

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Судові енергетичні установки та
устаткування "**

"Проектування систем судових енергетичних установок"

**150 год. / 9 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій , 15 год. практичних занять)**

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Проектування паливних систем СЕУ

Тема 1. Основні сорти палив, що використовуються на судах та їх властивості. Трубопроводи приймання, перекачування, зберігання та видачі на берег палива. Призначення, основні функції, принципові схеми для різних типів головних двигунів. Принципова схема приймання та перекачування палива. Розрахунок основних параметрів обладнання, що включає система. Визначення подачі паливоперекачуючого насоса. Особливості обладнання вкладних і корпусних цистерн. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні паливних систем.

Тема 2. Трубопровід підготовки палива перед подачею його у двигун. Найбільш розповсюджені схеми трубопроводів підготовки палива. Розрахунок основних параметрів і підбір обладнання. Особливості відстоювання, сепарації, фільтрації та гомогенізації палива.

Тема 3. Трубопровід подачі палива для роботи двигунів. Існуючі схеми подачі палива при роботі на мало-, середньо- і високов'язких сортах палива. Включення контуру циркуляції палива у систему паливоподачі. Розрахунок основних параметрів обладнання системи паливоподачі.

Тема 4. Визначення подачі паливопідкачувального насоса. Визначення подачі циркуляційного насоса. Підбір паливних сепараторів і режими їх роботи. Визначення площі теплопередаючої поверхні паливопідігрівача у системі паливоподачі.

Змістовий модуль 2. Проектування систем змащення СЕУ

Тема 5. Марки масел, що використовуються у сучасних двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ). Призначення системи змащення. Класифікація систем за основними ознаками: циркуляційні, проточні; за розташуванням циркуляційного масла: сухий, мокрий та полусухий картер; за коефіцієнтом кратності циркуляції; за способом створення тиску в системі змащення: за допомогою масляного насоса, гравітаційним способом, комбінованим способом. Рекомендації для різного типу систем. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні.

Тема 6. Визначення кількості циркуляційного масла, необхідного для змащення та одночасного відведення теплоти від поверхонь тертя. Визначення кількості циркуляційного масла, необхідного для охолодження поршнів двигунів. Визначення подачі головного циркуляційного насоса. Конструктивна схема лубрикаторів.

Змістовий модуль 3. Проектування систем охолодження СЕУ

Тема 7. Основні типи теплоносіїв, що використовуються у системах охолодження (паливо, масло, вода) та їх теплофізичні властивості. Призначення, класифікація за основними ознаками. Схема прямої системи охолодження. Схема двоконтурної системи охолодження. Три- та більше контурне охолодження. Зіставлення переваг і недоліків указаних систем. Розрахунок параметрів і вибір основних елементів системи. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні систем охолодження.

Тема 8. Визначення кількості теплоти, яка відводиться від циліндрів при різних схемах охолодження. Особливості розрахунку головного циркуляційного насоса. Визначення подачі центрального циркуляційного насоса. Кількість теплоти, яка відводиться від циліндрів, масла, поршнів (при охолодженні).

Модуль 2

Змістовий модуль 4. Проектування систем пуску двигунів за допомогою стиснутого повітря

Тема 9. Система пуску двигунів. Класифікація пускових систем ДВЗ. Розрахунок запасу пускового повітря, яке повинно зберігатись у пускових

балонах. Розробка принципів схем при пуску від стиснутого повітря у відповідності до вимог морських класифікаційних товариств. Особливості пуску двигуна за допомогою стиснутого повітря при двох варіантах: при проходженні всього пускового повітря через повітророзподільвач; через повітророзподільвач проходить тільки керуюча частина повітря.

Тема 10. Розрахунок ємності пускових балонів для головних двигунів. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні системи пускового повітря.

Змістовий модуль 5. Проектування систем газовідведення СЕУ

Тема 11. Система газовідведення. Призначення системи. Складання принципової схеми системи випуску газів із двигуна. Розрахунок діаметра газоходу головних і допоміжних двигунів, котлів та інсинераторів. Визначення товщини ізоляції на ділянці між турбокомпресором та утилізаційним парогенератором головного двигуна. Розрахунок теплового розширення труби газоходу для установки компенсаторів теплового розширення.

Тема 12. Визначення місця встановлення підвісок і компенсаторів газоходу. Проектування глушника на газоході ДВЗ.

Тема 13. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні, виготовленні та монтажі системи газовідведення.

