN 966-8458-26-5

6. ДИСЦИПЛІНА «ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВЗ ТА ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ»

Тема 1. Поняття про характеристики ДВЗ. Загальні положення щодо визначення характеристик.

Тема 2. Визначення індикаторних показників через параметри двигуна, режими його роботи і параметри паливоповітряної суміші. Визначення індикаторної роботи в циклі через середній індикаторний тиск і робочий об'єм циліндра. Визначення індикаторної потужності як роботи *i* циліндрів двигуна за 1 с.

Тема 3. Характеристики поршневих ДВЗ. Загальні відомості. Класифікація характеристик: типові, спеціальні, токсичні. Швидкісні характеристики. Швидкісні зовнішні характеристики бензинових і газових двигунів з іскровим запалюванням. Швидкісні часткові характеристики бензинових і газових двигунів з іскровим запалюванням. Швидкісні зовнішні характеристики дизелів. Швидкісні часткові характеристики дизелів. Навантажувальні характеристики. Навантажувальні характеристики бензинових і газових двигунів. Навантажувальні характеристики дизелів. Регульовальна характеристика за кутом випередження запалювання бензинових і газових двигунів. Регульовальна характеристика за кутом випередження впорскування дизелів. Регульовальна характеристика за складом суміші бензинових і газових двигунів. Розрахункові методи визначення швидкісних та навантажувальних характеристик. Регуляторні характеристики дизелів.

Тема 4. Інші типи характеристик. Характеристики холостого ходу. Характеристики холостого ходу бензинових двигунів і дизелів. Характеристики механічних втрат у ДВЗ. Багатопараметрові характеристики. Характеристики оптимального регулювання бензинових і газових двигунів. Характеристики токсичності. Характеристики токсичності бензинового і газового двигунів. Характеристики токсичності дизеля. Універсальні (ізопараметричні) характеристики токсичності ДВЗ.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання другого рівня складності

1. Визначення індикаторної роботи в циклі двигуна внутрішнього згорання через середній індикаторний тиск і робочий об'єм циліндра.
2. Визначення індикаторної потужності двигуна внутрішнього згорання як роботи *i* циліндрів за 1 с.
3. Визначення індикаторного ККД двигуна внутрішнього згорання через індикаторну потужність та годинну витрату палива.
4. Залежність коефіцієнта наповнення бензинового двигуна повітрям від частоти обертання та навантаження.
5. Залежність коефіцієнта наповнення дизеля повітрям від частоти обертання та навантаження.
6. Залежність коефіцієнта надміру повітря бензинового двигуна від навантаження.
7. Залежність коефіцієнта надміру повітря дизеля від навантаження.
8. Залежність індикаторного ККД бензинового двигуна від складу паливоповітряної суміші.
9. Залежність індикаторного ККД дизеля від складу паливоповітряної суміші.
10. Види характеристик двигунів внутрішнього згорання.

Список рекомендованої літератури

1. Гутаревич Ю.Ф. Випробування двигунів внутрішнього згорання : навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. – К. : НТУ, 2013. – 249 с.
2. Марченко А.П. Двигуни внутрішнього згорання : серія підручників у 6 томах / Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. – Харків : Прапор, 2004. – 384 с. – ISBN 966-7880-93-1

7. ДИСЦИПЛІНА «ЕКОЛОГІЯ ТРАНСПОРТУ»

Тема 1. Екологія – комплексна наука про довкілля. Загальна екологія. Основи вчення про біосферу. Глобальні екологічні негаразди. Природні ресурси. Екологічний стан України. Структура науки про довкілля. Характеристика складових науки екології. Учення В.І. Вернадського про біосферу. Межі існування біосфери. Екологічні фактори. Поняття про ноосферу. Основні глобальні негаразди, спричинені антропогенним забрудненням довкілля.

