

В. П. ШОСТАК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до вивчення дисципліни
"Системи суднових дизельних установок"

Галузь знань 27 "Транспорт"
Спеціальність 271 "Річковий та морський транспорт"
Спеціалізація "Експлуатація суднових енергетичних установок"

Рекомендовано Методичною радою НУК

Електронне видання
комбінованого використання на DVD-ROM



МИКОЛАЇВ • НУК • 2018

УДК 629.5:621.431(076)

Ш 78

Автор В. П. Шостак, канд. техн. наук, професор
Рецензент О. К. Чердніченко, канд. техн. наук, доцент

Шостак В. П.

Ш 78 Методичні вказівки до вивчення дисципліни "Системи суднових дизельних установок" для студентів спеціальності 271 "Річковий та морський транспорт" за спеціалізацією "Експлуатація суднових енергетичних установок" / В. П. Шостак. – Миколаїв : НУК, 2018. – 68 с.

Методичні вказівки мають на меті надати допомогу студентам, які вивчають дисципліну "Системи суднових дизельних установок". У посібнику висвітлені у розширеному вигляді основні розділи робочої програми навчальної дисципліни, наведені питання для поточного контролю та приклад виконаного курсового проєкту. Крім того, для самостійної роботи студента надається структура (зміст) індивідуального робочого зошита-конспекта з списком найбільш важливих літературних джерел.

Для технічної експлуатації суднових енергетичних установок і безпеки життєдіяльності на морських суднах студенти мають набути знання за сучасними технологіями управління судновими енергетичними комплексами, їх технічним використанням і технічним обслуговуванням. Вони повинні знати будову, робочі параметри та правила експлуатації систем дизельної установки з урахуванням вимог Міжнародної конвенції по запобіганню забруднення моря з суден (МАРПОЛ 73/78), обумовлених резолюціями Міжнародної морської організації.

УДК 629.5:621.431(076)

*Згідно з наказом ректора НУК № 8 від 09.01.2008
матеріал публікується в авторській редакції,
і відповідальність за його редагування несе автор.*

Навчальне видання

ШОСТАК Володимир Павлович

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до вивчення дисципліни

"Системи суднових дизельних установок"

Галузь знань 27 "Транспорт"
Спеціальність 271 "Річковий та морський транспорт"
Спеціалізація "Експлуатація суднових енергетичних установок"

Комп'ютерне верстання *А. Д. Сорочинська*

© Шостак В. П., 2018

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2018

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 4,0. Об'єм даних 3070 кб.
Тираж 15 прим. Вид. № 14. Зам. № 63.

Видавець і виготовник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025
E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.

Вступ

Дисципліна "Системи суднових дизельних установок (СДУ)" входить до складу дисциплін професійної та практичної підготовки бакалаврів за спеціальністю 271 "Річковий та морський транспорт", спеціалізація "Експлуатація суднових енергетичних установок". Студенти повинні придбати знання стосовно сучасних технологій управління судновими енергетичними установками (СЕУ), головним і допоміжним енергетичним обладнанням, а також засвоїти правила технічної експлуатації систем головних і допоміжних дизелів, утилізаційних і допоміжних котлів. При цьому студенти ознайомляться з характеристиками обладнання паливно-мастильних систем, систем газовипуску і стисненого повітря, систем охолодження двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), процедурами технічного обслуговування енергетичного обладнання на ходу і стоянці судна. Ці питання є складовими процесу надбання відповідних знань і компетентностей суднового механіка згідно з вимогами Конвенції та Кодексу ПДНВ у новій редакції за манільськими поправками 2010 р. (таблицями А-III/1 і А-III/2).

Даний посібник не може забезпечити всебічне охоплення всіх питань окремих розділів дисципліни. Зміст кожного розділу включає основні теоретичні і практичні відомості стосовно розглянутих питань. Додаткові знання студенти повинні отримати із законодавчих і нормативно-методичних матеріалів (вітчизняних і міжнародних), літературних джерел, Інтернету, вимог міжнародних конвенцій, інструкцій по експлуатації відповідного суднового обладнання і систем.

1. Загальні методичні рекомендації

Над вивченням навчальної дисципліни студенту слід працювати систематично, переходити до наступної теми після закріплення знань з попередньої теми.

При вивченні матеріалу рекомендується використовувати всі форми і методи обробки інформації – складати стислий конспект проробленого матеріалу, користуватись додатковою інформацією із літературних джерел, Інтернету, практичної галузі тощо. Закріплювати пророблений матеріал слід з обов'язковим наданням йому, якщо це можливо, графічної інтерпретації (схеми, графіки, діаграми).

Не слід переходити до вивчення наступної теми, не знайшовши відповіді на всі питання для самостійної перевірки.

Питання, які виникають, слід записувати та знаходити відповіді на них за допомогою викладача під час аудиторних занять і консультацій.

Враховуючи значну частку самостійної роботи студента, передбачену навчальним планом, треба звернути увагу на те, що лекції носять, по більшості, оглядовий характер. Їх мета – звернути увагу студента на загальний зміст окремих тем, підкреслити найбільш важливі положення та характерні умови їх практичного використання.

Переважає більшість питань дисципліни "Системи СДУ" недостатньо відображена у навчальних посібниках, довідковій і спеціальній літературі. Сучасні темпи розвитку і удосконалення об'єктів суднової енергетики, методів управління руховими установками, системами і механізмами, постійна розробка прогресивного ефективного обладнання значно випереджають терміни публікації такої нової інформації в учбовій літературі. Ці обставини обов'язково потребують від студента вивчення додаткових матеріалів в періодичних публікаціях, під час проходження практики і виконанні курсового проекту.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Вивчення дисципліни "Системи СДУ" студентом – майбутнім судновим механіком передбачає надбання знань та вмінь, в першу чергу, для:

- несення безпечної ходової машинної вахти на судні;
- здійснення експлуатації, оцінки роботи й обслуговування суднових рухових установок, систем і механізмів та управління їх роботою;
- експлуатації систем: паливної, масляної, водяного охолодження та інших насосних систем і пов'язаних з ними систем управління.

Мета – формування у студентів систематизованих знань щодо призначення, поелементного складу та експлуатації систем, які поєднують енергетичне обладнання суднового машинного відділення та забезпечують роботу суднової дизельної установки (СДУ).

Завдання дисципліни – вивчення схем систем СДУ, робочих параметрів і фізичних процесів, що протікають в цих системах, будови та характеристик їх елементів; надбання знань і компетентностей суднового механіка як на рівні управління, так і на рівні експлуатації згідно з вимогами Конвенції та Кодексу ПДНВ (у новій редакції за манільськими поправками 2010 р. – таблицями А-ІІІ/1 і А-ІІІ/2).

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати загальні принципові схеми систем СДУ, призначення та характеристики їх складових й основні правила їх експлуатації;

уміти оволодіти знаннями щодо систем СДУ конкретного судна, підготувати та ввести їх в дію, забезпечувати контроль в процесі їх роботи та технічне обслуговування на всіх режимах роботи судна, у тому числі і в екстремальних умовах.

Вивчення дисципліни повинно забезпечити 7 основних спеціальних компетенцій (СК), однією, абсолютно однозначною, із яких є "СК5. Здатність управляти операціями з експлуатації паливної, масляної, баластної систем та інших насосних систем і пов'язаних з ними систем управління" (за винятком баластної).

Пов'язані з цими компетенціями результати навчання (РН) розділені на 15 окремих результатів; наприклад, такий – "РН9. Знання заходів безпеки, яких необхідно дотримуватися під час несення ваhti, та негайні дії, яких необхідно вживати у разі пожежі чи аварії, особливо тих, які стосуються паливних і масляних систем".

Компетенції і результати у повному обсязі стосовно даної дисципліни наведені у дод. 1.

Результати навчання стосовно цієї дисципліни та надбані компетенції студентом наведені у дод. 1.

3. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна "Системи СДУ" складається із двох модулів. Перший модуль – це лекції, практичні та лабораторні заняття в аудиторіях і лабораторіях університету, а також самостійна робота студента стосовно поглиблення знань і формування індивідуального робочого зошита-конспекта, у якому фіксується теоретичний матеріал дисципліни з обов'язковим ілюстративним матеріалом та коментарем. Другий модуль – це курсовий проект (КП), виконаний за індивідуальним завданням стосовно конкретного судна і його енергетичної установки, перш за все, відповідно до певного головного двигуна (ГД).

Згідно з навчальним планом за спеціальністю "Річковий та морський транспорт" і спеціалізацією "Експлуатація СЕУ"

дисципліна "Системи СДУ" відноситься до дисциплін професійної й практичної підготовки і вивчається в останньому семестрі підготовки бакалаврів.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:

денної форми навчання (ДФН) 1:2;

для заочної форми навчання (ЗФН) 1:5,4.

Кількість кредитів ЄКТС 6, загальна кількість годин $6 \times 30 = 180$.

4. Зміст навчальної дисципліни та методичні вказівки щодо її вивчення

Модуль 1 складається із чотирьох змістових модулів (ЗМ): ЗМ1, ЗМ2, ЗМ3 і ЗМ4. Перші три ЗМ мають по дві теми, останній четвертий – одну.

Усі теми висвітлюються на лекціях, на яких студенти можуть робити записи до РЗК, копіювати, фотографувати, сканувати ілюстративний матеріал: рисунки, малюнки, таблиці тощо.

Нижче викладається зміст лекційного матеріалу.

Зміст дисципліни. література. Склад СДУ. Будова. матеріали, потужність, частота обертання та режими роботи дизелів.

Склад, властивості, тиск і температура палива, масла, забортної та прісної води, повітря й продуктів згоряння дизелів.

Традиційна і центральна системи водяного охолодження МОД. Водоопріснювачі.

Принципові локальні й об'єднувальні схеми систем МОД.

Визначення основних характеристик допоміжного обладнання для обслуговування МОД.

Паливні та масляні системи.

Система заборотної та прісної води.

Системи газовипуску, керуючого та пускового повітря.

Теплова схема дизельної установки.

Вхідні й вихідні речовини циліндра МОД. Впорскування води в циліндри та рециркуляція відхідних газів.

Нейтралізація оксидів азоту аміаком. Схема і будова систем для зменшення оксидів азоту у відхідних газах.

Контейнеровози з альтернативними СЕУ. Система утилізації теплоти т/х "Емма Маєрск".

Схеми систем глибокої утилізації відхідної теплоти.

Утилізація відхідної теплоти з газами і стисненим повітрям.

ТВ суднових дизелів і їх допоміжних систем. Забезпечення протипожежної безпеки.

ТО суднових дизелів і їх допоміжних систем.

Студенти мають можливість з дозволу лектора зробити копію РЗК, що містить чисельний ілюстративний матеріал з лаконічним текстом, який потребує доповнень саме студентом. Основний зміст і окремий, як приклад, текст РЗК подані у дод. 2.