Змістовий модуль 6. Проектування систем повітропостачання СЕУ

Тема 14. Розрахунок тиску повітря та його температури, при яких відсутнє вологовиділення. Точка роси.

Тема 15. Система повітропостачання. Призначення, склад елементів системи. Розрахунки діаметру воздуховодів при заборі повітря за межами машинного відділення. Розрахунок фільтра на вході повітря в компресор і розрахунок балансу енергії між компресором та турбіною. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні системи повітропостачання.

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Судові енергетичні установки та
устаткування "**

"Проектування систем суднових енергетичних установок"

**150 год. / 9 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій , 15 год. практичних занять)**

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Сорти і характеристики палив і масел, які використовуються в СЕУ. Засоби поліпшення їх властивостей.	2
2	Схема системи паливопідготовки (фільтрація, сеперація, гомогенізація). Системи подачі палива до споживачів. Розрахунок і вибір обладнання.	2
3	Складання схем приймально-перекачувального трубопроводу. Розрахунок і вибір комплектуючого обладнання. Вимоги морських класифікаційних товариств.	3
4	Масляна система суднової дизельної установки. Схема, розрахунок і вибір обладнання. Вимоги морських класифікаційних товариств.	2
5	Система охолодження. Види систем. Розрахунок і вибір обладнання згідно вимог морських класифікаційних товариств.	2
6	Система стиснутого повітря. Розрахунок і вибір обладнання відповідно вимог морських класифікаційних товариств.	2
7	Схема і склад газовідвідного трубопроводу. Розрахунок діаметра газоходу.	2
Разом		15

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Судові енергетичні установки та
устаткування "**

"Проектування систем судових енергетичних установок"

**150 год. / 9 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій , 15 год. практичних занять)**

Теми самостійних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Принципова схема приймання та перекачування палива. Розрахунок основних параметрів обладнання, що включає система. Визначення подачі паливоперекачуючого насоса. Особливості обладнання вкладних і корпусних цистерн. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні	6
2	Особливості відстоювання, сепарації, фільтрації та гомогенізації палива на судні	6
3	Розрахунок основних параметрів обладнання системи паливоподачі	6
4	Підбір паливних сепараторів і режими їх роботи. Визначення площі теплопередаючої поверхні паливопідігрівача у системі паливоподачі	6
5	Класифікація систем змащення СЕУ за основними ознаками: циркуляційні, проточні; за розташуванням циркуляційного масла: сухий, мокрий та полусухий картер; за коефіцієнтом кратності циркуляції; за способом створення тиску в системі змащення: за допомогою масляного насоса, гравітаційним способом, комбінованим способом	6
6	Визначення кількості циркуляційного масла, необхідного для охолодження поршнів двигунів. Визначення подачі головного	6

	циркуляційного насоса. Конструктивна схема лубрикаторів	
7	Три- та більше контурне охолодження. Зіставлення переваг і недоліків указаних систем. Розрахунок параметрів і вибір основних елементів системи. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні	6
8	Визначення подачі центрального циркуляційного насоса. Кількість теплоти, яка відводиться від циліндрів, масла, поршнів (при охолодженні)	6
9	Особливості пуска двигуна за допомогою стиснутого повітря при двох варіантах: при проходженні всього пускового повітря через повітророзподілювач; через повітророзподілювач проходить тільки керуюча частина повітря	6
10	Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні системи пускового повітря	6
11	Визначення товщини ізоляції на ділянці між турбокомпресором та утилізаційним парогенератором головного двигуна. Розрахунок теплового розширення труби газоходу для установки компенсаторів теплового розширення	6
12	Проектування глушника для ДВЗ	6
13	Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні, виготовленні та монтажі системи газовідведення	6
14	Розрахунок тиску повітря та його температури, при яких відсутнє вологовиділення	6
15	Розрахунок фільтра на вході повітря в компресор і розрахунок балансу енергії між компресором та турбіною. Вимоги морських класифікаційних товариств при проектуванні системи повітропостачання	6
Разом		105

**Програма підготовки магістрів у галузі знань
13 – "Механічна інженерія" зі спеціальності 135 – "Суднобудування"
спеціалізація (освітня програма) "Судові енергетичні установки та
устаткування "**

"Проектування систем судових енергетичних установок"