Тема 2. Екологія та транспорт. Транспорт і його негативний вплив на довкілля. Параметричні забруднення атмосфери. Забруднення. Місце транспорту у споживанні енергетичних ресурсів і забрудненні довкілля. Класифікація джерел забруднення. Прояви негативного впливу транспорту на довкілля. Джерела шумового забруднення. Шкідливий вплив шуму на довкілля і людину. Види вібрації, методи усунення впливу вібрації. Джерела електромагнітного випромінювання автомобіля, його негативний вплив.

Тема 3. Транспортний засіб – основне джерело забруднення довкілля шкідливими речовинами. Джерела забруднення атмосфери ДВЗ. Шкідливі речовини, що надходять у атмосферу з відпрацьованими газами ДВЗ.

Тема 4. Механізм утворення шкідливих речовин у ДВЗ та їх вплив на довкілля і організм людини. Механізм утворення і вплив шкідливих речовин на організм людини. Гранично допустимі концентрації.

Тема 5. Газоаналізуюча апаратура. Масові викиди шкідливих речовин. Методи вимірювання вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах ДВЗ. Газоаналізатори. Димоміри. Розрахунок масових викидів шкідливих речовин, які надходять у атмосферу з відпрацьованими газами ДВЗ. Методика розрахунку викидів забруднюючих речовин від автомобільного транспорту. Визначення збитку, заподіяного довкіллю викидами автомобільного транспорту.

Тема 6. Нормування шкідливих викидів транспортних засобів. Нормативні документи, які законодавчо обмежують вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах ДВЗ.

Тема 7. Комплексний підхід до вирішення екологічних проблем автомобільного транспорту. Основні напрями поліпшення екологічних показників транспортних засобів. Системний підхід до вирішення проблеми захисту довкілля від забруднення різними видами транспорту. Зменшення викидів шкідливих речовин відпрацьованими газами ДВЗ. Застосування нових типів силових установок. Зменшення шкідливих викидів підтримуванням транспортного засобу у технічно справному стані. Зменшення токсичних викидів двигунів нейтралізацією та уловлюванням. Усунення викидів шкідливих речовин з картерними газами та випаровуванням з паливної системи двигуна. Застосування нових видів палив.

Тема 8. Комплексний підхід до вирішення екологічних проблем автомобільного транспорту. Основні напрями зменшення техногенного тиску. Залежність кількості шкідливих викидів від умов експлуатації. Джерела утворення промислових відходів, вплив, який вони чинять на довкілля. Збирання, зберігання, утилізація та вторинне використання спрацьованих нафтопродуктів. Забруднення довкілля стічними водами, методи і споруди для їх очищення.

Орієнтовні запитання для фахового іспиту

Запитання першого рівня складності

1. Який з розділів екології вивчає вплив на людину стану довкілля?
2. Яка система двигунів внутрішнього згорання в основному формує склад їх відпрацьованих газів?
3. Утворення яких компонентів відпрацьованих газів відбувається в циліндрах за високої температури і наявності вільного кисню?
4. Яка речовина утворюється в циліндрах двигуна в результаті піролізу в нерозпилених осередках вуглеводневого палива?
5. Які компоненти відпрацьованих газів належать до продуктів неповного згорання?

6. Вміст яких сполук у відпрацьованих газах ДВЗ зумовлений їх наявністю в паливах?
7. Гранично допустимий вміст яких компонентів встановлено в ДСТУ для бензинових двигунів в умовах експлуатації?
8. Гранично допустимий вміст яких компонентів встановлено в ДСТУ для дизелів в умовах експлуатації?
9. Який коефіцієнт необхідно враховувати при розрахунку сумарних масових викидів шкідливих речовин, зведених до СО?
10. Які види нейтралізаторів забезпечують знешкодження шкідливих речовин із застосуванням хімічних сполук – прискорювачів реакцій?
11. За яких значень коефіцієнта надміру повітря α ефективно функціонують трикомпонентні нейтралізатори?
12. Що виступає джерелами газоподібних шкідливих викидів автомобільних двигунів?
13. Який метод вимірювання концентрації оксидів вуглецю найпоширеніший в умовах експлуатації?
14. Який метод вимірювання концентрації вуглеводнів найпоширеніший в умовах експлуатації?
15. Який метод вимірювання концентрації оксидів азоту найпоширеніший в умовах експлуатації?
16. Який метод вимірювання димності відпрацьованих газів дизелів найпоширеніший в умовах експлуатації?
17. Які відносні одиниці застосовують на практиці для вимірювання шуму, вібрації та електромагнітного випромінювання?
18. В яких продуктах згорання вимірюють концентрації оксидів вуглецю та вуглеводневих сполук?

