

МОН УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Олександр ГРИЩУК

« 09 » квітня 2022 р.



**ПРОГРАМА
АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
за освітньо-професійною програмою
«Автомобільні двигуни»**

**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14
«Електрична інженерія»**

**Освітня кваліфікація
Бакалавр з енергетичного машинобудування**

Київ – 2022

Програму атестаційного екзамену для атестації випускників першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільні двигуни»

за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» у 2021-2022 навчальному році розроблено кафедрою «Двигуни і теплотехніка».

Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри «Двигуни і теплотехніка». Протокол №6 ____ від 26 ____ квітня 2022 року.

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої Ради автомеханічного факультету.

Протокол № 8 ____ від 27 ____ квітня 2022 року.

Розглянуто та схвалено на засіданні Науково-методичної ради Національного транспортного університету.

Протокол № 29 ____ від 29 ____ квітня 2022 року.

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».....	12
4. Дисципліна «Автоматичне регулювання двигунів внутрішнього згорання».....	17
5. Дисципліна «Газова динаміка та агрегати наддування».....	19
6. Дисципліна «Характеристики ДВЗ та їх визначення».....	23
7. Дисципліна «Екологія транспорту».....	24
Критерії оцінювання досягнення результатів навчання	28
Додаток А. Форма білета атестаційного екзамену.....	31

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Атестаційний екзамен є формою атестації випускників першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійних програм за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» (освітньо-професійна програма «Автомобільні двигуни») галузі знань 14 «Електрична інженерія» у 2021-2022 навчальному році. Атестація завершується видачею документа встановленого зразка про присудження здобувачу освітньої кваліфікації «Бакалавр з енергетичного машинобудування».

Атестаційний екзамен передбачає оцінювання досягнення результатів навчання, визначених освітньо-професійною програмою «Автомобільні двигуни» для атестації.

Програма атестаційного екзамену для випускників першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньо-професійної програми «Автомобільні двигуни», за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» галузі знань 14 «Електрична інженерія» розроблена кафедрою двигунів і теплотехніки на основі цієї освітньо-професійної програми.

Атестаційний екзамен проводиться у письмовій формі з використанням тестових технологій. Процедура проведення атестаційного екзамену може змінюватись у разі несприятливої безпекової ситуації.

Білет атестаційного екзамену містить 14 запитань двох рівнів складності з основних профілюючих дисциплін.

Запитання першого рівня складності (з 1-го по 10-е запитання білета атестаційного екзамену) передбачають вибір студентом відповіді із наведених у білеті 3 варіантів відповіді, з яких тільки один правильний.

Запитання другого рівня складності (з 11-го по 14-е запитання білета атестаційного екзамену) передбачають надання студентом розгорнутої теоретичної відповіді.

Правильний на думку студента варіант відповіді на запитання першого рівня складності студент позначає безпосередньо на бланку білета атестаційного екзамену.

Відповідь на запитання другого рівня складності студент наводить на аркушах для 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 прямоточні.

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 атестаційного екзамену ***Запитання першого рівня складності***

1. Які бувають двигуни за способом здійснення робочого циклу?
2. Як розрізняють двигуни за видом використовуваного палива?
3. Скільки обертів кривошипа необхідно для реалізації робочого циклу чотиритактного двигуна?
4. Скільки обертів кривошипа необхідно для реалізації робочого циклу двотактного двигуна?
5. Що розуміють під поняттям «такт двигуна»?
6. Які процеси складають повний робочий цикл поршневого ДВЗ?
7. Що називається ступенем стискання в поршневому ДВЗ?
8. Який об'єм звільняється поршнем при переміщенні від верхньої до нижньої мертвої точки?
9. Який об'єм залишається над поршнем, коли поршень знаходиться у верхній мертвій точці?
10. Який об'єм розміщений 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 згоранні 1 кг палива у калориметричній бомбі при нестачі кисню?
13. Яке число характеризує здатність палива протистояти детонації?
14. Яке число характеризує здатність палива до самозаймання?
15. Під час реалізації якого процесу робочого циклу ДВЗ отримується корисна механічна робота?