5. Структура навчальної дисципліни

Структура наведена у табл. 1, у якій подано назви змістових модулів та тем і бюджет часу, передбаченого на вивчення цих тем.

Таблиця 1

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма						Заочна форма					
	Кількість годин											
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	л		п	лаб	інд	с.р	
Модуль 1 (М1)												
Змістовий модуль 1. Робочі параметри суднових дизелів (палива, масла, води, повітря, продуктів згоряння)												
Тема 1. СДУ. Будова й робочі середовища малооборотних двигунів (МОД)	10	2	2	–	–	6	10	1	–	–	–	9
Тема 2. Режимні параметри робочих середовищ МОД (двигуна внутрішнього згоряння – ДВЗ і турбокомпресора – ТК)	5	2	–	–	–	3	5	1	–	–	–	4
Разом за ЗМ1	15	4	2	–	–	9	15	2	–	–	–	13
Змістовий модуль 2. Традиційні системи СДУ												
Тема 3. Принципові схеми допоміжних систем МОД	5	4	1	–	–	–	5	2	1	–	–	2
Тема 4. Системи: паливна, масляна, забортної і прісної води, охолодження циліндрів, газови-пуску, пускового і керуючого повітря	25	10	4	10	–	1	25	6	2	4	–	13
Разом за ЗМ2	30	14	5	10	–	1	30	8	3	4	–	15
Змістовий модуль 3. Системи з нетрадиційним обладнанням СДУ												
Тема 5. Системи для зменшення оксидів азоту у відхідних газах дизелів	12	4	2	–	–	6	12	2	1	–	–	9

Продовж. табл. 1

Назви змістових модулів і тем	Денна форма						Заочна форма					
	Кількість годин											
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	л		п	лаб	інд	с.р	
Тема 6. Системи глибокої утилізації вторинних енерго-ресурсів СДУ	18	6	4	–	–	8	18	3	2	–	–	13
Разом за ЗМ3	30	10	6	–	–	14	30	5	3	–	–	22
Змістовий модуль 4. Управління системами СДУ												
Тема 7. Технічне використання (ТВ) СДУ	9	1	1	3	–	4	9	0,5	–	1	–	7,5
Тема 8. Технічне обслуговування (ТО) СДУ	6	1	1	2	–	2	6	0,5	–	1	–	4,5
Разом за ЗМ4	15	2	2	5	–	6	15	1	–	2	–	12
Усього годин	90	30	15	15	–	30	90	16	6	6	–	62
Модуль 2 (М2)												
ІНДЗ – Курсовий проєкт	90	–	–	–	–	90	90	–	–	–	–	90
Усього годин (М1 + М2)	180	30	15	15	–	120	180	16	6	6	–	152

Тут: заняття лекційні – л, практичні – п, лабораторні – лаб, індивідуальні – інд, самостійна робота – с.р.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття проводяться викладачем в аудиторіях і лабораторіях машинобудівного навчально-наукового інституту, протягом яких студент вивчає основні питання, що у подальшому слугуватимуть для виконання обов'язків суднового механіка. На цих заняттях викладач здійснює також бліцопитування та контролює поточну самостійну роботу студента. У табл. 2 подано зміст практичних занять для денної і заочної форм навчання та час, передбачений на кожне заняття.

Таблиця 2

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Будова, матеріали і робочі середовища МОД	2
2	Принципові схеми систем, що забезпечують роботу МОД компанії MDT	1
3	Схеми та характерні параметри систем, що забезпечують роботу МОД компанії MDT	3
4	Конструктивна схема валогенератора BW III/RCF (MAN); принципова схема його змащення й охолодження	1
5	Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів (наприклад, стосовно СЕУ контейнеровозів компанії Maersk тощо)	4
6	Схеми систем для зменшення викидів NO _x на транспортних суднах. Контрольна робота 2 (КР2)	2
7	TB і TO дизелів і їх допоміжних систем	2
Усього		15
Заочна форма навчання		
1	Принципові схеми систем, що забезпечують роботу МОД компанії MDT	1
2	Принципові схеми та параметри систем, що забезпечують роботу МОД компанії MDT	2
3	Заходи по зменшенню оксидів азоту у відхідних газах МОД	1
4	Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів судових дизелів	2
Усього		6

7. Теми лабораторних занять

Лабораторні роботи проводяться на одному із можливих морських суден, які знаходяться у порту на стоянці, або на судноремонтному заводі у ремонті. Не виключається проведення лабораторних робіт на морських буксирах протягом нетривалих рейсів. Студенти, що навчаються за заочною формою, можуть виконувати роботи протягом рейсу. Оформлення звітів по лабораторним роботам проводиться в аудиторіях

за розкладом. Мета лабораторних занять полягає у надбанні навичок експлуатації систем СЕУ. Зміст лабораторних занять і їх обсяг подано у табл. 3.

Таблиця 3

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Розробка ескізів, зняття й обробка показань приладів у машинному відділенні (МВ) конкретного теплохода: 1.1) паливної системи 1.2) масляної системи 1.3) водяної системи охолодження 1.4) системи стисненого повітря 1.5) систем, що забезпечують роботу допоміжного котла (ДК)	2 1 2 2 2
2	Аналіз документів і записів у вахтовому машинному журналі стосовно виконання правил технічної експлуатації та технічного обслуговування систем енергетичної установки конкретного теплохода: 2.1) паливної системи 2.2) масляної системи 2.3) водяних и повітрягазових систем	2 2 2
	Усього	15
Заочна форма навчання		
1	Розробка ескізів, зняття й обробка показань приладів паливної системи і системи стисненого повітря конкретного теплохода	4
2	Аналіз документів і записів у вахтовому машинному журналі стосовно виконання правил технічної експлуатації та технічного обслуговування систем енергетичної установки конкретного теплохода	2
	Усього	6

8. Самостійна робота студента

Метою самостійної роботи є повторення й осмислення студентом усіх питань кожної теми, висвітлених на лекцій-

них і практичних заняттях. Самостійна робота проводиться в лабораторіях НУК, читальних залах, на об'єктах майбутньої діяльності і/або вдома. Результати цієї роботи фіксуються студентом в індивідуальному робочому зошиті (конспекті). Також до самостійної роботи відносяться підготовка до поточних лабораторних робіт і виконання індивідуального завдання – курсового проекту (КП). Обсяг частини самостійної роботи, пов'язаної безпосередньо з вивченням навчальної дисципліни, становить, згідно з розділом 5, для денної форми навчання 30 год., а для заочної – 62 год. На виконання та захист КП передбачено 90 год. Зміст та обсяг самостійної роботи наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Теми самостійної роботи студента

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Денна форма навчання		
1	Ознайомлення з робочою програмою навчальної дисципліни; літературні джерела. Будова й матеріали МОД	6
2	Характеристика та параметри робочих середовищ МОД	3
3	Схеми паливної, масляної, прісної і забортної води та повітрогазові системи в установках з МОД	1
4	Системи для зменшення NO _x у відхідних газах МОД	6
5	Системи глибокої утилізації вторинних енергоресурсів МОД	8
6	Правила технічної експлуатації пожежонебезпечних, водяних та повітрогазових систем СДУ; їх технічне обслуговування	6
Усього		30
Заочна форма навчання		
1	Ознайомлення з робочою програмою навчальної дисципліни; літературні джерела. Класифікація та призначення систем СДУ	9
2	Робочі середовища МОД і їх параметри	4
3	Спрощені схеми систем	2
4	Принципові схеми паливної та масляної систем і системи водяного охолодження. Повітрогазові системи	13

Продовж. табл. 4

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
5	Системи, пов'язані зі зменшенням NO _x у відхідних газах	9
6	Глибока утилізація вторинних енергоресурсів МОД	13
7	Технічне використання і технічне обслуговування систем СДУ	12
Усього		62

9. Індивідуальне завдання студента (курсний проект)

Індивідуальним завданням для студентів денної та заочної форм навчання є курсовий проект (КП), який складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини з двох аркушів (формат А3). Тема та зміст курсового проекту пов'язані з лаконічним аналізом усіх систем і детальною проектною розробкою й аналізом експлуатації однієї з систем енергетичної установки. Основою для курсового проекту слугує лекційний матеріал, нормативи класифікаційних товариств, ДСТУ тощо, документація проектних організацій та правила технічної експлуатації суднових технічних засобів (СТЗ).

Бланк завдання на курсовий проект подано у дод. 3.

Пояснювальна записка та графічна частини курсового проекту виконуються згідно з вимогами ЄСКД й іншими нормативними документами.

Приклад КП наведено у дод. 4.

10. Методи навчання

Як наочний матеріал на лекціях і практичних заняттях використовуються проектні матеріали та керівництва, схеми систем енергетичних установок конкретних суден, правила

експлуатації СТЗ, суднова документація тощо. За відвідування цих занять і за результатами бліцопитувань на практичних заняттях студент отримує певну кількість балів (див. розд. 11).

Лабораторні заняття проводяться на судах під час стоянки у портах (проведення лабораторних робіт – ЛР) та в аудиторіях університету (оформлення звітів і подальший захист цих ЛР). Таким чином здійснюється поточний контроль стосовно 2-го і 3-го змістових модулів.

Для студента ЗФН виключну роль відіграє самостійна робота, обсяг якої (без роботи над КП) становить майже 70 % від загального обсягу дисципліни. У зв'язку з цим на лекціях в першу чергу дається загальний огляд основних питань стосовно систем дизельних установок транспортних суден і досить ретельний коментар літературних джерел.

Лабораторні роботи студент ЗФН виконує на борту судна в плаванні чи на стоянці, а остаточно оформлює звіт і захищає ці роботи згідно з розкладом аудиторних занять, за що отримує певну кількість балів.

Наприкінці семестру студент:

- 1) пред'являє викладачеві результати самостійної роботи у персональному конспекті та вибірково, за вказівкою викладача, їх коментує і на підставі цього отримує певну кількість балів; мінімальна кількість балів при цьому становить 60 % від максимуму за цю частину роботи; у іншому разі студент повинен доопрацювати свій конспект до складання екзамену;

- 2) подає до розгляду курсовий проект і захищає його перед комісією;

- 3) складає екзамен у обов'язковому порядку (максимально можлива кількість балів, запланованих за складання екзамену, не може бути меншою як 41, оскільки мінімальна достатня кількість балів у НУК прийнята 60).

У зв'язку з все зростаючим потоком інформації, що стосується і систем СДУ, на перших заняттях кожному студенту

надається можливість зробити одну копію "незавершеного" конспекту, у якому стисло викладено відомості про навчальну дисципліну та наведено за всіма темами графічні залежності, рисунки схем й обладнання систем СДУ, окремі таблиці та формули з мінімальними поясненнями; студенту необхідно обов'язково доповнити пояснення, записати їх власноруч. Доречно додати до конспекту останні відомості про системи СЕУ з періодичних видань і поточної інформації, наприклад, з Інтернету. (Тиражування "незавершеного" конспекту неприпустимо).