Запитання другого рівня складності

1. Біосфера, межі існування біосфери в геологічних оболонках Землі. Яке природне середовище найбільше потерпає від забруднення транспортними засобами?
2. Негативний вплив основних шкідливих речовин відпрацьованих газів ДВЗ на організм людини і довкілля.
3. Основні джерела надходження шкідливих речовин транспортних засобів в атмосферне повітря.
4. Глобальні екологічні негаразди, що виникають у масштабах планети в результаті забруднення атмосфери, у тому числі і від функціонування автомобільного транспорту.
5. Напрями поліпшення екологічних показників силових установок транспортних засобів.
6. Методи вимірювання та одиниці вимірювання показників димності відпрацьованих газів дизелів.
7. Режими перевірки відповідності гранично допустимого вмісту токсичних речовин у відпрацьованих газах бензинових двигунів в умовах експлуатації.

8. Основні етапи «життєвого циклу» транспортного засобу з огляду на його екологічну безпеку.
9. Основні напрями поліпшення екологічних показників ДВЗ.
10. Альтернативні моторні палива, що отримуються з поновлюваних джерел енергії.

Список рекомендованої літератури

1. Білявський Г.О. Основи загальної екології : підручник / Г.О. Білявський, М.М. Падун, Р.С. Фурдуй. – 2-е вид. зі змінами. – К. : Либідь, 1995. – 368 с.
2. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун [та ін.]. – К. : Арістей, 2008. – 292 с. ISBN 966-8458-86-9

ЗАТВЕРДЖУЮ



Голова Приймальної комісії,
ректор Національного транспортного
університету

Олександр ГРИЩУК

2025 р.

КРИТЕРІЇ

оцінювання підготовленості вступників на фаховому іспиті
для вступу на навчання для здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності G11 «Машинобудування» (освітньо-професійні програми
«Автомобільні двигуни», «Технічне обслуговування та діагностика
автомобільних двигунів»).

Структура оцінки фахового іспиту

Оцінка фахового іспиту складається з балів, виставлених фаховою атестаційною комісією в результаті перевірки письмової роботи вступника, виконаної ним на фаховому іспиті, за відповіді вступника на кожне з 14 запитань білета фахового іспиту.

Порядок оцінювання підготовленості вступників

Оцінку фахового іспиту визначають у такому порядку:

- 1) виставляють бали за відповіді на кожне запитання білета фахового іспиту виходячи із наведених нижче критеріїв оцінювання відповідей;
- 2) обчислюють оцінку фахового іспиту (за шкалою від 100 до 200 балів) за формулою:

$$O = 100 + \sum_{i=1}^{14} B_i,$$

де B_i – кількість балів за відповідь на i -е запитання.

Відповіді у чернетці не перевіряють та до уваги не беруть.

Критерії оцінювання відповідей на запитання

Відповідь на кожне запитання першого рівня складності (запитання з 1-го по 10-е, які передбачають вибір вступником правильного варіанта відповіді із наведених у білеті трьох варіантів відповіді, із яких тільки один правильний) оцінюють у 2 бали (якщо вибрано правильний варіант відповіді) або 0 балів (якщо вибрано неправильний варіант відповіді із запропонованих у білеті варіантів відповіді, або вибрано більше одного варіанта відповіді, або не вибрано жодного варіанта відповіді).