16. За якого значення коефіцієнта надміру повітря утворюється бідна горюча суміш?
17. За якого значення коефіцієнта надміру повітря утворюється багата горюча суміш?
18. Який термодинамічний процес описує зміну параметрів робочого тіла за стискання і розширення у дійсному циклі?
19. За руху поршня в напрямі ВМТ чи НМТ здійснюється процес впуску свіжого заряду у чотиритактному двигуні?
20. В який момент відбувається запалювання робочої суміші в циклі бензинового двигуна?
21. В який момент починається випуск відпрацьованих газів в дійсному циклі поршневого двигуна?
22. Скільки фаз характеризують згорання робочої суміші бензинового двигуна?
23. Скільки фаз характеризують згорання робочої суміші дизеля?
24. Як називається відношення кількості повітря, що фактично бере участь у згоранні, до тієї кількості, що теоретично необхідна для повного згорання палива?
25. Яку назву отримала горюча суміш, у якої коефіцієнт надміру повітря більше одиниці?
26. Яку назву отримала горюча суміш, у якої коефіцієнт надміру повітря менше одиниці?
27. Які процеси дійсного циклу двигуна забезпечують газообмін?
28. За якого значення коефіцієнта надміру повітря отримується максимальна потужність бензинового двигуна?
29. Які складові входять до формули визначення індикаторної потужності поршневого двигуна?
30. Які складові визначають потужність механічних втрат ДВЗ?
31. У період протікання якого такту одночасно ЗАКРИТІ впускний і випускний клапани?

Запитання другого рівня складності

1. Індикаторна діаграма двигуна з іскровим запалюванням, як характеристика дійсного циклу.
2. Індикаторна діаграма дизеля. Відмінність від діаграми двигуна з іскровим запалюванням
3. Види палива для поршневих ДВЗ. Елементарний склад палива.
4. Кількість повітря, необхідного для повного згорання 1 кг рідкого палива в ДВЗ. Визначення коефіцієнту надміру повітря α .
5. Нерозділені та напіврозділені камери згорання дизелів. Їх конфігурації.
6. Процес впуску як один із процесів газообміну. Характеристика процесу через коефіцієнт наповнення η_v .
7. Процес стискання в дійсному циклі ДВЗ. Фактори, що впливають на протікання процесу.

- 8.Процес розширення в дійсному циклі поршневого ДВЗ та характеристика впливу на процес різних чинників.
- 9.Процес випуску в циклі чотиритактного ДВЗ. Умова ефективності процесу.
- 10.Середній індикаторний тиск як показник ефективності реалізації циклу ДВЗ.
- 11.Індикаторні показники робочого циклу поршневого двигуна
- 12.Ефективні показники двигуна внутрішнього згорання. Можливості їх поліпшення.
- 13.Процес згорання в двигунах з іскровим запалюванням. Характеристика фаз згорання.
- 14.Склад робочої суміші, необхідний для отримання максимальної потужності різних типів поршневих двигунів та найкращої економічності.
- 15.Процес згорання в дизелях. Характеристика фаз згорання.
- 16.Різниця між об'ємним та плівковим сумішоутворенням в дизелях. Переваги кожного типу сумішоутворення.