Однак, студент може і самостійно розробити конспект, у якому розглянуті всі основні питання навчальної дисципліни, але з обов'язковими індивідуальними записами, зробленими власноруч.

Усі лабораторні роботи пов'язані із здобуттям навичок стосовно обов'язків суднового механіка і являють собою практичну підготовку до майбутньої професійної діяльності. Викладач після підведення підсумків по лабораторним заняттям студента ДФН робить запис у "Книзі з практичної підготовки суднового механіка" (On board training record book) про практичну підготовку у обсязі 15 год., що відповідає тривалості цієї підготовки $15:34,62 = 0,43$ тижня. Приклад запису у книзі подано у дод. 5.

В окремих випадках (позапланова практика, сімейні обставини, форсмажорні ситуації тощо) студент в установленому порядку може бути переведений на індивідуальний графік навчання, що оформлюється належним чином. Відвідування студентом лекційних і практичних занять скорочується, а роль і обсяг його самостійної роботи зростає. Лабораторні і контрольні роботи виконуються в додатковий (при необхідності) час навчання у повному обсязі.

11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється протягом семестру на практичних і лабораторних заняттях. Кожен змістовий модуль має бути оцінений. Викладач на останньому занятті інформує студентів про узагальнені результати поточного модульного контролю (ПМК).

Підсумковий контроль здійснюється лектором у формі екзамену за розкладом екзаменаційної сесії. Студент вважається допущеним до складання екзамену, якщо він заздалегідь захистив курсовий проект і при поточному модульному контролі за окремі його складові одержав не менше як 60 % від максимально можливої кількості балів (табл. 5):

Таблиця 5

Мінімальна кількість балів, необхідна для допуску до екзамену

Складові модульного контролю	ДФН				ЗФН			
	Змістові модулі							
	1	2	3	4	1	2	3	4
Виконання та захист лабораторних робіт	–	2	–	2	–	1	–	1
Самостійна робота	3	0.5	4	2	4	5	7	4

При переведенні студента на індивідуальний графік навчання максимально можлива кількість балів, які він може отримати за лабораторні роботи та на екзамені, не змінюється. При цьому значення самостійної роботи стає більш вагомим, а кількість балів за таку роботу зростає еквівалентно зменшенню відвідувань студентом лекційних і практичних занять.

У дод. 6 до цієї програми міститься приклад 2-х екзаменаційних білетів. У табл. 6, 7 і 8 наведено розподіл максимально можливої кількості балів, які може отримати студент за модулі 1 і 2.

Таблиця 6

Розподіл балів, які отримує студент ДФН – модуль 1
(максимально можлива кількість балів)

Складові модульного контролю	Поточне тестування та самостійна робота (ПМК)								Екзамен	Сума
	Змістові модулі									
	1		2		3		4			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
	5	3	3	14	10	7	5	3		
Відвідування занять:									50	100
<u>лекцій</u>	1	1	2	3	2	2	0,5	0,5	–	12
<u>практичних</u>	1	–	1	1	1	1	0,5	0,5		6
Виконання та захист лабораторних робіт	–	–	–	3	–	–	2	1		6
Самостійна робота (конспект)	3	2	–	7	7	4	2	1		26
Екзамен	–								50	50
Разом	8		17		17		8		50	100

Тут і далі: T1, T2,..., T8 – теми змістових модулів.

Таблиця 7

Розподіл балів, які отримує студент ЗФН – модуль 1
(максимально можлива кількість балів)

Складові модульного контролю	Погочне тестування та самостійна робота (ПМК)								Екзаме н	Сума
	Змістові модулі									
	1		2		3		4			
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
	5,5	2,5	3,5	12	6,5	10	5,5	4,5		
Відвідування занять: лекцій	0,5	0,5	1	2	1	2	0,5	0,5	50	100
практичних	–	–	0,5	1	0,5	1	–	–		
Виконання та захист лабораторних робіт	–	–	–	2	–	–	1	1		
Самостійна робота (конспект)	5	2	2	7	5	7	4	3		
Екзаме н	–								50	50
Разом	8		15,5		16,5		10		50	100

Таблиця 8

Розподіл балів, які отримує студент за КП (модуль 2)

За виконання курсового проекту		Захист курсового проекту	Сума
Пояснювальна записка	Графічна (ілюстративна) частина		
35	15	50	100

Якість виконання курсового проекту оцінюється наступним чином:

Складові курсового проекту	Бали залікові	
	min	max
Пояснювальна записка, зокрема:	20	35
повнота, чіткість і ясність оформлення текстів та їх відповідність вимогам ЄСКД	2	3
правильність обґрунтування початкових даних і прийнятих рішень	3	7
коректність розрахунків	8	13
рівень самостійності, повнота та правильність усунення зауважень керівника курсового проекту	7	12
Графічна частина, зокрема:	10	15
акуратність, грамотність і повнота графічного зображення	5	8
оригінальність подання графічної інформації	5	7
Усього	30	50

Захист курсового проекту оцінюється таким чином (бали залікові):

100 % правильних відповідей – 50 балів;

...

80 % правильних відповідей – 40 балів;

...

60 % правильних відповідей – 30 балів.

12. Питання для поточного контролю

Поточний контроль здійснюється на практичних і лабораторних заняттях у формі "бліцопитування". Результати такого контролю зараховуються при підсумку на екзамені.

У дод. 7 у вигляді списку наведені контрольні питання за основними частинами навчальної дисципліни. Список, природньо, не є вичерпним. Студент може самостійно його доповнити відповідно до додаткової інформації, наприклад, із періодичних видань, проектної та експлуатаційної документації тощо.

У дод. 8 наведені характерні тести для самоконтролю та поточного контролю.

Рекомендована література

Базова

1. Компанія Ман Дизель Турбо (МДТ): MAN Diesel & Turbo [Electronic resource] / © MAN Diesel & Turbo 2018: Project Guide. – Режим доступу: <http://www.mandiselturbo.com>.

2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. МАРПОЛ 73/78 (MARPOL 73/78) [Текст]. – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2012. – 768 с.

3. Міжнародна конвенція про підготовку і дипломування моряків та несення вахти 1978 року (консолідований текст з манільськими поправками) [Текст]. – К.: ВПК "Експрес-Поліграф", 2012. – 568 с.

4. **Панин, В. В.** Основы эксплуатации судовых энергетических установок [Текст] : учебное пособие / В. В. Панин, А. Н. Носовский, А. В. Корниецкий, В. А. Пинчук, А. А. Чуйко. – Николаев, 2012. – 408 с.

5. Правила технической эксплуатации морских и речных судов [Текст] : нормативные документы морского транспорта Украины. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1997. – 581с.

6. РД 31.21.30-97. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций [Текст]. – СПб.: АОЗТ ЦНИИМФ, 1997. – 185 с.

7. **Фомин, Ю. Я.** Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст] : учебник / Ю. Я. Фомин, А. И. Горбань, В.В. Добровольский и др. – Л.: Судостроение, 1989. – 344 с.

8. Project guide. Low-speed engine [Text] / Copenhagen SV: MDT, 1992...2018.

Допоміжна

9. **Артемов, Г. А.** Системы судовых энергетических установок [Текст] : учебное пособие / Г. А. Артемов, В. П. Волошин, А. Я. Шквар, В. П. Шостак. – Л. : Судостроение, 1990. – 358 с.

10. **Горбов, В. М.** Суднова енергетика та Світовий океан [Текст] : підручник / В. М. Горбов, І. О. Ратушняк, Є. І. Трушляков, О. К. Чередніченко. – Миколаїв : НУК, 2007. – 596 с.

11. **Ильницкий, Е. Г.** Морской англо-русский иллюстративно-информационный словарь [Текст] : учебное пособие / Е. Г. Ильницкий, И. А. Ильницкая, Е. А. Кулак, В. А. Орлов, В. Н. Плющ, В. Ф. Ходаковский ; под ред. Л. А. Козыря. – В 2-х томах. – Т.2. – Херсон, 2009. – 672 с.

12. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. СОЛАС 74 (SOLAS 74) [Текст]. – СПб. : ЗАО "ЦНИИМФ", 2008.

13. **Пахомов, Ю. А.** Топливо и топливные системы судовых дизелей [Текст]: учебник / Ю. А. Пахомов, Ю. П. Коробков, Е. В. Дмитриевский, Г. Л. Васильев. – М. : РКонсульт, 2004. – 494 с.

14. Правила класифікації та побудови морських суден [Текст]. – У 4-х томах. – К. : Регістр судноплавства України, 2011.

15. Судовой механик [Текст] : справочник / Авт. кол. ; под ред. А. А. Фока. – В 3-х томах. – Т.2. – Одесса: Фенікс, 2010. – 1032 с.

16. **Шостак, В. П.** Напрями удосконалення пропульсивних комплексів транспортних суден [Текст] / В. П. Шостак, Б. М. Личко, А. Ю. Манзюк // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв, 2010. – № 5(434). – С. 82–90.

17. **Шостак, В. П.** Проектування пропульсивної установки суден з прямою передачею потужності на гвинт [Текст] : навчальний посібник / В. П. Шостак, В. І. Гершанік, В. П. Кот, М. С. Бондаренко ; за ред. В. П. Шостака. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 500 с.

Компетентності і результати навчання
суднового механіка стосовно дисципліни "Системи СДУ"

Компетентність	Результати навчання
СК1. Здатність нести безпечну ходову машину вахту на судні.	РН1. Знання та розуміння основних теорій, принципів, методів і понять, що лежать в основі термодинамічних процесів, механічної й електромеханічної інженерії.
СК2. Здатність здійснювати експлуатацію, спостереження, оцінку роботи та обслуговування безпеки рухової установки без обмеження її потужності та допоміжних механізмів і пов'язаних з ними систем управління та управління роботою механізмів рухової установки.	РН2. Знання конструкції об'єктів суднових технічних засобів і систем, принципу їх роботи та розуміння процесів, що в них відбуваються. РН5. Знання англійської мови, яке дозволяє використовувати англомовну технічну літературу та виконувати обов'язки суднового механіка. РН6. Знання обов'язків, пов'язаних з прийомом вахти, під час несення вахти та з передачею вахти. Знання обов'язків, пов'язаних з прийманням вахти, під час несення вахти та з передачею вахти.
СК3. Здатність забезпечити планування та підготовку до роботи суднового енергетичного обладнання з урахуванням проектних параметрів силової установки та вимог рейсу.	РН8. Знання процедур безпеки та порядок дій під час аварій, переходу від дистанційного/автоматичного до місцевого управління усіма системами. РН9. Знання заходів безпеки, яких необхідно дотримуватися під час несення вахти, та негатиї дій, яких необхідно вживати у разі пожежі чи аварії, особливо тих, які стосуються паливних і масляних систем.
СК5. Здатність управляти операціями з експлуатації паливної, масляної, баластної систем та інших насосних систем і пов'язаних з ними систем управління.	РН14. Уміння виконувати пуск і зупинку головної рухової установки та допоміжних механізмів і пов'язаних з ними систем.

