

Міністерство освіти і науки України
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Голова приймальної комісії НУК

Євген ТРУШЛЯКОВ

" *квітень* " 2023 р.

ПРОГРАМА

фахового іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня вищої освіти магістра

Спеціальність

142 Енергетичне машинобудування

Освітня програма

Двигуни внутрішнього згорання

Програму фахового іспиту розроблено робочою групою освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння» під керівництвом гаранта к.т.н., доц., Гогоренко Олексія Анатолійовича.

Гарант

Олексій ГОГОРЕНКО

Програма обговорена та узгоджена на засіданні Вченої ради Машинобудівного навчально-наукового інституту (протокол №09-22/23 від 26 квітня 2023 р.).

Директор МННІ

Сергій СЕРБІН

Програму розглянуто та затверджено рішенням приймальної комісії від 28 квітня 2023 р. протокол № 8.

Відповідальний секретар
приймальної комісії

Аркадій ПРОСКУРІН

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Фаховий іспит спрямований на комплексну перевірку рівня професійних знань з метою конкурсного відбору вступників при вступі до Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова для здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» освітньої програми «Двигуни внутрішнього згоряння».

Кожен екзаменаційний білет сформований у вигляді тесту, який складається з 50 завдань. До кожного з завдань пропонується чотири варіанта відповіді, один з яких є вірним.

Тривалість проведення фахового іспиту 120 хвилин. Результат фахового іспиту оцінюється за шкалою від 100 до 200 балів. Мінімальна оцінка з фахового іспиту для участі в конкурсному відборі становить 100 балів.

Критерії оцінювання, структура оцінки і порядок оцінювання підготовленості вступників відповідають «Положенню про організацію прийому до Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова при вступі на навчання на основі раніше здобутого ступеня (освітньо-кваліфікаційного рівня) у 2023 році».

2. ТЕМАТИКА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ

Зміст екзаменаційних завдань визначається вимогами до переліку компетентностей та якості знань осіб, які здобули ступінь «бакалавр з двигунів внутрішнього згоряння» і базується на змістових модулях дисципліни "Теорія двигунів внутрішнього згоряння", яка містить відомості з принципу дії двигунів внутрішнього згоряння різних типів, розкриває сутність робочих процесів у їх робочих циклах, особливості математичного розрахунку кожного з цих процесів в рамках математичних моделей різного рівня складності, висвітлює зв'язки між циклічними процесами в системах газообміну, паливоподачі та повітропостачання з процесами в циліндрах двигуна, а також містить базові знання про призначення

основних систем двигунів внутрішнього згоряння та основні конструктивні схеми двигунів.

На фаховий іспит виносяться такі змістові модулі дисципліни «Теорія двигунів внутрішнього згоряння»:

Блок змістових модулів № 1. Загальні відомості про ДВЗ.

1. Змістовний модуль №1. Історія виникнення та розвитку ДВЗ. Визначення та класифікація ДВЗ. Маркування та позначення ДВЗ.
2. Змістовий модуль №2. Схема роботи ДВЗ: двотактного та чотиритактного, атмосферного та з наддувом, з примусовим запаленням та з самоzapаленням палива.
3. Змістовий модуль №3. Робочі тіла та їх властивості. Термодинамічні властивості свіжого заряду та продуктів згоряння. Палива, що застосовуються в ДВЗ та їх основні властивості.

Блок змістових модулів № 2. Термодинамічний та розрахунковий цикли ДВЗ.

4. Змістовий модуль №1. Термодинамічні основи робочих циклів ДВЗ. Ідеальний термодинамічний цикл ДВЗ для різних типів підведення та відведення тепла. Основні припущення, що приймаються при аналізі роботи двигуна за допомогою ідеальних термодинамічних циклів.
5. Змістовий модуль №2. Дослідження та оптимізація термодинамічних циклів. Порівняння циклів поршневих ДВЗ з підведенням тепла при постійному об'ємі, з підведенням тепла при постійному тиску, зі змішаним підведенням тепла. Порівняння циклів комбінованих двигунів з імпульсним та ізобарним турбонаддувом, з силовою турбіною; визначення шляхів підвищення ефективності роботи ДВЗ.
6. Змістовий модуль №3. Процеси дійсного та розрахункового циклів ДВЗ за методикою Грінєвського – Мазінга. *Процес наповнення.* Визначення параметрів робочого тіла в кінці процесу наповнення. Визначення коефіцієнту наповнення для двигунів різного типу. *Процес стиснення.* Нестационарний характер теплообміну в

циліндрі під час стиснення. Визначення умовного показника політропи стиснення та параметрів робочого тіла наприкінці стиснення. *Процес згоряння*. Визначення теоретично необхідної кількості повітря для повного згоряння палива, визначення коефіцієнту надлишку повітря. Зміна кількості робочого тіла під час процесу згоряння, коефіцієнти молекулярної зміни. Загальне уявлення про характеристики тепловиділення та характеристики використання тепла. Визначення максимального тиску та температури в процесі згоряння. *Розширення та випуск*. Розрахунок умовного показника політропи розширення та параметрів газу в кінці процесу розширення. Визначення параметрів газу в випускному колекторі. Загальне уявлення про баланс потужностей турбіни та компресору турбокомпресору.

Блок змістових модулів № 3. Індикаторні та ефективні показники робочого циклу ДВЗ та показники токсичності відпрацьованих газів.

