

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

**"Монтаж, випробування та ремонт судових енергетичних установок"**

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

***Навчальний контент***

**Модуль 1.**

**Змістовий модуль 1. Загальні відомості про сучасні методи технології побудови і монтажу ДВЗ та енергетичного устаткування СДУ. Монтаж елементів судового пропульсивного комплексу**

**Тема 1.** Способи скорочення циклу побудови суден за рахунок сумісного виконання робіт зі складання корпусу і монтажу в ньому головних і допоміжних механізмів СДУ. Принципи агрегування судового механічного устаткування.

**Тема 2.** Методи монтажу валопровода без розточування лінії валу на судні. Монтаж дейдвудного пристрою.

**Змістовий модуль 2. Технологічні процеси монтажу елементів судової дизельної енергетичної установки**

**Тема 3.** Центрування головних ДВЗ за носовим фланцем валопровода або з використанням візирної труби. Компенсуючі ланки – клини і монтаж на них механізмів. Сферичні підкладки, регульовані клини і встановлення на них механізмів. Пластмаса ФМВ і монтаж на ній головних і допоміжних механізмів, що центруються. Гумово-металеві амортизатори і встановлення на них механізмів. Технологічні процеси монтажу судових дизелів.

**Тема 4.** Особливості монтажу великогабаритних головних ДВЗ. Особливості монтажу редукторів і ДВЗ дизель-редукторних агрегатів.

### **Змістовий модуль 3. Технологічні процеси монтажу елементів суднової допоміжної енергетичної установки**

**Тема 5.** Особливості базування і монтажу допоміжних механізмів.

**Тема 6.** Підготовка судових фундаментів до монтажу.

### **Змістовий модуль 4. Випробування механізмів і систем ДВЗ після проведення механіко-монтажних робіт**

**Тема 7.** Монтаж обладнання, що входить у склад паливно-живильного трубопроводу ДВЗ.

**Тема 8.** Монтаж і випробування систем ДВЗ.

**Тема 9.** Швартовні та ходові випробування головних судових механізмів. Імітаційні випробування головних і допоміжних судових механізмів.

## **Модуль 2.**

### *Курсова робота*

1. Загальні технологічні відомості та технологічні вимоги до технологічного процесу монтажу (ремонт) механізму чи агрегату.

2. Розробка технологічного процесу (складання маршрутних карт, карт механіко-монтажних, складальних або ремонтно-поновлювальних робіт)

3. Визначення заходів з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної безпеки при виконанні усіх видів робіт у межах технологічного процесу що розробляється.

4. Розробка креслень, специфікацій.

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

**"Монтаж, випробування та ремонт судових енергетичних установок"**

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

***Теми лабораторних занять***

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Центрування візирної труби по одній мішені	2
2	Центрування візирної труби по двом мішеням розташованих з корми двигуна	2
3	Центрування головного двигуна по двом точкам на носовій та кормовій переборках машинного відділення	2
4	Центрування головного двигуна по двом контрольним точкам розташованих з кормової частини двигуна	2
5	Розробка технологічного процесу монтажу судового механізму	7
	<b>Разом</b>	<b>15</b>

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

**"Монтаж, випробування та ремонт судових енергетичних установок"**

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

*Теми самостійних занять*

<b>№ з/п</b>	<b>Назва теми</b>	<b>Кількість годин</b>
1	Способи скорочення циклу побудови суден за рахунок сумісного виконання робіт зі складання корпусу і монтажу в ньому головних і допоміжних механізмів СДУ. Принципи агрегування судового механічного устаткування	13
2	Методи монтажу валопровода без розточування лінії валу на судні. Монтаж дейдвудного пристрою	13
3	Центрування головних ДВЗ за носовим фланцем валопровода або з використанням візирної труби. Компенсуючі ланки – клини і монтаж на них механізмів. Сферичні підкладки, регульовані клини і встановлення на них механізмів. Пластмаса ФМВ і монтаж на ній головних і допоміжних механізмів, що центруються. Гумово-металеві амортизатори і встановлення на них механізмів. Технологічні процеси монтажу судових дизелів	2
4	Особливості монтажу великогабаритних головних ДВЗ. Особливості монтажу редукторів і ДВЗ дизель-редукторних агрегатів	1
5	Особливості базування і монтажу допоміжних механізмів	4
6	Підготовка судових фундаментів до монтажу	3