Продовж. дод. 1

Компетентність	Результати навчання
СК13. Критичне осмислення основних теорій, принципів, методів і понять сучасної морської інженерії.	РН15. Уміння оцінювати ефективність роботи, виконувати спостереження за станом головного двигуна та підтримувати безпеку енергетичної рухової установки і допоміжних механізмів у процесі експлуатації. РН16. Знання функцій будови автоматичного керування головним двигуном і допоміжними механізмами. РН18. Знання технології матеріалів, фізичних та хімічних властивостей палива і мастильних матеріалів. РН20. Уміння виявляти несправності, усувати їх і запобігати ушкодженню при роботі механізмів. РН21. Уміння перевіряти і налаштовувати суднове обладнання та здійснювати метрологічну повірку основних засобів вимірювань. РН22. Знання експлуатаційних характеристик і уміння забезпечувати експлуатацію та технічне обслуговування насосів, систем трубопроводів і систем управління. РН23. Уміння здійснювати паливні та баластні операції із забезпечення безпеки судна й морського середовища. РН24. Знання вимог до сепараторів і до іншого подібного обладнання, уміння здійснювати його експлуатацію.

Фрагменти робочого зошита-конспекту
з дисципліни "Системи суднових дизельних установок"

Робочий зошит-конспект (РЗК) у завершеному вигляді – це своєрідний каркас основних питань навчальної дисципліни у вигляді рисунків, малюнків, креслень, ескізів, формул, таблиць, стислих окремих текстів, який доповнений записами студента.

Каркас РЗК у повному обсязі надається студенту на перших заняттях. Подальші записи стосовно кожного окремого питання здійснюються власноручно студентом. До цього конспекту заносяться відомості, одержані студентом на лекціях, практичних і лабораторних заняттях, консультаціях і в процесі його *самостійної роботи*. Він пред'являється викладачеві протягом семестру – як матеріал для поточного модульного контролю. Його зміст і коментар окремих даних студентом, за вказівкою викладача, *служать для оцінки самостійної роботи студента*.

Для складання екзамену наявність "Робочого зошита-конспекту" обов'язкова.

**"Поточний контроль за веденням і змістом
"Робочого зошита-конспекту" здійснив":**

№ з/п	Прізвище та ініціали викладача	Підпис	Дата	Примітка
1				Видача каркаса РЗК
2				
3				
4				
5				

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра суднових і стаціонарних енергетичних установок

В.П. Шостак

РОБОЧИЙ ЗОШИТ-КОНСПЕКТ
з дисципліни "Системи суднових дизельних установок"
студента групи _297 _____
(Прізвище, ім'я та по-батькові)

(Звітні матеріали про самостійну роботу студента)

201__/201__ н.р.

Студент	_____	_____
	(Підпис)	(Прізвище й ініціали)
Викладач	_____	_____
	(Підпис)	(Прізвище й ініціали)

Миколаїв 201__

Рекомендована література

Базова

1. **Артемов, Г. А.** Системы судовых энергетических установок [Текст] : учебное пособие / Г. А. Артемов, В. П. Волошин, А. Я. Шквар, В. П. Шостак. – Л. : Судостроение, 1990. – 358 с.

2. **Камкин, С. В.** Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок [Текст] : учебник для вузов / С. В. Камкин, И. В. Возницкий, В. Ф. Большаков и др. – М. : Транспорт, 1996. – 432 с.

3. Правила класифікації та побудови морських суден [Текст]. – У 4-х томах. – К. : Регістр судноплавства України, 2011.

4. РД 31.21.30-97. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций [Текст]. – СПб. : АОЗТ ЦНИИМФ, 1997. – 185 с.

5. **Фомин, Ю. Я.** Судовые двигатели внутреннего сгорания [Текст] : учебник / Ю. Я. Фомин, А. И. Горбань, В. В. Добровольский и др. – Л. : Судостроение, 1989. – 344 с.

6. MANDisel & Turbo [Electronic resource] / © MAN Disel & Turbo 2018: Project Guide. – Режим доступа: <http://www.mandiselturbo.com>.

7. Project guide. Low-speed engine [Text] / Copenhagen SV: MDT, 1992...2018.

7.1. _____

7.2. _____

...

Допоміжна

8. **Горбов, В. М.** Энергетичні палива [Текст] : навчальний посібник / В. М. Горбов. – Миколаїв УДМТУ, 2003. – 328 с.

9. **Ильницкий, Е. Г.** Морской англо-русский иллюстративно-информационный словарь [Текст] : учебное пособие / Е. Г. Ильницкий, И. А. Ильницкая, Е. А. Кулак, В. А. Орлов, В. Н. Плющ, В. Ф. Ходаковский ; под ред. Л. А. Козыря. – В 2-х томах. – Т.2. – Херсон, 2009. – 672 с.

10. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками. Консолидированный текст [Текст] : – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2010. – 806 с.

11. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 г. СОЛАС 74 (SOLAS 74). [Текст] : – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2008.

12. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. МАРПОЛ 73/78 (MARPOL 73/78) [Текст] : – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2012. – 768 с.

13. **Панин, В.В.** Основы эксплуатации судовых энергетических установок [Текст]: учебное пособие / В. В. Панин, А. Н. Носовский, А. В. Корниецкий, В. А. Пинчук, А. А. Чуйко. – Миколаїв, 2012. – 408 с.

14. **Пахомов, Ю. А.** Топливо и топливные системы судовых дизелей [Текст] : учебник / Ю. А. Пахомов, Ю. П. Коробков, Е. В. Дмитриевский, Г. Л. Васильев. – М. : РКонсульт, 2004. – 494 с.

15. Правила технической эксплуатации морских и речных судов [Текст] : нормативные документы морского транспорта Украины. – Одесса: ЮжНИИМФ, 1997. – 581с.

16. Судовой механик [Текст] : справочник / Авт. кол.; под ред. А. А. Фока. – В 3-х томах. – Т.2. – Одесса : Фенікс, 2010. – 1032 с.

17. **Шостак, В. П.** Опір довілля руху транспортного судна [Текст] : навчальний наочний посібник / В. П. Шостак, А. Ю. Манзюк. – Миколаїв : НУК, 2012. – 184 с.

18. **Шостак, В. П.** Проектування пропульсивної установки суден з прямою передачею потужності на гвинт [Текст] : навчальний посібник / В. П. Шостак, В. І. Гершанік, В. П. Кот, М. С. Бондаренко ; за ред. В. П. Шостака. – Миколаїв: УДМТУ, 2003. – 500 с.

18.1. _____

18.2. _____

...

Системи СДУ (укрупнений зміст)

1. Робочі параметри суднових дизелів (палива, масла, води, повітря, газів).....
2. Традиційні системи суднових дизельних установок.....
3. Системи з нетрадиційним обладнанням суднових дизельних установок.....
4. Управління системами суднових дизельних установок.....

Доопрацювання та доповнення РЗК

1. Кожна сторінка, без винятку, повинна мати коментар щонайменше "одне речення".
2. У першій частині все, що безпосередньо пов'язане з системами СДУ, повинно бути або підкреслене червоним, або помічене маркером.
3. Усі трубопроводи на схемах обводяться кольоровим фломастером:

коричневим	– паливо;
жовтим	– масло;
синім	– прісна вода;
зеленим	– забортна вода;
блакитним	– повітря;
сірим	– відхідні гази;
фіолетовим	– хладон (фреон);
червоним	– водяна пара.
4. Надписи. тести російською обов'язково, повністю, або частково, супроводжуються українською. Те ж саме стосується і англійської.
5. Власноручні записи, позначення тощо бажано робити не чорним кольором.

1. Робочі параметри суднових дизелів (палива, масла, води, повітря, газів)

1.1. Дизельна енергетична установка морського судна.....

1.2. Будова МОД компанії МДТ.....

1.3. Ідентифікація типів двигунів МЕ.....

1.4. Параметри МОД.....

1.5. Вузли та деталі систем безпосередньо МОД.....

1.6. Аксинометричне зображення двигуна.....

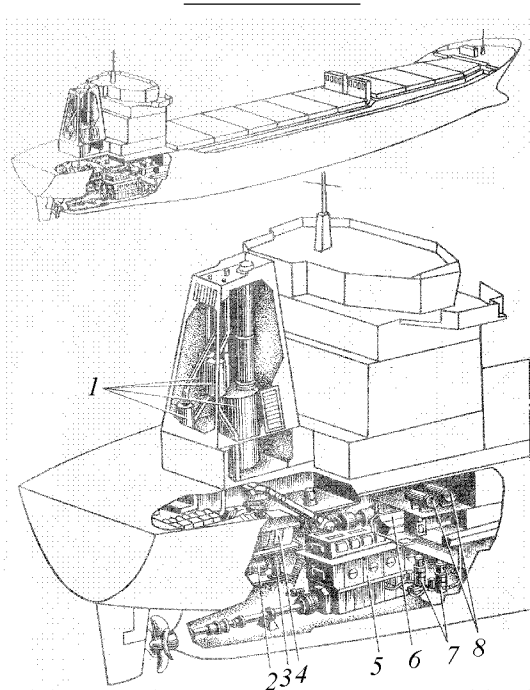


Рис. 1.X. Теплохід з кормовим розташуванням МО: 1 – УК; 2 – _____

Рис. 1.13. Цилиндропоршневая группа двигателя L35MC:
1 – блок цилиндра; 2 – втулка цилиндра; 3 – рубашка цилиндра; 4 – крышка цилиндра; 5 – седло выпускного клапана; 6 – выпускной клапан; 7 – корпус выпускного клапана; 8 – шпилька; 9 – поршень; 10 – шток поршня [5] с. 130

Рис. 1.13.

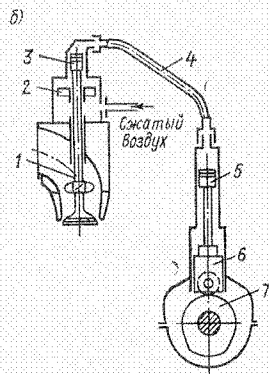
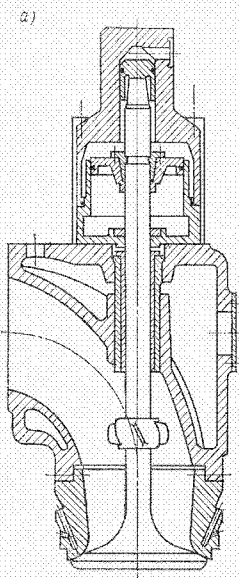
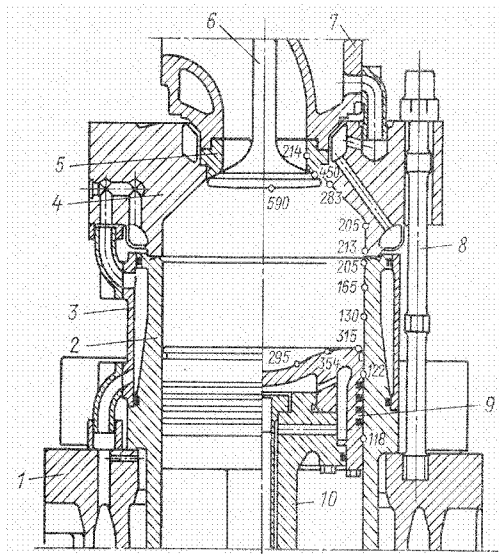


Рис. 1.12. Выпускной клапан МОД с гидропневматическим приводом: а – общий вид клапана; б – схема привода

Рис. 1.12.