**150 год. / 9 кредитів ЕКТС
(30 год. лекцій , 15 год. практичних занять)**

Завдання для поточного та підсумкового контролю

Контрольні питання до 1-го модуля

1. Класифікація систем СЕУ, які забезпечують роботу головних і допоміжних двигунів.
2. Порівняти принципи розміщення обладнання в межах машинного відділення (функціональний та за місцем встановлення).
3. Які основні показники (фізичні, експлуатаційні) палива?
4. Як визначається температура спалаху палива? Допустима температура при бункеруванні палива на судно.
5. Для яких типів двигунів використовуються мало-, середньо-, високово'язке палива?
6. Навести найпростішу схему роботи двигуна на малов'язкому паливі.
7. Для якого типу ДВЗ використовуються середньов'язкі палива?
8. Які типи ДВЗ адаптовані для роботи на високов'язкому паливі?
9. Навести принципову схему роботи двигуна на середньов'язкому паливі?
10. Навести принципову схеми паливної системи при роботі двигуна на високов'язкому паливі?
11. Навести принципові схеми живлення паливного трубопроводу, у складі якого є змішувальна цистерна.
12. Навести схеми живлення трубопроводу при наявності циркуляційного контуру.
13. З якою метою в паливні системи включаються в'язкозметри?
14. Поясніть принцип роботи в'язкометра.

15. Що є контролюючим параметром в'язкозиметра: температура чи в'язкість?
16. Яка в'язкість палива, що подається до паливної апаратури двигуна?
17. Як вплине в'язкість палива на роботу двигуна, якщо її величина вийде за межі 8-12 сСт?
18. Що таке температура спалаху палива? Яка її відмінність від температури самоспалаху?
19. Період індукції палива. Чим характеризується ця величина?
20. Цетанове та актанове числа палива. Їх відмінність.
21. Яке паливо більше підходить для нормальної роботи МОД: з більшим чи з меншим цетановим числом?
22. Як зміниться температура відхідних газів при зменшенні кута випередження подачі палива, та чому?
23. Розшифруйте марку масла за SAE, ДСТУ та маркуванням фірми-виробника.
24. Як здійснюється зміна фаз подачі палива під час реверсування малооборотних двигунів з насосами золотникового і клапанного типів?.
25. Як перерахувати питому витрату палива двигуна по відношенню до умовної витрати?
26. Чим відрізняється форсована система змащення від гравітаційної? Навести приклади.
27. Які основні показники масла служать для його браковочного оцінювання?
28. Які види паливних систем відносяться до систем безпосередньої дії? Які типи цих систем розрізняють?
29. Яким чином об'єм підголкової камери розпилювача впливає на екологічні показники двигуна? Які конструктивні заходи використовуються на сучасних дизелях, щоб зменшити шкідливий вплив цього об'єму?
30. Як влаштована і працює система виявлення протікання в системах Common Rail середньооборотних двигунів фірм "MAN" і "Wärtsilä"?
31. Що розуміють під кратністю циркуляції масла?
32. Які механізми в СЕУ змащуються гравітаційною системою змащення, а які форсованою?
33. Коли буде кратність циркуляції масла менша, для МОД чи ВОД?

34. Які режими роботи сепараторів Ви знаєте? Як забезпечується перехід з одного режиму на інший?
35. Назвіть присадки, які підвищують якість масла.
36. Яке масло рекомендується для МОД: підвищеної чи зменшеної в'язкості?
37. Значення середньої питомої витрати масла для чотиритактних тронкових ДВЗ. Від чого вона залежить?
38. Принципова відмінність змащення втулки та поршня для крейцкопфних і тронкових двигунів.
39. За якою залежністю змінюється в'язкість масла від температури?
40. Куди потрапляють залишки масла при лубрикаторному змащенні циліндра?
41. Чим обладнується масляна циркуляційна цистерна?
42. Яке основне завдання охолоджуючої системи двигуна?
43. Наведіть теплоємності: повітря, масла та води.
44. Які двигуни як охолоджуюче середовище використовують повітря?
45. Переваги та недоліки дво-, три- та багатоконтурної систем охолодження.
46. При виході з ладу головного циркуляційного насоса охолодження переходять на проточне охолодження забортною водою. Що при цьому необхідно змінити у роботі двигуна?
47. Яка рідина проходить всередині трубок при використанні водо-водяних трубчастих холодильників: охолоджуюча чи охолоджувальна?
48. Яку роль виконують перегородки у трубчастому холодильнику, які організують поперечне обтікання трубок?
49. У холодильнику наддувочного повітря на поверхні трубок виконують ребра. Яке середовище знаходиться зі сторони ребер: газове чи рідинне?
50. Як кріпляться трубки до трубної дошки холодильника?

