

**Програма підготовки магістрів у галузі знань  
14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне  
машинобудування"  
спеціалізація (освітня програма) "Двигуни внутрішнього згорання"**

**"Оптимізація режимів роботи двигунів внутрішнього згорання"**

**120 год. / 4 кредитів ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

*Навчальний контент*

**Модуль 1**

**Змістовий модуль 1. Режими роботи головних двигунів (ГД): при швартовних випробуваннях судна; при буксируванні возу; у багатовальній установці та при зміні водотоннажності судна**

**Тема 1.** Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна. Вплив елементів гребного гвинта і вибору розрахункового режиму на швартовну характеристику та можливості її оптимізації.

**Тема 2.** Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при відключенні різної кількості гребних гвинтів. Вплив стану відключених гвинтів на роботу працюючих двигунів.

**Тема 3.** Спосіб побудови та оптимізації обтяжувальної гвинтової характеристики. Визначення допустимих значень частоти обертання і потужності двигуна при буксируванні однотипного судна.

**Тема 4.** Спосіб побудови характеристики при перевантаженні судна і при ході судна в баласті. Визначення допустимих параметрів роботи та їх оптимізація.

**Змістовий модуль 2. Режими роботи ГД при плаванні судна на мілкій воді та в обмеженому фарватері, у складі багатомашинної установки, з тривалим часом експлуатації судна**

**Тема 5.** Причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді та спосіб їх побудови.

**Тема 6.** Вплив стану корпусу судна і гребного гвинта при тривалій експлуатації на обтяжування гвинтових характеристик і його кількісна оцінка.

**Тема 7.** Способи побудови обтяжувальних характеристик для працюючих двигунів при відключенні різної кількості двигунів. Визначення допустимих параметрів роботи.

**Тема 8.** Особливості роботи головних двигунів на ГРК для багаторежимних суден. Способи побудови обтяжувальних гвинтових характеристик для ГРК. Особливості оптимізації.

## **Модуль 2.**

**Змістовий модуль 3. Режим роботи ГД при зрушенні судна з місця при розгоні, при реверсуванні та при плаванні судна в штормову погоду**

**Тема 9.** Особливості режимів зрушення судна з місця для двигунів із жорстким з'єднанням із валопроводом і при наявності роз'єднувальної муфти, а також при виході з ладу регулятора.

**Тема 10.** Змінювання основних параметрів двигуна при нормальному і екстремому розгоні судна, їх оптимізація.

**Тема 11.** Фаза процесу реверсування для двигуна і судна. Особливості реверсування для різних типів дизельних установок.

**Тема 12.** Вплив стану моря і напрямку руху судна на обтяжування гвинтових характеристик. Кількісна оцінка коефіцієнта обтяжування в штормову погоду.

**Змістовий модуль 4. Режим роботи головних двигунів при виході судна на циркуляцію, при відключенні циліндрів, при виході з ладу турбокомпресора та при реверсуванні ГД за допомогою ГРК. Паралельна робота та перехідні режими судових дизель-генераторів**

**Тема 13.** Характеристика і основні параметри процесу циркуляції. Визначення умов роботи та оптимізація режиму роботи двигуна при циркуляції.

**Тема 14.** Криві дії гвинта регульованого кроку при реверсуванні. Фази реверсування, їх характеристики і шляхи оптимізації. Робота головного двигуна при реверсуванні судна з ГРК.

**Тема 15.** Способи забезпечення однакового завантаження різних дизель-генераторів. Оптимізація режимів їх сумісної роботи. Порядок введення дизель-генератора в паралель до робочого дизель-генератора без їх перевантаження. Пікові та аварійні дизель-генератори.

**Тема 16.** Зміна основних параметрів двигуна при різкому накиданні та скиданні навантаження. Шляхи покращення перехідних режимів двигунів з газотурбінним наддувом. Конструктивні рішення.

**Тема 17.** Особливості зміни режимів роботи ДВЗ при відключенні циліндрів унаслідок виходу із ладу елементів паливної апаратури і при демонтажі деталей КШМ.