7	Монтаж обладнання, що входить у склад паливно-живильного трубопроводу ДВЗ	10
8	Монтаж і випробування систем ДВЗ	6
9	Швартовні та ходові випробування головних суднових механізмів. Імітаційні випробування головних і допоміжних суднових механізмів	8
10	Загальні технологічні відомості та технологічні вимоги до технологічного процесу монтажу (ремонт) механізму чи агрегату	5
11	Розробка технологічного процесу (складання маршрутних карт, карт механіко-монтажних, складальних або ремонтно-поновлювальних робіт)	5
12	Визначення заходів з охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії, протипожежної безпеки при виконанні усіх видів робіт у межах технологічного процесу що розробляється	2
13	Розробка креслень, специфікацій	3
<b>Разом</b>		<b>90</b>

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

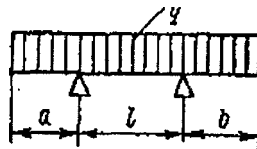
**"Монтаж, випробування та ремонт судових енергетичних установок"**

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

*Завдання для поточного та підсумкового контролю*

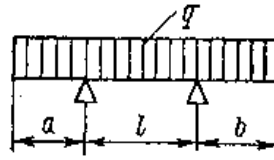
**Контрольні питання до 1-го модуля**

1. Охарактеризувати основні напрямки удосконалення технології судових монтажних робіт.
2. Визначення питомого тиску на фіксуючі елементи.
3. Для розрахунку технологічних параметрів центрування визначити прогин і кути повороту кінців вала від сил тяжіння при його вільному розташуванні на опорах згідно наведеної схеми.

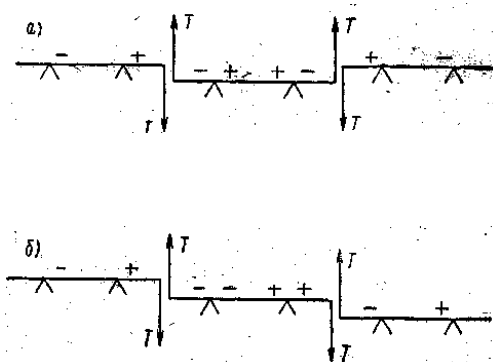


4. Проаналізувати способи монтажу, що використовуються при модульному будівництві суден.
5. Охарактеризувати технологію кріплення змонтованих судових механізмів прохідними болтами (у загальному виді).
6. Визначити (у загальному виді) об'єм і висоту камери стискання судового двигуна внутрішнього згорання при плоскому днищі поршня. Якими вимогами керуються при регулюванні висоти камери стискання?
7. Агрегування судових допоміжних механізмів.
8. Охарактеризувати технологію кріплення судових механізмів призонними болтами.
9. На прикладі кривошипа колінчастого вала судового двигуна внутрішнього згорання показати, як його деформація характеризується за допомогою розкепу.
10. Шляхи удосконалення монтажу судових трубопроводів.

11. Удосконалення технології установки призонних болтів.
12. Для розрахунку технологічних параметрів центрування визначити прогин і кути повороту кінців вала від сил тяжіння при його вільному розташуванні на опорах згідно наведеної схеми.



13. Удосконалення технології випробувань змонтованих суднових механізмів.
14. Перерахувати і зобразити способи стопоріння різьбових з'єднань.
15. Навести формули перевірки на міцність поршневих пальців суднових тронкових двигунів внутрішнього згоряння при значному зменшенні діаметра робочої частини від багатократних шліфок (ремонт).
16. Охарактеризувати основні етапи технологій монтажу суднових механізмів.
17. Які існують способи затягування різьбових з'єднань?
18. Як здійснюється (у загальному виді) розрахунок несоосності валів за замірами з використанням щупа і лінійки?
19. Охарактеризувати технологію підготовки суднових фундаментів для монтажу механізмів.
20. Як оцінюється нерухомість змонтованих механізмів?
21. Оцінити якість центрування валопроводів за зламами і зміщенням осей з'єднаних валів.



22. Охарактеризувати технологічні вимоги до обробки суднових фундаментів.
23. У чому полягають особливості монтажу механізмів з амортизаторами?

24. Втулка робочого циліндра з внутрішнім діаметром  $D = 650$  мм мала товщину стінки  $f = 50$  мм; у зв'язку з ізносом втулка була розточена зі зняттям стружки  $3,5$  мм на сторону. Необхідно перевірити можливість ще однієї розточки втулки, якщо допустиме напруження матеріалу втулки на розтягнення  $R_z = 42$  МПа; тиск згоряння в циліндрі  $P_z = 45,5$  МПа.