Контрольні питання до 2-го модуля

1. З якою метою розширювальна цистерна під'єднується до всмоктувальної порожнини насосу?
2. Як пов'язаний контур під'єднання розширювальної цистерни з циркуляційним контуром прісної води?
3. Основні переваги центральної системи охолодження двигунів.

4. Причини переміщення циркуляційної води при охолодженні циліндрів з нижньої частини циліндра до верхньої.

5. Які елементи, що входять до складу системи охолодження, є ознакою першого класу автоматизації судна?

6. Якого типу виконується система охолодження прісною водою: відкритого чи закритого?

7. На якій висоті по відношенню до двигуна розташовується розширювальна цистерна?

8. З якої причини перед навантаженням двигуна необхідний підігрів циркуляційної води?

9. Як виглядає об'єднана система охолодження головних і допоміжних двигунів?

10. Основні вимоги правил морських класифікаційних товариств до системи охолодження СЕУ.

11. Яка основна перевага властива центральним системам охолодження двигуна?

12. З якої причини охолоджувач наддувочного повітря виконується двосекційного типу? До якої секції подається прісна, а до якої забортна вода?

13. Який із двох балонів системи пуска ГД є основним, а який допоміжним?

14. Як з'єднуються два балона системи пуска ГД між собою?

15. З якої причини після наповнення балонів стиснутим повітрям через деякий час потрібно здійснювати їх продування?

16. Принципова відмінність бутилеподібних балонів від колекторних.

17. Функції, які виконують на балонах стиснутого повітря плавкі вставки.

18. Чому, як правило, всі компресори стиснутого повітря виготовляються двоступеневими?

19. З яких причин запас повітря в балонах стиснутого повітря для двигунів з гвинтами регульованого кроку та гвинтами фіксованого кроку різний?

20. За який час повинен заповнюватись повітрям балон системи пуска ГД до робочого тиску?

21. Чи можна використовувати повітря з балонів системи пуска ГД для господарчих та інших потреб?

22. Якщо на судні встановлено два головних двигуна, як розрахувати кількість повітря, необхідного для виконання рейсу?

23. Призначення системи відхідних газів від двигуна.

24. Який склад газовипускної системи?

25. Назвіть основні пристрої та елементи системи газовідведення.

26. Як визначається діаметр газовідвідних труб?

27. Які причини того, що при однакових потужностях двигунів, діаметр газовідвідних труб двотактних ДВЗ більший за чотиритактних?
28. Для чого потрібні компенсатори для системи газовідведення? Вибір місця для їх встановлення.
29. З якою метою виконується теплова ізоляція газовідвідних труб?
30. Метод розрахунку товщини ізоляції газоходу.
31. Особливості монтажу компенсаторів системи газовідведення.
32. Типи та види компенсаторів.
33. Як розраховується температурне збільшення довжини труби для встановлення компенсаторів?
34. Типи підвісок для кріплення газоходу.
35. В яких випадках встановлюються компенсатори, та в чому відмінність встановлення їх для горизонтальних і вертикальних труб?
36. Призначення та функції системи повітропостачання.
37. Перелік пристроїв, які розташовуються вздовж системи повітропостачання.
38. В яких випадках повітря для роботи двигуна відбирається за межами машинного відділення?
39. Розрахунок діаметру повітропроводу. З яких причин діаметр повітропроводу менший за діаметр газоходу?
40. Як гарантувати температуру води на вході в двигун у межах 45-55 °С при переході на аварійне охолодження двигуна забортною водою?
41. З яких причин температура відхідних газів чотиритактних двигунів вища, ніж у двотактних?
42. Принципові особливості системи охолодження циліндра у сучасних двотактних ДВЗ?
43. Які функції виконує розширювальна цистерна в системі охолодження двигуна?
44. З яких причин швидкість переміщення газу у відповідних трубах у чотиритактних двигунах вища, ніж у двотактних?
45. У зв'язку з чим для сучасних двигунів приймається підвищена величина ступеня стиснення?
46. Які основні переваги мають системи з центральним охолоджувачем прісної води?
47. До якої температури можна охолоджувати наддувочне повітря перед входом його в циліндр?
48. У зв'язку з чим охолоджувачі наддувочного повітря виконують двосекційними?
49. У зв'язку з чим діаметр газовідвідних труб чотиритактного двигуна менше ніж у двотактного при однаковій їх потужності та форсуванні?

50. Переваги, які мають охолоджувачі пластинчастого типу перед трубчастими.