Відповідь на кожне запитання другого рівня складності (запитання з 11-го по 14-е, які передбачають надання вступником розгорнутої теоретичної відповіді) оцінюють балами від 0 до 20, виходячи із наведених у таблиці характеристик відповіді.

Кількість балів	Характеристика відповіді
16–20	Повна, наведена у логічно правильній послідовності відповідь, яка свідчить про всебічні, систематизовані та глибокі знання матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність вступника вільно оперувати здобутими знаннями: диференціювати та інтегрувати їх, відтворювати та аналізувати отриману інформацію, робити обґрунтовані висновки та узагальнення, виявляти й відстоювати власну позицію, переконливо висловлювати думку та чітко формулювати відповідь. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання не менше ніж на 90 %. Відповідь оцінюють у 20 балів тільки за умови надання вичерпної відповіді на запитання.
11–15	Досить повна, без суттєвих неточностей, наведена у логічно правильній послідовності відповідь, яка свідчить про ґрунтовні та систематизовані знання матеріалу навчальної дисципліни; демонструє здатність вступника впевнено оперувати здобутими знаннями: відтворювати та аналізувати отриману інформацію, пояснювати основні закономірності, робити висновки, чітко висловлювати думку та формулювати відповідь. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання на 70–90 %.
6–10	Не зовсім повна, із неточностями та окремими незначними помилками, наведена в основному у правильній послідовності відповідь, яка свідчить про задовільні знання матеріалу навчальної дисципліни, демонструє здатність вступника відтворювати основний матеріал навчальної дисципліни відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання на 50–70 %.
1–5	Фрагментарна, із суттєвими неточностями та принциповими помилками відповідь, яка свідчить про неповноту знань основного матеріалу навчальної дисципліни, демонструє наявність у вступника утруднень при відтворенні інформації відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує вступник, який відповів на запитання менше ніж на 50 %.
0	Відповідь не надано або надана відповідь не відповідає поставленому запитанню.

Оцінку фахового іспиту від 100 до 119 балів вважають незадовільною.

Голова фахової атестаційної комісії

д-р техн. наук, професор

Юрій ГУТАРЕВИЧ

12 березня 2025 р.



ДОДАТОК А

ФОРМА БІЛЕТА ФАХОВОГО ІСПИТУ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Приймальної комісії

ФАХОВИЙ ІСПИТ

Освітній ступінь магістра
Спеціальність G11 «Машинобудування»
Освітньо-професійні програми «Автомобільні двигуни»;
«Технічне обслуговування та діагностика автомобільних двигунів»

Білет № ____

Запитання I рівня складності

Запитання та варіанти відповідей		Позначення вступником вибраної відповіді
1. Текст запитання		
а) варіант відповіді		
б) варіант відповіді		
в) варіант відповіді		
2. Текст запитання		
а) варіант відповіді		
б) варіант відповіді		
в) варіант відповіді		
3. Текст запитання		
а) варіант відповіді		
б) варіант відповіді		
в) варіант відповіді		
4. Текст запитання		
а) варіант відповіді		
б) варіант відповіді		
в) варіант відповіді		
5. Текст запитання		
а) варіант відповіді		
б) варіант відповіді		
в) варіант відповіді		

6. Текст запитання	
а) варіант відповіді	
б) варіант відповіді	
в) варіант відповіді	
7. Текст запитання	
а) варіант відповіді	
б) варіант відповіді	
в) варіант відповіді	
8. Текст запитання	
а) варіант відповіді	
б) варіант відповіді	
в) варіант відповіді	
9. Текст запитання	
а) варіант відповіді	
б) варіант відповіді	
в) варіант відповіді	
10. Текст запитання	
а) варіант відповіді	
б) варіант відповіді	
в) варіант відповіді	

Запитання II рівня складності

11. Текст запитання

12. Текст запитання

13. Текст запитання

14. Текст запитання

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої ради автомеханічного факультету 26 березня 2025 року, протокол № 8.

Голова фахової атестаційної комісії