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 Двигуни внутрішнього згорання. Теорія : підручник / В.Г. Дяченко; За ред. А.П. Марченка. – Харків : НТУ “ХПІ”, 2008. – 488 с.
3. 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 защемлених 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. Які координати встановлюють для побудови індикаторної діаграми поршневого двигуна?
2. Які координати встановлюють для побудови розгорнутої індикаторної діаграми поршневого двигуна?
3. Як математично описується переміщення поршня автомобільного двигуна?
4. Як математично описується швидкість поршня автомобільного двигуна?
5. Як математично описується прискорення поршня автомобільного двигуна?
6. Які рухомі елементи входять до складу кривошипно-шатунного механізму?
7. Яка рухома деталь кривошипно-шатунного механізму поршневого двигуна сприймає тиск газів?
8. Які деталі кривошипно-шатунного механізму складають остов двигуна?
9. Яка різниця між сухими і мокрими гільзами циліндрів?
10. Які елементи виділяють на поршні автомобільного двигуна?
11. З яких елементів складається колінчастий вал двигуна?
12. Які додаткові елементи встановлюються на поршні для 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. Визначення координати поршня в аксіальному кривошипно-шатунному механізмі.
2. Визначення швидкості поршня ДВЗ. Значення середньої швидкості
3. Визначення прискорення поршня ДВЗ. Максимальні значення прискорення
4. Сили, що діють на деталі кривошипно-шатунного механізму поршневого ДВЗ.
5. Приведення мас КШМ, до еквівалентної двохмасової системи.
6. Циліндри поршневих ДВЗ, особливості конструкції.
7. Призначення та особливості конструкції поршневих кілець.
8. Підшипники ковзання в ДВЗ та матеріали, з яких вони виготовляються.
9. Поршні для ДВЗ. Їх основні елементи та матеріали.
10. Основні елементи колінчастих валів та їх особливості.
11. Розрахункова схема перевірки міцності поршня.
12. Розрахункова схема перевірки міцності 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. 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 розподільного типу з дозуванням відсічкою і з дозуванням дроселюванням на впуску. Переваги і недоліки. Одноплунжерні ПНВТ розподільного 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. Паливopідкачуючі 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 висуваються 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. Які горючі гази можна використовувати в автомобільних двигунах?
2. З яких елементів складається газорозподільний механізм?
3. Яка система використовує оливу для зменшення тертя у двигуні?
4. Який елемент системи живлення рідким паливом забезпечує зберігання запасу палива на борту автомобіля?
5. Який датчик у системі впорскування бензинового двигуна надає інформацію для встановлення рівня подачі бензину?
6. Який елемент системи впорскування бензину забезпечує підвищені оберти холодного двигуна?
7. Скільки форсунок встановлюється в системі розподіленого та безпосереднього впорскування бензинового двигуна?
8. Який пристрій системи живлення дизеля забезпечує формування високого тиску палива?

9. Який пристрій системи живлення дизеля здійснює подачу палива в камеру згорання?
10. Які насоси для оливи використовуються у системах мащення двигунів?
11. Яку інформацію надає датчик дросельної заслінки у системах впорскування бензинового двигуна?
12. Який елемент остову двигуна використовується для зберігання запасу оливи в системах мащення з мокрим картером?
13. Який механізм забезпечує очищення циліндра від продуктів згорання та заповнення його свіжим зарядом?
14. Яка система двигуна призначена для забезпечення оптимального теплового стану його роботи?
15. Які елементи та пристрої входять до складу системи повітряного охолодження двигуна?
16. Яке призначення термостата в системах рідинного охолодження двигуна?
17. Який пристрій забезпечує запуск двигуна легкового автомобіля?

Запитання другого рівня складності

1. Традиційна система живлення карбюраторного ДВЗ. Схема, основні елементи, вимоги до системи.
2. Елементарний карбюратор. Елементи схеми та його характеристика.
3. Загальна характеристика систем живлення бензинових ДВЗ з впорскуванням палива.
4. Види систем впорскування бензинових ДВЗ. Особливості безпосереднього впорскування палива в бензинових двигунах.
5. Системи живлення дизелів. Основні елементи та вимоги до систем.
6. Конструкція форсунок дизелів. Характеристика розпилювання палива.
7. Типи клапанних механізмів. Розміщення і конструктивні форми клапанів.
8. Привід клапанів газорозподільного механізму та способи приводу розподільного вала.
9. Система мащення, її елементи та їх конструктивні особливості.
10. Особливості конструкції систем мащення з мокрим і сухим картерами.
11. Види систем охолодження поршневих ДВЗ та вимоги до них.
12. Схема рідинної системи охолодження з розширювальним бачком.
13. Порівняння конструкції та характеристик систем повітряного і рідинного охолодження.
14. Методи та засоби регулювання оптимальної температури в системах повітряного охолодження.
15. Засоби підтримання оптимального температурного режиму ДВЗ в системах 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. 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. Які режими забезпечує дворежимний регулятор частоти обертання дизеля?
2. Що сприймає зміну частоти обертання у механічних регуляторів дизелів?
3. На яких установках зазвичай використовуються однорежимні регулятори частоти обертання?
4. Що мають на увазі під терміном «автоматизація»?
5. Що вивчає кібернетика?
6. Хто був автором першого регулятора частоти обертання для теплового двигуна?
7. Як називають агрегат, на який встановлено систему автоматичного регулювання?
8. Що є вхідними і вихідним параметрами для дизеля як об'єкта регулювання?
9. Що є вхідними і вихідним параметрами для ПНВТ як елемента системи регулювання?
10. Яке повинно бути значення фактора стійкості, щоб робота системи регулювання була стійкою?
11. Скільки класів автоматичних регуляторів встановлює державний стандарт?
12. Що є фактором при визначенні моменту умовних механічних втрат у дизелі?
13. З якою частотою обертається вал паливного насоса високого тиску у порівнянні з частотою обертання дизеля?