25. Охарактеризувати обробку судових фундаментів у цеху (шорсткість опорних поверхонь, допуски ухилів і ступінчатості полок і планок фундаментів, устаткування для виконання робіт та інше).

26. У чому полягають особливості монтажу судових малообертових великогабаритних дизелів?

27. З'єднання балера з пером керма або з поворотною насадкою виконується горизонтальними фланцями. Як визначити діаметр з'єднувальних болтів (у тому числі найменший - у його різьбовій частині)?

28. У чому полягає обробка судових фундаментів на судні?

29. Розкрити особливості монтажу судових середньо- та високообертових дизелів.

30. Як визначити мінімальні діаметри валів судового валопроводу у період ремонту та експлуатації? Показати на прикладі судової енергетичної установки з ДВЗ без редуктора.

31. У чому полягає технологія завантаження механізмів на судові фундаменти.

32. Охарактеризувати особливості монтажу механізмів судових газотурбінних установок.

33. Як визначаються діаметри валів судового валопроводу при виготовленні їх зі сталі з тимчасовим опором більшим  $430$  МПа? Як визначаються діаметри болтів фланцевих з'єднань валопроводу?

34. У чому полягає базування нецентруємих механізмів?

35. Охарактеризувати особливості монтажу судових турбін низького тиску.

36. Які розрахункові залежності застосовуються при:

а) встановленні призонних болтів із використанням глибокого охолодження;  
б) затягуванні фундаментних болтів?

37. У чому полягає підготовка до монтажу фланців механізмів, що центруються (спарювання валів)?

38. Охарактеризувати особливості монтажу судових турбін високого тиску.

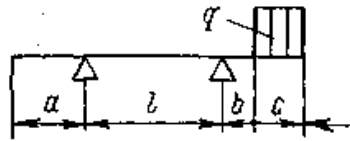
39. Виконати (в загальному вигляді) заміну операції розвірчування отворів під призонні болти за рахунок використання монтажних болтів із заповненням зазору полімерним матеріалом. Забезпечити електричну ізоляцію від інших елементів з'єднання та перерахувати вимоги до їх установки.

40. Як виконується центрування судових механізмів по теоретичним осям?

41. Навести особливості монтажу судових редукторів із жорстким корпусом.



42. Для розрахунку технологічних параметрів центрування визначити прогин і кути повороту кінців вала від сил тяжіння при його вільному розташуванні на опорах згідно наведеної схеми.



43. Як виконується центрування оптичних приладів по осі монтуємого механізму?

44. Навести особливості монтажу судових редукторів із нежорстким корпусом.

45. Які розрахункові залежності використовуються при визначенні нерухомості кріплення судового устаткування?

46. У чому полягає центрування по зміщенню фланців?

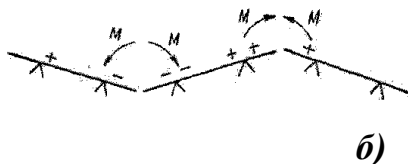
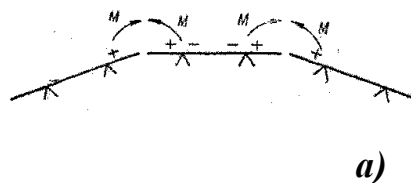
47. Охарактеризувати особливості монтажу кермових пристроїв.

48. Які розрахункові залежності використовуються при установці механізмів на пластмасі ФМВ (у тому числі для механізмів, що мають підвищену температуру на опорній поверхні)?

49. Як виконується центрування судових машин і механізмів по теоретичним осям без повертання механізму?

50. Охарактеризувати особливості монтажу судових теплообмінних апаратів (котлів).

51. Оцінити якість центрування судових валопроводів по зломам і зміщенням осей валів, що з'єднуються.



52. У чому полягає центрування по злому фланців?

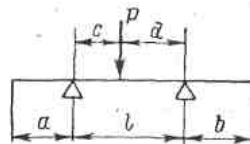
53. Охарактеризуйте особливості монтажу нецементуємих механізмів.

54. Навести схему зусиль, що діють при затягуванні гайки. Дайте приклад визначення моменту затягування та сили, що прикладена до рукоятки ключа.

55. У чому полягає центрування судових механізмів по навантаженням, що визначаються на складальних стендах?

56. Охарактеризуйте особливості монтажу гребних валів і гвинтів.

57. Для розрахунку технологічних параметрів центрування визначити прогин і кути повороту кінців вала від сил тяжіння при його вільному розташуванні на опорах згідно наведеної схеми.