Клапан 1 открывается под воздействием давления масла (до 30 МПа), действующего на поршень 3 сервомотора, посаженного на хвостовик стержня. Подается масло к сервомотору по трубопроводу 4 поршнем 5, приводимым через толкатель 6 кулачковой шайбой 7. Закрывается клапан давлением сжатого воздуха (до 2 МПа) на поршень 2, который соединен с клапаном 1 [5] с. 79

2. Традиційні системи СДУ

- 2.1. Системи водяного охолодження.....
- 2.2. Принципові схеми систем і водоопріснювача.....
- 2.3. Визначення основних характеристик допоміжного обладнання для обслуговування МОД.....
- 2.4. Паливні системи.....
- 2.5. Масляні системи.....
- 2.6. Системи забортної води.....
- 2.7. Системи прісної води.....
- 2.8. Системи газовипуску.....
- 2.9. Системи керуючого і пускового повітря.....

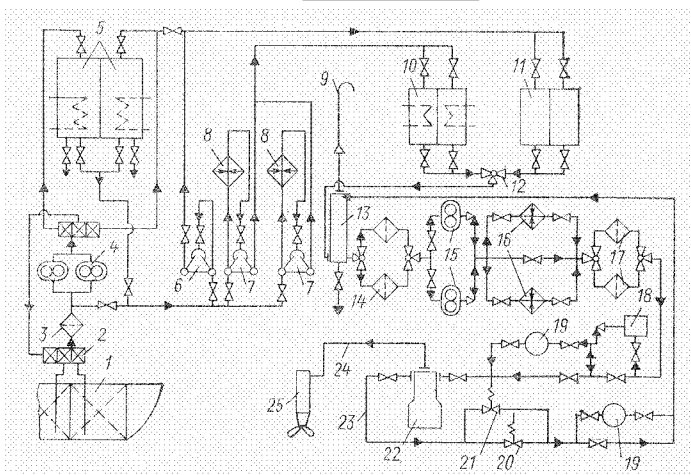


Рис. 2.12.1. Схема паливної системи для МОД [5] с. 81

До паливної системи входять такі елементи: 1 – цистерна основного запасу палива; 2 – розподільна коробка; 3 – фільтр грубого очищення; 4 –

3. Системи з нетрадиційним обладнанням СДУ

3.1. Методи та засоби зменшення оксидів азоту у відхідних газах МОД

- 3.1.1. Фізико-хімічні процеси утворення оксидів азоту в циліндрі МОД.....
- 3.1.2. Схеми систем впорскування води в циліндри МОД і рециркуляції відхідних газів.....
- 3.1.3. Схеми систем нейтралізації оксидів азоту алюмінієм.....

3.2. Системи глибокої утилізації енергоресурсів СДУ

- 3.2.1. Контейнеровози з альтернативними СЕУ.....
- 3.2.2. Контейнеровози типу "Емма Маєрск".....
- 3.2.3. Потоки енергії в руховій установці.....
- 3.2.4. Схеми систем глибокої утилізації відхідної теплоти.....
- 3.2.5. Утилізація відхідної теплоти з газами і стисненим повітрям

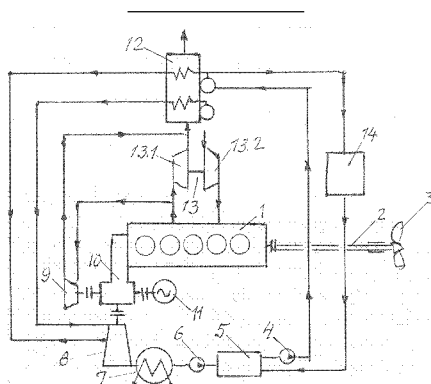


Рис. 3.Х. СЕУ з найбільшою енергоефективністю (?):

1 – МОД (ГД); 2 – валопровід; 3 – _____

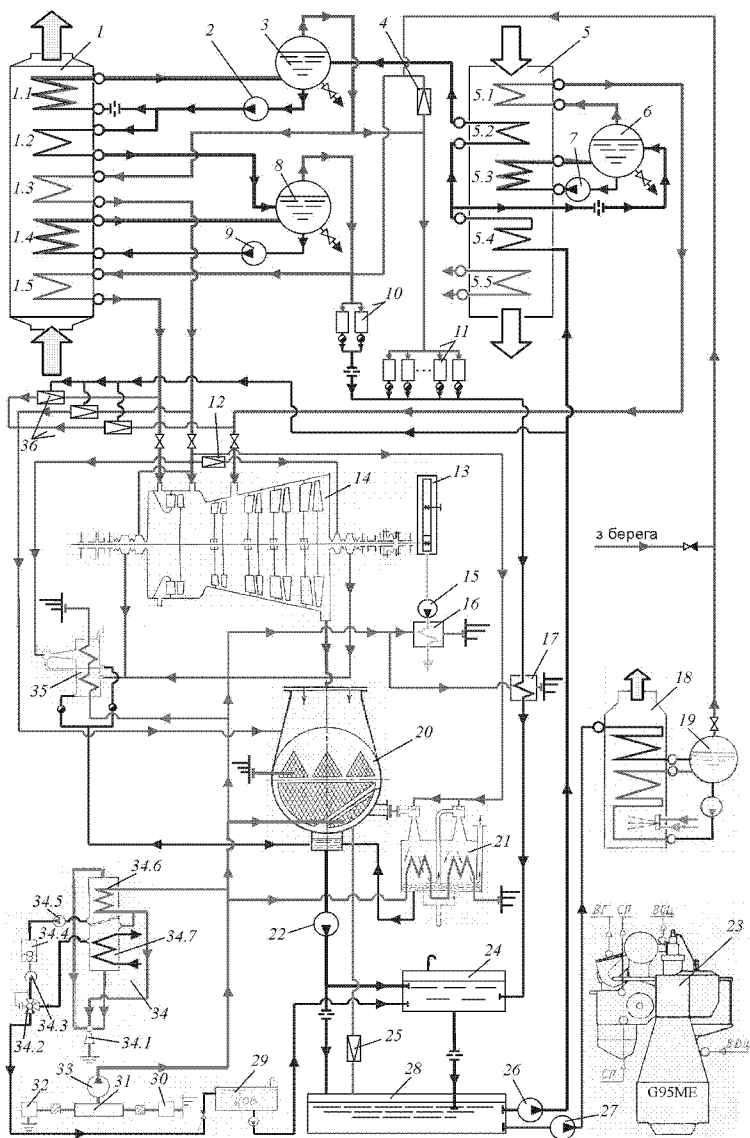


Рис. 3.18. Розгорнута тепла схема ГУВЕР для судна типу "Ебба Маєрск"

4. Управління системами суднових дизельних установок [4, 15]

Вступ.....	
I. Технічне використання суднових дизелів	
4.1. Підготовка дизельної установки до дії та пуск дизеля.....	
4.2. Обслуговування дизеля та його допоміжних систем під час роботи та стоянки.....	
4.3. Обслуговування дизеля та його допоміжних систем на режимах та за умов відмінних від нормальних.....	
4.4. Паливо, змащувальні матеріали, охолоджувальна вода.....	
II. Технічне обслуговування суднових дизелів	
4.5. Загальні вказівки по технічному обслуговуванню.....	
4.6. Вказівки по технічному обслуговуванню окремих збірних одиниць і деталей.....	
4.7. Увага.....	

Вступ

Управління системами СЕУ складається з випробування їх на роботоздатність, підготовки до штатної експлуатації, виходу на режим роботи СЕУ, поточного контролю, діагностування, дефектації, планових та аварійних ремонтів і т. ін.

Експлуатація регламентується керівним документом – "Правилами експлуатації суднових технічних засобів", які є обов'язковими для усіх членів машинної команди та співробітників берегової служби технічної експлуатації флоту (ТЕФ).

Системи пов'язують усі елементи енергетичної установки і забезпечують роботу судної дизельної установки в залежності від режиму роботи судна.

Експлуатація систем складається з технічного використання (ТВ) і технічного обслуговування (ТО).

I. Технічне використання суднових дизелів

4.1. Підготовка дизельної установки до дії та пуск дизеля

....

Бланк завдання на курсовий проект

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра суднових і стаціонарних енергетичних установок

ЗАВДАННЯ на курсовий проект з дисципліни **"Системи суднових дизельних установок"**

Тема: "Розробка систем для головного двигуна"

Дані для виконання КП: 1) базове судно – _____;
2) відносні потужності: специфікаційна $\bar{N}_c = __\%$, у точці
узгодження $\bar{N}_0 = __\%$, експлуатаційна $\bar{N}_e = __\%$.

ЗМІСТ І ОБСЯГ ПРОЕКТУ

1. Пояснювальна записка

Вступ.

1. Характеристика судна типу _____.
 - 1.1. Загальні відомості про базове судно.
 - 1.2. Основні розміри та архітектурно-конструктивний тип _____.
 - 1.3. Головний двигун та валопровід.
2. Визначення систем, що обслуговують ГД.
 - 2.1. Характеристики двигуна _____.
 - 2.2. Паровиробна установка.
 - 2.3. Система водяного охолодження та принцип дії основних систем.
 - 2.4. Конструктивні особливості головного двигуна.
 - 2.5. Вихідні дані для розрахунку систем.

2.6. Характеристики допоміжного обладнання для номінального МОД.

2.7. Визначення характеристик допоміжного обладнання для деформованого МОД.

2.8. Розробка принципової схеми допоміжних систем ГД.

3. Розробка системи _____.

Список використаної літератури.

2. Графічна частина

Принципова схема систем для обслуговування МОД; спрощена схема системи _____.

Загальні вимоги до курсового проекту

1. Обсяг пояснювальної записки – 30...40 сторінок тексту на аркушах формату А4; графічна частина – 2 арк. – формат А3.

2. Пояснювальна записка та графічна частина повинні бути виконані згідно з вимогами ЄСКД. Посилання на використані літературні джерела – обов'язково.

Завдання видано "___" _____ 20__ р.

Плановий термін захисту курсового проекту "___" _____ 20__ р.