Запитання другого рівня складності

1. Схема та характеристика регулятора І.І. Ползунова.
2. Схема та характеристика регулятора Д. Уатта.
3. Необхідність зворотного зв'язку в САР.
4. Характеристики безперервних та дискретних сигналів в САР.
5. Функціональні схеми дизеля та споживача енергії в системах автоматичного регулювання.
6. Умова усталеності роботи САР.
7. Відмінності швидкісних характеристик паливоподачі для дозування відсичкою в ході нагнітання і дозуванням на впуску.
8. Поняття та кількісна характеристика стійкості роботи ДВЗ.
9. Принципи класифікації систем автоматичного регулювання ДВЗ.
10. Типи регуляторів частоти обертання за кількістю режимів регулювання
11. Можливість реалізації додаткових функцій регуляторами частоти обертання.
12. Схеми та принцип роботи механічних регуляторів частоти обертання ДВЗ.
13. Схема та принцип роботи гідравлічних регуляторів частоти обертання ДВЗ.
14. Схема та принцип роботи пневматичних регуляторів частоти обертання ДВЗ.
15. Схема та принцип роботи електричних регуляторів частоти обертання ДВЗ.

Список рекомендованої літератури

1. 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., Ковальчук О. В. Теорія автоматичного керування: Підручник. — 2-ге вид., перероб. і доп. — К.: Либідь, 2007. — 656 с. ISBN 978-966-06-0447-6.

5. ДИСЦИПЛІНА «ГАЗОВА ДИНАМІКА ТА АГРЕГАТИ НАДДУВАННЯ»

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, струмів 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. Яка мета застосування наддуву в ДВЗ?
2. Як змінює тиск агрегат наддуву у впускній системі двигуна?
3. Що є джерелом енергії для привода компресора з механічним приводом (нагнітача)?
4. Який зв'язок компресора з механічним приводом (нагнітача) з колінчастим валом?
5. Що є джерелом енергії для привода турбіни турбокомпресора?
6. Який тип зв'язку коліс турбіни та компресора з циліндрами ДВЗ за наявності газотурбінного наддуву?
7. З яких матеріалів виготовляють колеса турбіни для автомобільних турбокомпресорів?
8. З яких матеріалів виготовляють колеса компресора для автомобільних турбокомпресорів?

9. Яка мета застосування проміжного охолодження наддуву («інтеркулера»)?
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. Що в конструкції турбокомпресора є нерухомим?
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. Що треба зробити, щоб визначити абсолютну температуру газу за значень температури в °C ?
16. Чим відрізняються реальні гази від ідеальних?
17. Що таке перекриття клапанів у ДВЗ?
18. Що означає термін – газообмін у поршневих ДВЗ?
19. Чи впливає гідравлічний опір у випускній системі ДВЗ на коефіцієнт наповнення циліндра?
20. Які значення швидкості витікання відпрацьованих газів у момент (перша фаза) відкриття випускного клапана в ДВЗ?
21. Що є характерним для ламінарного витікання газу?
22. Що є характерним для турбулентного витікання газу?
23. Чи є залежність між густиною газу і питомим об'ємом?
24. Що забезпечує суцільність або нерозривність газового потоку?