**Тема 18.** Особливості проходження режимів роботи при виході із ладу турбокомпресора в дво- і чотиритактних двигунах.

**Програма підготовки магістрів у галузі знань  
14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне  
машинобудування"  
спеціалізація (освітня програма) "Двигуни внутрішнього згорання"**

**"Оптимізація режимів роботи двигунів внутрішнього згорання"**

**120 год. / 4 кредитів ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

*Теми практичних занять*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні конструктивні способи полегшення швартовних характеристик судна (за рахунок: ГРК; встановлення гвинтів меншого діаметру на період випробувань; часткового оголення гвинта внаслідок диферента на ніс)	2
2	Розрахунок та оптимізація обтяжувальної характеристики судна з двовальною установкою, гвинти якого мають різні геометричні характеристики	2
3	Розрахунок та способи оптимізації експлуатаційних гвинтових характеристик з урахуванням терміну і напруженості експлуатації судна	2
4	Визначення допустимих параметрів роботи ДВЗ для установок з різною кількістю головних двигунів і різними обмежувальними характеристиками	2
5	Побудова сумісної діаграми реверсування головного двигуна і гвинта	1
6	Методика розрахунку впливу штормової погоди на гвинтову характеристику і застосування її для вирішення різних практичних задач	2
7	Побудова діаграм реверсування для судна з прямою передачею потужності на гвинт і для судна з реверс-	2

	редукторною передачею потужності на гвинт	
8	Набуття практичних навичок із введення дизель-генераторів у паралельну роботу. Порядок підключення пікових і аварійних дизель-генераторів	1
9	Визначення навантаження головних і допоміжних двигунів при відключенні циліндрів і демонтажу деталей КШМ	1
<b>Разом</b>		<b>15</b>

**Програма підготовки магістрів у галузі знань  
14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне  
машинобудування"  
спеціалізація (освітня програма) "Двигуни внутрішнього згорання"**

**"Оптимізація режимів роботи двигунів внутрішнього згорання"**

**120 год. / 4 кредитів ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

*Теми самостійних занять*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Порівняння різних способів полегшення швартовних характеристик	5
2	Методи оцінювання додаткового опору непрацюючих гвинтів	5
3	Вплив елементів гребного гвинта на допустиму потужність при буксируванні воза	5
4	Сутність "адміралтейської" формули	5
5	Застосування діаграм Апхутіна при плаванні судна на мілкій воді	2
6	Способи захисту корпусу судна від обростання	3
7	Вплив обмежувальної характеристики на роботу ДВЗ у двомашинній установці	2
8	Переваги і недоліки гвинтів регульованого кроку	2
9	Порівняти застосування ручного керування і за допомогою регулятора при зрушенні судна з місця	2
10	Сутність екстреного розгону судна і його вплив на роботу ГД	3
11	Циркуляція судна	3
12	Застосування "контр повітря" при реверсуванні ДВЗ	2
13	Причини обтяжування гвинтових характеристик при	6

	плаванні судна в штормову погоду	
14	Особливості побудови гвинтової характеристики в умовах заданого хвилювання	6
15	Умови роботи двигуна при циркуляції судна	6
16	Сутність "пікового" дизель-генератора	6
17	Зміна навантаження на головний двигун при плаванні судна в штормову погоду	6
18	Способи покращення показників перехідного режиму двигуна з наддувом	6
19	Науково-дослідна робота	15
	<b>Разом</b>	<b>90</b>

**Програма підготовки магістрів у галузі знань  
14 – "Електрична інженерія" зі спеціальності 142 – "Енергетичне  
машинобудування"  
спеціалізація (освітня програма) "Двигуни внутрішнього згорання"  
"Оптимізація режимів роботи двигунів внутрішнього згорання"**

**120 год. / 4 кредитів ЕКТС  
(15 год. лекцій, 15 год. практичних занять)**

*Завдання для поточного та підсумкового контролю*

**Контрольні питання 1-го модуля**

1. Коли в експлуатації судна зустрічається режим, близький до швартовного?
2. Які способи полегшення гвинтової характеристики на швартовах?
3. Що таке потоконаправляюча камера?
4. Що означає парціальна робота гребних гвинтів?
5. Як визначити додатковий опір, що створюють застопорені чи вільнообертові гвинти?
6. Як впливають елементи гребного гвинта на допустимі параметри роботи при відключенні декількох гвинтів?
7. На скільки змінюється опір буксира при буксируванні однотипного судна?
8. Як впливає тип двигуна на допустимі параметри при буксируванні однотипного судна?
9. Що таке "адміралтейська" формула потужності?
10. Як визначити допустимий режим роботи при ході судна в баласті?
11. Які причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна на мілкій воді?
12. Що таке діаграми Апхтіна і коли вони застосовуються?
13. Від чого залежить обростання корпусу судна з часом експлуатації судна?
14. Що таке коефіцієнт напруженості експлуатації й як він впливає на обтяжування гвинтових характеристик?
15. Для чого виключається частина двигунів у багатомашинній установці?
16. Як впливає тип обмежувальної характеристики на допустимі режим роботи працюючих двигунів при відключенні інших?