Виконавець – студент гр. _____

(підпис)

Консультант _____.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник _____.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Приклад курсового проекту

Курсовий проект (КП) виконується кожним студентом індивідуально; при необхідності, студент консультується у керівника по КП. Студент, за погодженням з керівником, може суттєво змінити зміст КП, у якому можуть бути змінені тип головного двигуна, судна тощо. Заслуговує особливої підтримки питання щодо систем глибокої утилізації вторинних енергоресурсів морських транспортних суден, систем щодо зменшення викидів оксидів азоту з відхідними газами.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут

ПРИКЛАД

Кафедра суднових і стаціонарних
енергетичних установок

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

по дисципліні "Системи СДУ"

на тему "Розробка систем для головного двигуна
5S40ME-B9 судна типу TP "Frio Las-Palmas"

Спеціальність 271 Річковий та морський транспорт
Спеціалізація: "Експлуатація суднових енергетичних установок"
Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Виконавець: студент гр. 3297ст

_____ Петренко П.П.

Консультант: асистент кафедри ССЕУ

_____ Петрученко А.А.

" ____ " _____ 20 ____ р.

Керівник: професор кафедри ССЕУ

_____ Петрук В.В.

" ____ " _____ 20 ____ р.

Миколаїв 20____

АННОТАЦІЯ					Арх.	2
Курсовий проект складається з пояснювальної записки та графічної частини на двох аркушах формату А3. Пояснювальна записка містить в собі 42 сторінки текстового матеріалу, до складу якого у тому числі входить 6 таблиць і 11 рисунків. У першому розділі курсового проекту подано загальні відомості про судно і його головний двигун. Другий розділ (основний) присвячено визначенню характеристик основних систем, які забезпечують роботу деформованого двигуна 5S40ME-B9-T11, та розробці принципової схеми допоміжних систем ГД. Третя частина містить відомості щодо системи подачі палива із витратної цистерни до паливних насосів високого тиску двигуна. Графічна частина представлена двома аркушами формату А3.						
АННОТАЦИЯ						
Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части на двух листах формата А3. Пояснительная записка содержит в себе 42 страницы текстового материала, в состав которого в том числе входит 6 таблиц и 11 рисунков. В первом разделе курсового проекта представлены общие сведения о судне и его главном двигателе. Второй раздел (основной) посвящен определению характеристик основных систем, которые обеспечивают работу деформованного двигателя 5S40ME-B9-T11, и разработке принципиальной схемы вспомогательных систем ГД. Третья часть содержит сведения касательно системы подачи топлива из расходной цистерны к топливным насосам высокого давления двигателя. Графическая часть представлена двумя листами формата А3.						
ABSTRACT						
The course project consists of an explanatory note and a graphic part on two sheets of A3 format. The explanatory note contains 42 pages of text material, which includes 6 tables and 11 figures. The first section of the course project provides an overview of the vessel and its main engine. The second section (main) is devoted to defining the characteristics of the main systems that provide the work of the 5S40me-B9-T11, and the development of the concept of auxiliary main engine systems. The third part contains information about the fuel supply system from the fuel tank to the high-pressure fuel pumps of the engine. The graphic part is represented by two A3 sheets.						
Зм.	Арх.	№ змінює	Підпис	Дата	КП. 6.271.3297ст.XX.A	Арх.

ЗМІСТ				Арх.		
Завдання.....				3		
Вступ.....				5		
1. Характеристика судна типу "Бухта Русская" - ТР "Гіо Las-Palmas".....				6		
1.1. Загальні відомості про базове судно.....				6		
1.2. Основні розміри та архітектурно-конструктивний тип ТР "Гіо Las-Palmas".....				8		
1.3. Головний двигун та валопровід.....				9		
2. Визначення систем, що обслуговують ГД.....				10		
2.1. Характеристики двигуна 5S40ME-B9-T11.....				10		
2.2. Паровиробна установка.....				11		
2.3. Система водяного охолодження та принцип дії основних систем.....				12		
2.4. Конструктивні особливості головного двигуна.....				13		
2.5. Вихідні дані для розрахунку систем.....				18		
2.6. Характеристики допоміжного обладнання для номінального МОД.....				19		
2.7. Визначення характеристик допоміжного обладнання для деформованого МОД.....				20		
2.8. Розробка принципової схеми допоміжних систем ГД.....				35		
3. Розробка системи подачі палива до ГД.....				37		
Список використаної літератури.....				39		
Додаток: Пакет 6.271.3297ст.XX.02.01.....						
Пакет 6.271.3297ст.XX.02.02.....						
Зм.	Арх.	№ змінює	Підпис	Дата	КП. 6.271.3297ст.XX.3	Арх.

Национальний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра суднових і стаціонарних енергетичних установок

З.А.В.Д.А.Н.Н.Я

на виконання курсового проєкту з дисципліни

"Системи суднових дизельних установок"

Тема: "Розробка систем для головного двигуна 5S40ME-B9 судна типу TP "Гіто Las-Palmes"

Дані для виконання КП: 1) базове судно – "Бухта Руска"; 2) відносна потужність специфікація $M_E = 90\%$, у тому ж узгодження $M_0 = 85\%$, експлуатаційна $M_E = 81\%$.

ЗМІСТ І ОБСЯГ ПРОЄКТУ

І. Пояснювальна записка

Вступ

1. Характеристика судна типу "Бухта Руска" - TP "Гіто Las-Palmes"
1.1. Загальні відомості про базове судно
1.2. Основні розміри та архітектурно-конструктивний тип TP "Гіто Las-Palmes"
1.3. Головний двигун та випорівод
2. Вивчення систем, що обслуговують ГД
2.1. Характеристика двигуна 5S40ME-B9-TP
2.2. Паровиробна установка
2.3. Система живлення та привідні дії основних систем
2.4. Конструктивні особливості головного двигуна
2.5. Вихідні дані для розрахунку систем
2.6. Характеристика допоміжного обладнання для номінального МОД
2.7. Вивчення характеристик допоміжного обладнання для деформованого МОД
2.8. Розробка принципової схеми допоміжних систем ГД
3. Розробка системи подачі палива до ГД
Список використаної літератури
Додаток: 2 плакати систем

2. Графічна частина

Принципова схема систем для обслуговування МОД, спрощена схема системи подачі палива до МОД
Записки виконавця до курсового проєкту
1. Обсяг пояснювального записки - 40...40 сторінок тексту на аркушах формату А4; графічна частина - 2 арк. - формат А3.
2. Пояснювальна записка та графічна частина повинні бути виконані згідно з вимогами ЕСКД. Посилання на використані літературні джерела - обов'язково.

Завдання виконавцю

Пояснювальний термін записку курсового проєкту "_____" "_____" 20__ р.
Виконавець - студент гр. 3297ст _____ Петренко П.П.

Консультант

(підпис) _____ Петрученко А.А.

Керівник

(підпис) _____ Петрук В.В.

КП 6.271.3297ст. XX.3

4

ВСТУП

Морські перевезення відносяться до числа самих економічних видів транспортування, які існують на цей час. Транспортування багатьох харчових продуктів на дакеї відставі, в першу чергу викопленої траулерами рибию продукції, просто неможливо без рефрижераторного флоту.
Транспортні рефрижератори 70-80-х років минулого століття – не найдосконаліші судна свого часу, що будувалися на завод ім. 61 Комунара в м. Миколаєві, України. Однак з поширенням контейнерних перевезень, а саме рефрижераторних контейнерів, роль транспортних рефрижераторів у перевезенні вантажів морем суттєво зменшилась. Потреба в перевезенні заморожених вантажів у пакетах на даний час ще є. Тому при побудові чергового судна типу "Бухта Руска" треба передбачити модернізацію проєкту суднової енергетичної установки з сучасним МОД з електронною системою подачі палива та управління. Цим вимогам відповідає двигун компанії MAN 5S40ME-B9-TP номінальною потужністю 5675 кВт.

КП 6.271.3297ст. XX.В

5

43

1. Характеристики судна типу "Бухта Русская" - ТР "Грю Лас-Пальмас"

1.1. Загальні відомості про базове судно

Транспортний рефрижератор "Бухта Русская" (головне судно) було закладено на заводі ім. 61 Комунара (м. Миколаїв) 10.12.1983 р., а його будівництво завершено 30.06.1985 р. (дата підписання зведено-приймального акту). Його довжина між пер-
пендикулярами, становить $L_{pp} = 115$ м, а дедвейт $DW = 4900$ т.

Практично кожен наступне судно серії удосконалювалось, а сам проект постійно модернізувався. Найбільш суттєві зміни полягали в застосуванні більш досконалих головних двигунів. Так, на перших восьми суднах встановлено ГД 6L45GFC-A (6ДКРН 45/120-7), а починаючи з дев'ятого (ТР "Комунары Николаев") - 6L42MC (6ДКРН 42/136-10). Поряд з цим, збільшилась довжина - $L_{pp} = 119,9$ м - за рахунок циліндричної вставки понад 4 м. Починаючи з 18-го судна серії, стало можливим перевезення на палубі рефрижераторних контейнерів.

За базове судно прийняте 18-те судно серії, на якому були завершені основні проекти розробки з модернізації, з двигуном сімействаМС з спеціалізованою потуж-
ністю 5100 кВТ. На рис. 1 зображено креслення ТР "Грю Лас-Пальмас".

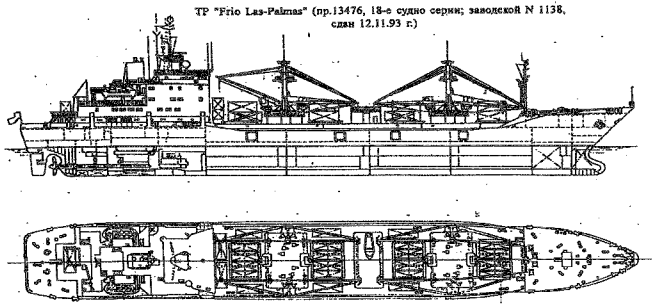


Рис. 1. Транспортний рефрижератор "Frio Las-Palmas"

ТР "Frio Las-Palmas" (пр.13476, 18-е судно серії; заводської N 1138, сплан 12.11.93 г.)