Запитання другого рівня складності

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

15. Способи регулювання газотурбінного наддуву. Переваги і недоліки.

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 і 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. В яких одиницях виміру оцінюють склад паливоповітряної суміші?
2. Який показник характеризує димність відпрацьованих газів ДВЗ.
3. Як змінюється витрата повітря при визначенні характеристики двигуна з іскровим запалюванням за складом суміші?
4. Як змінюється витрата повітря при визначенні характеристики двигуна з іскровим запалюванням за кутом випередження запалювання?
- 5 Як змінюється індикаторний к.к.д. дизеля з збідненням паливоповітряної суміші?

Запитання другого рівня складності

1. Поясніть, які параметри входять в наведену формулу індикаторної потужності, які одиниці їх виміру?
2. Поясніть, які параметри входять в наведену формулу індикаторного крутного моменту, які одиниці їх виміру?
3. Поясніть, які параметри входять в наведену формулу індикаторного к.к.д. двигуна, які одиниці їх виміру?
4. Покажіть графічну залежність коефіцієнта наповнення бензинового двигуна повітрям від частоти обертання та навантаження. Поясніть цю залежність.
5. Покажіть графічну залежність коефіцієнта наповнення дизеля повітрям від частоти обертання та навантаження. Поясніть закономірність.
6. Покажіть графічну залежність коефіцієнта надміру повітря бензинового двигуна від навантаження. Поясніть закономірність.
7. Покажіть графічну залежність коефіцієнта надміру повітря дизеля від навантаження. Поясніть закономірність.
8. Покажіть графічну залежність індикаторного ККД бензинового двигуна від складу паливоповітряної суміші. Поясніть закономірність.
9. Покажіть графічну залежність індикаторного ККД дизеля від складу паливоповітряної суміші. Поясніть закономірність.
10. Покажіть графіки зміни показників в швидкісних зовнішніх характеристиках бензинового двигуна. Поясніть закономірності.
11. Покажіть графіки зміни показників в навантажувальних характеристиках бензинового двигуна. Поясніть закономірності.
12. Покажіть графіки зміни показників в навантажувальних характеристиках дизеля. Поясніть закономірності.

Список рекомендованої літератури

1. Випробування двигунів внутрішнього згорання : навчальний посібник / Ю.Ф. Гутаревич, А.О. Корпач, А.Г. Говорун. – К. : НТУ, 2013. – 249 с.

2. Марченко А.П., Рязанцев М.К., Шеховцов А.Ф. Двигуни внутрішнього згорання: Серія підручників у 6 томах. Підручник. — 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 атестаційного екзамену

Запитання першого рівня складності

1. Основне джерело шкідливих викидів ДВЗ.
2. Основні забруднюючі речовини в відпрацьованих газах ДВЗ.
3. Яка забруднююча речовина утворюється в циліндрах ДВЗ при високій температурі і наявності кисню?
4. Як впливає на інтенсивність утворення оксиду вуглецю склад паливоповітряної суміші?
5. Як впливає на концентрацію в відпрацьованих газах вуглеводнів склад паливоповітряної суміші?
6. До якого компонента приводять сумарні шкідливі викиди відпрацьованих газів?
7. Як впливає на інтенсивність утворення оксидів азоту склад паливоповітряної суміші?
8. Які компоненти відпрацьованих газів ДВЗ належать до продуктів неповного згорання?
9. Яка речовина утворюється в циліндрах двигуна в результаті піролізу палива?
10. Яка система двигуна внутрішнього згорання найбільш впливає на склад відпрацьованих газів?

Запитання другого рівня складності

- 1 Біосфера, межі існування біосфери. Яке природне середовище найбільше потерпає від забруднення транспортними засобами?

2. Який негативний вплив основних шкідливих речовин відпрацьованих газів ДВЗ на організм людини і довкілля?

3. Охарактеризуйте глобальні екологічні негаразди, що виникають у масштабах планети в результаті забруднення атмосфери, у тому числі і від функціонування автомобільного транспорту.