7. Змістовний модуль №1. Індикаторні показники робочого циклу ДВЗ. Визначення середнього індикаторного тиску, індикаторної потужності, індикаторного ККД та питомої індикаторної витрати пального. Порівняння різних типів двигунів за індикаторними показниками. Механічні втрати та ефективні показники робочого циклу ДВЗ. Основні компоненти, що входять до складу механічних втрат, способи розрахунку величини механічних витрат в залежності від режиму роботи двигуна. Визначення середнього ефективного тиску, ефективного ККД, ефективної потужності та питомої ефективної витрати пального.

8. Змістовий модуль №2. Побудова теоретичної та дійсної індикаторної діаграми двотактного та чотиритактного двигуна.

9. Змістовий модуль №3. Утворення шкідливих речовин при роботі ДВЗ. Важливість проблеми зменшення токсичності відхідних газів ДВЗ. Норми токсичності. Нормування та шляхи зменшення токсичності відпрацьованих газів двигунів з примусовим запаленням. Нормування та шляхи зменшення токсичності відпрацьованих газів дизельних двигунів.

Блок змістових модулів № 4. Процеси дійсного циклу. Паливоподача та згоряння палива.

10. Змістовий модуль №1. Процеси сумішоутворення в двигунах різних типів. Способи сумішоутворення у двигунах з примусовим запаленням: карбюрація, впорскування палива, форкамерне сумішоутворення.

11. Змістовий модуль №1. Процеси сумішоутворення в двигунах різних типів. Впорскування палива у дизельних двигунах та типи сумішоутворення в дизелях: з розділеними, напіврозділеними та нерозділеними камерами згоряння.

12. Змістовий модуль №2. Термодинаміка та термохімія процесів згоряння. Основи фізико-хімічних процесів запалення та згоряння палива. Характеристики тепловиділення та характеристики використання тепла двигунів різних типів.

13. Змістовий модуль №3. Системи паливоподачі двигунів різних типів. Системи паливоподачі двигунів з примусовим запаленням – бензинових та газових. Системи паливоподачі дизельних двигунів.

14. Змістовий модуль №4. Моделювання та розрахунок процесу згоряння палива. Розрахунок характеристик тепловиділення за методикою Вібе. Границі допустимості використання рівнянь Вібе, їх переваги та недоліки. Моделювання та розрахунок процесу згоряння палива. Розрахунок характеристик тепловиділення дизельних двигунів за методикою Разлейцева. Загальне уявлення про сучасні підходи до моделювання процесу вигорання палива для тривимірної постановки задачі.

Блок змістових модулів № 5. Процеси дійсного циклу. Газообмін та наддув ДВЗ.

15. Змістовий модуль №1. Параметри, що характеризують процеси газообміну, їх визначення та орієнтовні значення для двигунів різного типу.

16. Змістовий модуль №2. Особливості протікання та способи розрахунку процесів газообміну чотиритактних ДВЗ з примусовим запаленням та з самозапаленням палива. Особливості протікання та способи розрахунку процесів газообміну двотактних ДВЗ з примусовим запаленням та з самозапаленням палива.

17. Змістовий модуль №3. Наддув ДВЗ. Різновиди наддуву: механічний, газотурбінний, комбінований наддув. Агрегати для наддуву ДВЗ, їх стисла характеристика. Сумісна робота компресорів різного типу та поршневої частини двигуна. Необхідність регулювання турбокомпресора та основні способи регулювання. Сумісна робота турбіни та компресору в складі турбокомпресора. Характеристики турбокомпресора. Підбір турбокомпресору для двигунів різного призначення.

Блок змістових модулів № 6. Теплопередача та тепловий баланс в ДВЗ. Експлуатаційні режими та характеристики роботи.

18. Змістовий модуль №1. Теплопередача та теплообмін в ДВЗ. Загальна характеристика процесів теплообміну в ДВЗ. Необхідність охолодження деталей ЦПГ. Проблема створення адіабатного двигуна. Методи розрахунку теплового стану деталей ЦПГ ДВЗ. Метод одновимірного теплового потоку крізь стінку сталої товщини, метод двовимірного уявлення для деталей, симетричних відносно центральної вісі, метод кінцевих елементів.

19. Змістовий модуль №2. Тепловий баланс ДВЗ. Тепловий баланс поршневих та комбінованих двигунів, двигунів різного призначення. Тепловий баланс як критерій оптимізації двигунів. Утилізація теплових втрат.

20. Змістовий модуль №3. Загальні відомості про характеристики та режими роботи ДВЗ. Швидкісні та навантажувальні характеристики, характеристики споживачів, характеристики регулювання та багатопараметральні характеристики ДВЗ.

21. Змістовий модуль №4. Методи розрахунку робочого циклу ДВЗ за характеристикою роботи.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О. М. Артюх та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 264 с.

2. Grieshabe, H., Raatz, T. (2014). Basic principles of the diesel engine. In: Reif, K. (eds) Diesel Engine Management. Bosch Professional Automotive Information. Springer Vieweg, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-03981-3_3

4. Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. Миколаїв : НУК, 2018. 151 с.

5. Latache M. Pounder's marine diesel engines and gas turbines. Tenth edition. Elsevier Ltd, 2021. 930 p.

7. Наливайко В. С., Тимошевський Б. Г., Ткаченко С. Г. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підруч. Миколаїв : Вид-во Торубара В.В., 2015. 332 с.

8. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах / за редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф Шеховцова. Харків: Видавн. центр НТУ "ХПІ", 2004. Т. 1: Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. 493 с.

9. Черниш І. І., Кар'янський С. А., Оженко Є. М. Сучасні суднові дизелі: особливості конструкції, експлуатації та автоматизованого управління. Одеса : НУ «ОМА», 2019. 217 с.