КП 6 271.3297ет.ХХ.01				Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата
				7

КП 6 271.3297ет.ХХ.01				Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата
				6

1.2. Основні розміри та архітектурно-конструктивний тип Тр "Frio Las-Palmas Судно призначено для перевезення рефрижераторних і генеральних вантажів, контейнерів у трюмах і на кришках вантажних ящиків верхньої палуби. Передбачається можливість перевезення невеликих партій рібного борошна в мішках або пакетах у верхньому трюмдеку № 4. Судно пристосовано до прийому з одного (двого) борта від крупно- і середньотонажних промислових суден у морі (при хвилюванні до 5 балів по шкалі Бофорта) рефрижераторних вантажів і рібного борошна, а також передачі вантажів постачання і надлишків власних запасів палива.					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 8		
Основні характеристики судна Осадка середня, м 6,48 Довжина по вантажній ватерлінії, м 123,0 Ширина найбільша, м 18,0 Водотоннажність об'єма, м³ 9860 Архітектурно-конструктивний тип судна - сталеве однопалубне з двома вантажними палубами. 4-х трюмне, оптозагтовіє з дизельним приводом, надлишковим надводним бортом, будьбо подібною несвоєю частиною та транцевою кормою, з 8 водонепроникними переборками, з осяком і кормовим розташуванням житлових рубок і машинного відділення. Судно було побудовано у відповідності з наступними правилами, конвенціями і нормами: Правилами класифікації та побудови морських суден Германського Ллойда. Правилами по вантажній марці морських суден. Правилами по конвенційному обладнанню морських суден. Міжнародною Конвенцією по охороні подорожнього життя на морі СОЛАС 74. Міжнародною Конвенцією по запобіганню забруднення з суден MARPOL 73/78. Делевейт судна при осадці по літню вантажу марку 6,48 м становить 5100 т.					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 8		
Зм. Арх. № документа Питань Дат					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 9		

1.3. Головний двигин та валопровід Насуддя встановлено малооборотний дизель 6ДКРН.42/136-10 (д.42МС) Бранс-кого машинобудівного заводу, побудований по ліцензії фірми "МАН Бурмейстер і Вагн".					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 9		
Основні характеристики ГД Потужність, кВт: специфікаційна максимально тривала 5100; Число циліндрів 6. Відношення ходу поршня до діаметру циліндра 3,24. Діаметр циліндра, мм 420. Хід поршня, мм 1360. Частота обертання валу, хв-1 162. Середній ефективний тиск, МПа 1,62. Середня швидкість поршня, м/с 7,6. Питома витрата палива, г/(кВт*год.) 177. Питома витрата масла, сумарна, г/(кВт*год.) 0,82. Склад валопроводу-гребінний вал, проміжний вал, дейдуудний пристрій, опорні підшипники, переборковий саліник, гальмо, система мазування та охолодження. Валів: гребінй вал - суцільного перерзу із легованої сталі; проміжний вал, виконаний із вуглецевої сталі. З'єднання валів між собою та з валом двигуна - фланцеве, за допомогою болтів. Гальмовий пристрій передбачено для запобігання повертання валопроводу при буксировці судна з швидкістю не більш 10 вузлів.					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 9		
Зм. Арх. № документа Питань Дат					Арх. КП 6.271.3297ет.ХХ.01 9		

2. Визначення систем, що обслуговують ГД

2.1. Характеристики двигуна S540ME-B9-TPI
Марка двигуна задана згідно з завданням – це малобертовий двигун фірми MAN Diesel S540ME-B9-TPI з номінальною потужністю $N_n^d = 5675$ кВт і номінальною частотою обертання $n_n = 146$ об/хв [8].
Об’єднання специфічної потужності точки устудження двигуна-ДВС-ТК.
Опір руху судна завжди коливається і не є постійним, оскільки на судно впливають різні чинники. Так, погіршення гідрометорологічних умов (збільшення інтенсивності хвилювання, шквастості вітру), обростання корпусу та гвинто-стернового комплексу і його корозія найбільш несприятливо впливають на навантаження ГД. Це обставини необхідно враховувати при визначенні робочих параметрів двигуна. Специфіфіційна потужність N_s^d характеризує максимальну тривалу потужність встановленого двигуна. Обирається N_s^d судновласником або проєктантом з меж дозволу робочих параметрів ГД максимально наближено до найбільш можливих навантажень двигуна. Переважно координати точки устудження ДВС-ТК вибираються на характерній гвинтовій характеристиці, положення якої, за рекомендацією компанії MAN визначається $N_s^d = (1,00...0,85) N_n^d$. Найбільш реальну картину відображає діапазон $(0,86...0,93) N_n^d$. В цьому проєкті прийнято $N_s^d = 90\%$ від потужності в точці L_1 . Значення N_s^d прийнято 85% від специфіфіційної потужності N_s^d . Це цілком дозволить застосувати рекомендації.
На рис. 2 наведені прийняті робочі параметри для S40ME-B9.

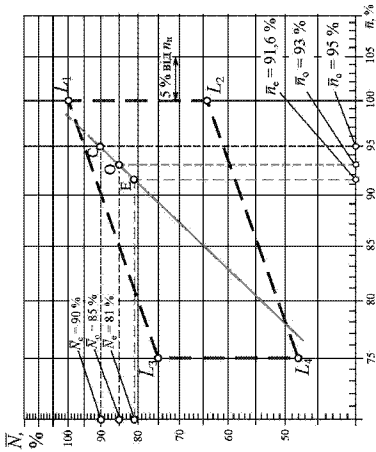


Рис. 2. Шпормова гвинтова характеристика і робочі точки МОД: С – специфіфіційна; О – устуджування; Е – експлуатаційна

2.2. Паровиробна установка

Допоміжна паровиробна установка (ДПУ) призначена для забезпечення парою (незакоптованою тепловою енергією споживачів на всіх режимах роботи судна. На дизельних транспортних суднах до складу ДПУ входять допоміжні котли (ДК), що працюють на рідкому паливі, так котли утилізаційні (УК), які використовують теплоту відходів газів МОД. На стоянці працює допоміжний котел, на ходовому режимі – утилізаційний.

Котли утилізаційні, як правило, мають прямуєву циркуляцію. Вони забезпечують прийнятну надійність паровиробної установки, оскільки температура відходів від МОД газів не перевищує 300 °С. Крім того, котел утилізаційний виконує функцію паливника. Обираємо котел утилізаційний з прямуєвою циркуляцією, у якому регулювання паропроодуктивності здійснюється засліпкою, що направляє при необхідності потік відходів газів в обхід випарного пучка.

Знак	Абрев.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.
					10

КП 6 271.3297ет.ХХ.02

Знак	Абрев.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.
					11

КП 6 271.3297ет.ХХ.02

2.3. Система водного охолодження на принципі дві ГД Волинє охолодження може бути здійсненє за декількома схемами. Найбільш поширені є двоконтурні та триконтурні (по воді) системи. Двоконтурна система застосовувалася на багатє раніше від триконтурної, тому її називають традиційною. У триконтурній системі теплода відводиться у зворотну воду у найбільшому із котлєх теплообмінників - у центральному охолоджувачі прісної води. Її називають центральною. По воді тут три контури. Кожна із цих систем має свої переваги та недоліки. Переваги традиційної системи охолодження полягають у наступному: простота системи з малою кількістю елементів, тільки два комплекти насосів - зворотної води та прісної води охолодження циліндра. Недоліки цієї системи можна віднести: підвищені витрати на технічне обслуговування та ремонт УХХП охолоджувача, значна товщина трубопроводів зворотної води, для яких застосовують дорогі некордуючі матеріали, такі як мідно-нікелєві сплави, ливки для покриття труб або ін. Центральна система охолодження має суттєві переваги перед традиційною, які забезпечують менші експлуатаційні витрати, більшу надійність і значно меншу ймовірність втрати ходового часу судна наслідок виходу із ладу елементів системи. Переваги цієї системи такі: використовуються в більшій мірі дешевіші матеріали, лише один теплообмінник потребує періодичного перебирання, оскільки тільки він один охолоджується зворотною водою, потрібно небагато некордуючих труб, зменшенє технічне обслуговування елементів системи, більш сприятливі умови для утилізації теплої прісної води. Таким чином, вибираємо центральну систему охолодження СЕУ. Система охолодження ГД забезпечує автоматичну підтримку заданої температури води на виході з ГД. Опрієнтована установка використовує тепло води системи охолодження ГД. Якщо водоопрієнтована установка не працює, охолодження води повністю здійснюється у водоохолоджувачі, через який прожачується прісна вода низькотемпературного контуру. Турбокомпресор нагнітає повітря в ГД через охолоджувач надрувного повітря. Зниження двигуна здійснюється маслом, що забезпечує зменшення підшипників та охолодження поршнів двигуна. Охолодження масла здійснюється прісною водою. Передбачено автоматичний регулювання температури масла.									
									Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питанє	Дата	КП 6.271.3297ет. XX.02				
					12				

Паливна система обладнана регулятором в'язкості. У цій системі автоматизований весь процес паливопідготовки. Випускні гази ГД, спрямовані на турбіні, направляються через УК в атмосферу. Життєва вода з теплою оликою подається в сепаратор УК. З випарної частини котла пароводяна суміш надходить до сепаратора пари, де здійснюється його відділення від води. Насичена пара подається до споживачів, а конденсат стікає у теплий злих. 2.4. Конструктивні особливості головного двигуна На рис. 3 показані попереочний переріз двигуна 5S40ME-B9. <i>Група деталей/система.</i> Рамові підшипники складаються з астаєвих вклядків, захитіх білим металом. Картер виконується звареним. На стороні випуску двигуна передбачені запобіжні клапани та локти для кожного циліндра. Картер з'єднується з фундаментною рамою аннерійним гвинтами. Анкерні я які виконані судинними. До кінцівка кріпиться більша частина труб, через які підводиться охолоджувальна вода, масло, паливо тощо.									
									Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питанє	Дата	КП 6.271.3297ет. XX.02				
					13				

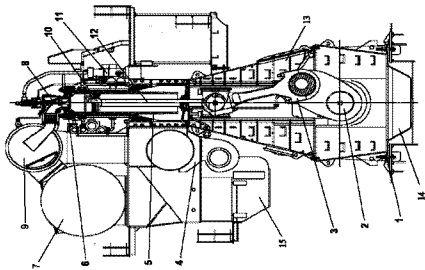


Рис. 3. Поперечний переріз двигуна 5840ME-B9
1 – фундаментна рама; 2 – колінчастий вал; 3 – шатун; 4 – поворотний ресивер;
5 – втулка циліндра; 6 – кришка циліндра; 7 – турбокомпресор; 8 – випускний
клапан; 9 – газовий ресивер; 10 – поршень; 11 – гідралінійний блок; 12 – шток
поршня; 13 – картер; 14 – масляний піддон; 15 – повітроохолоджувач

Блок циліндрів виготовлений з чавуну. Разом з циліндровими втулками він утворює порожнину продувочного повітря і водну охолодуючу порожнину. На створоні розподілу двигуна блоки циліндрів обладнані проемами для охищення порожнини продувочного повітря і опилу продувочних вісків. На лівий блок циліндрів розташовується сальник поршневого штовха з ущільнювальними кільцями для продувочного повітря і масляними кільцями, що перешкоджають потраплянню масла в продувну порожнину. У верхній частині блоку циліндрів розташоване підведення охолоджувальної прісної води. Крім того, у ньому наявні зливи із сальників поршневих штовхів.

					Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Питання	Дата	14
КП 6 271.3297ет. XX. 02					

Втулки циліндрів відлиті з легированого чавуна та підвішені в блоках за допомогою низького розташованих фланців. Верхня частина втулки оточена чавунною охолодуючою рубашкою. Втулка циліндра має проділиві вікна і свердловина для шпунтерів циліндрового змащення.