4. Напрями поліпшення екологічних показників ДВЗ.

5. Охарактеризуйте відомі альтернативні моторні палива,

6. Покажіть графічну залежність концентрації оксиду вуглецю в відпрацьованих газах двигуна з іскровим запалюванням від складу паливоповітряної суміші. Поясніть закономірність.

7. Покажіть графічну залежність концентрації вуглеводнів в відпрацьованих газах двигуна з іскровим запалюванням від складу паливоповітряної суміші. Поясніть закономірність.

8. Методи вимірювання та одиниці вимірювання показників димності відпрацьованих газів дизелів.

9. Гранично допустимий вміст яких компонентів встановлено в ДСТУ для автомобілів з бензиновими двигунами в умовах експлуатації? Режими перевірки.

10. Гранично допустимий вміст якого компонента встановлено в ДСТУ для автомобілів з дизелями в умовах експлуатації? Режим перевірки.

Список рекомендованої літератури

1. 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. / Гутаревич Ю.Ф., Зеркалов Д.В., Говорун А.Г. [та ін.]. – К. : Арістей, 2008. – 292 с. ISBN 966-8458-86-9



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Олександр ГРИЩУК

«_____» _____ 2022 р.

КРИТЕРІЇ
оцінювання досягнення результатів навчання
на атестаційному екзамені за освітньо-професійною програмою
«Автомобільні двигуни»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування»
галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Структура оцінки атестаційного екзамену

Оцінка *атестаційного екзамену* (за шкалою від 0 до 100 балів) складається із суми балів, виставлених атестаційною комісією в результаті перевірки письмової роботи, виконаної студентом під час атестаційного екзамену, за відповіді студента на кожне з 14 запитань білета атестаційного екзамену.

Порядок оцінювання досягнення результатів навчання

Оцінку атестаційного екзамену визначають у такому порядку:

- 1) виставляють бали за відповіді на кожне запитання білета атестаційного екзамену виходячи із наведених нижче критеріїв оцінювання відповідей;
- 2) обчислюють оцінку атестаційного екзамену за формулою:

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

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 студентом відповіді із наведених у білеті 3 варіантів відповіді, із яких тільки один правильний) може бути оцінена у 2 бали (якщо вибрано правильну відповідь) або 0 балів (якщо вибрано

неправильну відповідь із запропонованих у білеті варіантів відповіді, або вибрано більше одного варіанта відповіді, або відповідь не надано).

Відповідь на кожне запитання другого рівня складності (запитання з 11-го по 14-е, які передбачають надання студентом розгорнутої теоретичної відповіді) може бути оцінена балами від 0 до 20.

Відповідь на запитання другого рівня складності оцінюють 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 студента 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 студент, 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 студента 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 студент, 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 студента відтворювати основний матеріал навчальної дисципліни відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує студент, 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 студента утруднень при відтворенні інформації

	відповідно до поставленого запитання. Як правило, таку оцінку отримує студент, який відповів на запитання менше ніж на 50 %.
0	Відповідь не надано або надана відповідь не відповідає поставленому запитанню.

Оцінка атестаційного екзамену від 0 до 59 балів вважається незадовільною.

Завідувач кафедри двигунів
і теплотехніки
д-р техн. наук, професор



Юрій Гутаревич

ДОДАТОК А
ФОРМА БІЛЕТА АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ
 НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АТЕСТАЦІЙНИЙ ЕКЗАМЕН

*Освітня програма «Автомобільні двигуни»
 спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»*

Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Завідувач кафедри
двигунів і теплотехніки

Білет № ____

Запитання I рівня складності

Запитання та варіанти відповідей	Позначення студентом 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 кафедри двигунів і теплотехніки.
Протокол № 6 від 26 квітня 2022 року.

Розглянуто та схвалено на засіданні Вченої Ради автомеханічного факультету.

Протокол № 8 від 27 квітня 2022 року.

Розглянуто та схвалено на засіданні Науково-методичної ради Національного транспортного університету.

Протокол №29 від 29 квітня 2022 року.