17. Коли треба застосовувати гвинти регульованого кроку?
18. Що таке "тяговий" і "швидкісний" гребний гвинт?
19. Як побудувати обтяжувальну характеристику для гвинта регульованого кроку?
20. Що таке економічна характеристика двигуна?
21. У чому особливість економічної характеристики для дизель-генераторів змінного струму?
22. Який спосіб отримання стендової гвинтової характеристики?
23. У чому сутність імітації умови роботи на гребний гвинт?
24. Особливості визначення експериментальним шляхом регуляторної характеристики.
25. Призначення граничних і всережимно-граничних регуляторів для судових ДВЗ.
26. Особливості впливу кута випередження запалення на регульовані характеристики ДВЗ.
27. Особливості впливу кута випередження подачі палива на регульовані характеристики ДВЗ.
28. Що таке режим холостого ходу двигуна?
29. Як знімається характеристика режиму холостого ходу ДВЗ?
30. Як визначити потужність механічних втрат на різних швидкісних режимах?

### **Контрольні питання до 2-го модуля**

1. Які умови треба виконати для гарантованого забезпечення процесу зрушення судна з місця?
2. Чим не задовольняє ручне керування двигуном при зрушення судна з місця?
3. Які умови треба виконати, щоб без перевантаження двигуна розігнати судно від швидкості  $V_1$  до швидкості  $V_2$ ?
4. Коли прибігають до екстреного розгону і яка небезпека для двигуна при цьому виникає?
5. Чим характеризується процес реверса для двигуна і для судна?
6. Які основні фази процесу реверса двигуна?
7. Що таке вибіг судна при реверсуванні і як його визначити?
8. Як скоротити процес реверса?
9. Які особливості процесу реверса за допомогою реверсивного редуктора чи муфти?
10. Які причини обтяжування гвинтових характеристик при плаванні судна в штормову погоду?

11. Які навантаження витримує двигун при ручному керуванні та за допомогою регулятора в штормову погоду?
12. Що треба врахувати для кількісної оцінки впливу штормової погоди?
13. Які основні параметри процесу циркуляції?
14. Який двигун більше навантажується в двовальній установці при циркуляції вправо?
15. Які основні фази процесу реверсування за допомогою ГРК?
16. Як треба розвертати лопаті ГРК при реверсуванні, щоб не перевантажити головний двигун?
17. Як впливає ступінь нерівномірності регулятора на завантаження паралельно працюючих дизель-генераторів?
18. Як впливає зона нечутливості регулятора на завантаження паралельно працюючих дизель-генераторів?
19. Що таке піковий дизель-генератор і які особливості його підключення?
20. Які основні показники перехідного режиму дизель-генератора?
21. У чому труднощі застосування двигунів з наддувом для дизель-генераторів?
22. Як покращити показники перехідного режиму двигуна з газотурбінним наддувом?
23. Як визначити допустимі параметри роботи допоміжного двигуна при відключенні одного чи декількох циліндрів?
24. У чому особливість роботи головного двигуна при відключенні циліндрів?
25. Як впливає демонтаж деталей кривошипно-шатунного механізму на нерівномірність обертання, зрівноваженість і крутильні коливання двигуна?
26. Які додаткові заходи треба виконати для нормальної роботи двигуна після демонтажу деталей КШМ?
27. Який вплив чинить вихід із ладу турбокомпресора на роботу 4-тактного двигуна?
28. Як визначити допустимий режим роботи головного 4-тактного двигуна при виході із ладу турбокомпресора?
29. Які особливості роботи 2-тактного двигуна при виході із ладу одного чи декількох турбокомпресорів?
30. Які переваги і недоліки гвинтів регульованого кроку?