58. Які конструкції фіксуючих елементів (клинів) існують?

59. Охарактеризуйте особливості монтажу дейдвудних пристроїв з розточуванням і без розточування.

60. Які розрахункові залежності використовуються при гнутті труб та складанні трубопроводів?

61. Розглянути технологію постановки суцільних металевих клинів. Визначити вимоги до їхнього виготовлення.

62. Охарактеризувати особливості монтажу судових проміжних валів по зломах та зміщенню.

63. Виконати розрахунок нерухомості змонтованої кермової машини та визначити питомий тиск на прокладки, якщо відомі:

маса механізму  $m = 8250$  кг;

коефіцієнт перевантаження  $K_g = 2,3$ ;

проекція відстані між центром ваги (ц.в.) механізму і центром ваги судна на площину мідель-шпангоута  $l = 780$  см;

відстань від центра кріплення механізму до найбільш віддаленого болта  $h = 0,8875$  м;

реактивний момент, сприймаємий механізмом,  $= 153900$  кг-м;

межа текучості матеріалу болта  $\sigma_{тек} = 355$  МПа;

розмір болта по внутрішньому діаметру різьби  $d_{вн} = 64$  мм;

коефіцієнт тертя в ланцюзі механізм-клин-фундамент  $\mu = 0,3$ ;

кількість болтів, що кріплять механізм до фундаменту,  $z = 16$ ;

межа міцності матеріалу клина (прокладки) при стисканні  $\sigma_{сж} = 150$  МПа;

площа опорної поверхні прокладки  $S = 272344 \text{ мм}^2$ ;

кількість прокладок  $n = 16$ .

64. У чому полягає технологія постановки складаних металевих клинів?

65. Відзначити особливості монтажу суднових проміжних валів по навантаженнях.

66. Навести (в загальному вигляді) розрахунок несоосності валів за допомогою двох пар стріл і щупа.

67. Навести конструкції фіксуємих елементів з полімерних матеріалів.

68. У чому полягають основні принципи визначення величин навантажень на підшипники валопроводу?

69. Як виправити дефект (перекос шатуна у втулці циліндра двигуна), представлений на рисунку?

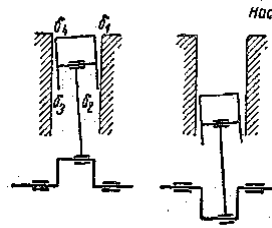


Схема взаємного положення поршня і втулки робочого циліндра при перекосах

70. У чому полягає установка клинів з полімерних матеріалів?

71. В яких випадках використовується гідорівні при суднових монтажних роботах?

72. В яких випадках використовується гідорівні при суднових монтажних роботах?

73. Навести методику розрахунку насадки гребних гвинтів з контролем діаметрального натягу.

74. У чому полягає і як виконується технологія кріплення суднових механізмів призонними болтами?

75. Перерахувати прилади і навести способи перевірки опорних поверхонь фундамента на прямолінійність і плоскістність.

76. Визначити (в загальному виді) висоту компенсуючих ланок під судові головні двигуни, що центруються по осі валопроводу або по базовому механізму:

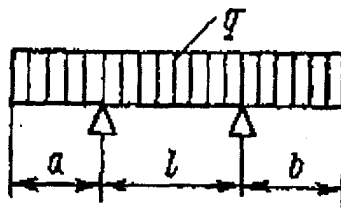
а) при нерухомому кріпленні механізму;

б) при встановленні механізму на амортизатори.

77. Визначити основні напрямки удосконалення технології монтажних робіт.

78. Охарактеризувати технологію кріплення змонтованих механізмів прохідними (монтажними) болтами.

79. Для розрахунку технологічних параметрів центровки визначити прогин і кути повороту кінців вала від сил тяжіння при його вільному розташуванні на опорах згідно наведеної схеми.



80. Проаналізувати способи монтажу, що використовуються при модульній зборці суден.

81. В чому полягає використання оптичних приладів для центровки механізмів по теоретичним осям?

82. Як виконується і в чому полягає технологія кріплення механізмів призонними болтами?

83. У чому полягає агрегування судових допоміжних механізмів?

84. Удосконалення монтажу призонних болтів.

85. Перелічити прилади і навести способи перевірки поверхонь фундаменту.

86. Шляхи удосконалення технології монтажу судових трубопроводів.

87. Перелічити і зобразити способи стопоріння різьбових з'єднань.

88. Використання оптичних приладів для контролю кутів при монтажу механізмів.