Кришка циліндра виготовлена зі сталі, суцільна, зі свердловинами для охолоджуючої води. Вона має центральний отвір для випускного клапана та канали для двох форсунок, запобіжного і пускового клапанів і підкачального крана. Кришка циліндра приєднується до блоку циліндрів шпильками і гайками.

Група деталей валу. Колінчастий вал – напівскладений. Він виконаний з литих сталевих кривошипів з холоднокатаними шпильками із відлущених сталевих кривошипів. Він має також і упроний вал. На кормовому кінці валу має фланець для маховика, фланець для роботи муфташпилька, що забезпечує роботу блоку кильця і гідралінійної системи і з'єднання з проміжним валом, а на носовому кінці – фланець для установки додаткового маховика і протива.

Шатуни виготовлені з ковкої сталі та комплектуються кришками підшипників з чавуна для крейцкопфних (головних) і мотильового підшипників.

Поршень складається з головки і спідниці. Головка виготовлена з жаростійкої сталі і має чотири поршневі канавки, хромовані по верхній і нижній поверхнях. Спідниця поршня чавуна.

Шток поршня – сталевий кутир із змішаним робочою поверхню, він проходить через сальник, з'єднується з крейцкопфом чотирма болтами. У центральному свердловині штовха встановлена труба охолоджуючого масла, що утворює канали для його підведення та відведення.

Крейцкопф виготовлений зі сталі й обладнаний башмаками з дробозернистого чавуна, робочі поверхні яких зашиті білим металом. Кронштейн крейцкопфу служить опорою для телескопічної труби, що подає змащування й охолодуюче масло до крейцкопфа, поршня та мотильового підшипника.

Випускна труба масла для охолодження поршня кріпиться до протилежного торця крейцкопфа. Кришки головних і мотильового підшипників кріпляться до шатуна шпильками та гайками. Головні підшипники складаються з комплекту сталевих тонкостінних вкладишів, зашитих антифрикційним

					Арк.
Зм.	Арк.	№ документа	Питання	Дата	15
КП 6 271.3297ет. XX. 02					

спавом. Кришка кривошійного підшипника – суцільна, з вирізом для поршневого штифта. Метальний підшипник має сталеві товстостінні вкладиші, запліт фрикційним спавом. Масло подається по каналах у кривошій та шатуні.				КП 6.271.3297ст. XX.02				Арх.	16
Одією з головних відмінностей у конструкції двигуна є спавом МЕ є електронізований випуск палива та робота випускних клапанів, що здійснюється за допомогою гідралічної силової системи.									
Випускні клапани складається з корпусу і шпінделя. Корпус - чавунний і має водіє охолодження. Нижня частина корпусу клапана виготовлена зі сталі з напалевленням твердого сплаву на сідо, охолоджується водою.									
Шпіндель виготовлений з жаростійкої сталі з напаленою твердим сплавом тарілкою. У корпусі встановлена напрямна клапана. Випускний клапан кріпиться до кришки шпіндела на шпінках з гайками, відкривається гідралічним приводом і закривається стисненим повітрям. При роботі під дією випускних газів шпіндель повертається завдяки закріпленню на йому невеликим лопаткам.									
Гідралічна система складається з поршня з гідроциліндром, установленим на корпусі штовхача, труби високого тиску і робочого гідроциліндра на випусковому клапані. Механізм відкриття та закриття випускних клапанів аналогічний механізму паливних клапанів.									
<i>Елементи паливної системи та системи змащення.</i> Паливна система встановлена так, що може працювати як на дизельному, так і на високів'язких сортах палива.									
Уприскування палива в кожен циліндр здійснюється індивідуальним електронним контролюваним бустерним насосом, який розташований на блоці гідралічних циліндрів і який також включає пристрій електричного управління випускним клапаном.									
Блоки управління циліндрами системи управління двигуна "розраховують" час уприскування палива і час відкриття випускних клапанів.									
Тиск палива, що подається на двигун, становить 7-8 бар, а широкіший насос забезпечує тиск 10 бар.									
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата					

Після зупинки двигуна, широкіший насос продовжує перекачувати нагріте важке паливо, таким чином, тримаючи паливну насоси нагрітими і паливну клапана деформованими.				КП 6.271.3297ст. XX.02				Арх.	17
Уприскування палива здійснюється насосами, які механічно простіше, ніж паливні насоси, які встановлені на МС моделях. Паливний насос на МЕ двигуні приводиться в рух поршнем, рух якого здійснюється за рахунок підвищення або зниження тиску в сполученому з поршнем просторі, який забезпечується електронним керуванням клапаном. Хоча випускні клапани відкриваються гідралічно і закриваються за допомогою повітряного протитиску як і в моделях МС. Електронно-контрольований привід випускного клапана приводиться в рух шляхом зміни тиску масла в гідралічній системі шляхом відкриття або закриття випускного масляного клапана.									
Дистанційним блоком в двигуні змащуються головні підшипники, упорний підшипник, канали охолодження поршня, підшипник поєзду. Також подається масло на блок живлення гідралічної силової системи.									
Система шпіндрового змащення "Альфа" розроблена для забезпечення маслом циліндрів з електронним контролем часу і дозування масла.									
Циліндрове масло потрапляє до лубрикаторів з витратної цистерни в двигун під дією гравітаційної сили. Тиск масла, що прямує на інжектори, забезпечується Альфа-лубрикатором, кожен з яких розташований на індивідуальному шпіндрі і обладнаний спеціальними міні-мультипоршневими насосами.									
Безпосередньо перед пуском циліндри можуть бути заздалегідь змашені і під час пускового періоду, оператор може поступово збільшувати подачу масла до 100%. Повітря засмоктується турбокомпресором (ТК) безпосередньо з МЕ через фільтр-глушник. З ТК через шпіндр нагнітання, охолоджуюч наддувного повітря (ОНП) і ресивер продувочного повітря воно надходить до продувних виконток циліндрів. Нагнітальний патрубок між ТК і ОНП обладнано компенсатором.									
Двигун оснащено турбокомпресором MAN, який встановлено в кормовому кінці судна. ТК частково охолоджується прісною водою.									
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата					

Від випускних клапанів газу направляються у випускний колектор, де вирівнюються пульсації тиску від окремих циліндрів. До ТК газу надходить при постійному тиску. Після ТК вони направляються в газовипускний трубопровід. Маж випускними клапанами і колектором, а також між колектором і ТК встановлено компенсатори. Упорний підшипник типу B&W-Mischer складається, у першу чергу, з упорного гребеня на колінчастому валу, опорні підшипники і чвунних сегментів, захистів білим металом. Упорний вал є невід'ємною частиною колінчастого валу.

Упор гребеного гинта передається через упорний гребінь, сегменти, фундаментну раму двигуна і кінцеві клини.

Упорний підшипник одержує змащення від системи змащення двигуна.

У разі живлення гідравлічної силової системи від двигуна, масляні насоси системи гідравліки встановлює укормі двигуна і приводяться дію від колінчастого вала через мультиплікатор. Змащення мультиплікатора здійснюється через систему змащення ГД.

2.5. Вихідні дані для розрахунку систем

У цьому підрозділі визначаються основні характеристики допоміжного обладнання для обслуговування головного двигуна 5S40ME-B9-TPI таких систем:

- пального;
- змасуванального й охолоджувального масла,
- центральної системи водяного охолодження,
- пускового та керування повітря,
- газовипускної системи з турбокомпресором,
- а також досягав продуктивність водоопірювання.

До основних розрахункових параметрів допоміжного обладнання, яке обслуговує МОД, відносяться такі величини, як продуктивність насосів і кількість охолоджувальної води, що надходить до повітря- та маслоохолоджувачів (м3/год), тепловіддачі в охолоджувачі і теплоопір від нагнівцопідігрівачів (кВт), витрати (м3/год) і температура (°C) відхідних газів, витрати надвужного повітря (кг/с), об'єм бакона пускового повітря (м3), продуктивність повітряного компресора (м3/год).

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питання	Дата	18
КП 6 271.3297ст.XX.02					

Початкові дані для розрахунку характеристик допоміжного обладнання систем дефорсуваного МОД 5S40ME-B9-TPI

1. Турбокомпресор (ТК) корпорції MAN – TCR 22-21.
2. Гвинт фіксованого кроку (ГФК).
3. Центральна система охолодження.
4. Параметри двигуна (виділені - стосовно т. Л.), що наведені у табл. 1 і відпо-вдають рис. 2.
5. Температура заборотної води (тропічні умови) – 32 °С.

Додаткові початкові дані для розрахунку витрат та температури відхідних газів

1. Температури:
 - прісної води центрального охолодження – 22 °С;
 - заборотної води – 18 °С;
 - навислишого повітря – 20 °С.
2. Протитиски випуску відхідних газів при специфікаційній потужності 300 мбар.
3. Барометричний тиск 1013 мбар.

Таблиця 1. Параметри ГД, відповідно до яких визначаються характеристики допоміжного обладнання транспортного рефрижератора

Параметри МОД	Ефективна потужність абсолютна, кВт	відносна, %	Частота обертання колінчастого вала	
			абсолютна, об/хв	відносна, %
Немає	$N_m = 5675$	$N_n = 100$	$n_k = 146$	$P_n = 100$
Специфікаційні	$N_m^* = 5108$	$N_n^* = 90$	$n_k = 137,8$	$P_n = 95$
У точці узгодження	$N_m^* = 4824$	$N_n^* = 85$	$n_k = 135,8$	$P_n = 93$
Експлуатаційні	$N_m^* = 4597$	$N_n^* = 81$	$n_k = 133,7$	$P_n = 91,6$

Примітка. Потужність у точці нагнітання, віднесена до специфікаційної $N_m^* = 100 - 4824 : 5108 = 94,4 \%$

2.6. Характеристики допоміжного обладнання для номінального МОД

Малооборотний двигун, як і будь-який інший технічний об'єкт, спро-ектовано на певні граничні параметри, основним з яких є номінальний ефек-тивна (на валу) потужність N_m^* і частота обертання колінчастого вала n_k . Номі-нальний МОД з певним ТК – двигун, який розвиває ефективну макси-мальну тривалу потужність при максимальній частоті обертання. Для

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питання	Дата	19
КП 6 271.3297ст.XX.02					

двигунів корпоруші MAN – це потужність і частота у тощі L1 [7, 10], які при застосуванні відносних показників приймаються за 100 %, тобто відносна потужність $\bar{P}_m = 100\%$ і відносна частота $\bar{n}_m = 100\%$. Розробник МОДУ своїх проектних керівництвах для проектування СЕУ наводить необхідні характеристики допоміжного обладнання для обслуговування МОД з можливістю (рекомендованими марками) ТК для традиційної та центральної системи водіяного охолодження. У табл. 2 наведені характеристики основного обладнання допоміжних систем, що обслуговують МОД SS40ME-B9-TPI [8]. Значення величин для деформованого МОД, що відносяться від номінального, визначаються дані у табл. 3. 2.7. Визначення характеристик допоміжного обладнання для деформованого МОД Незважаючи на меншу максимальну тривалу потужність деформованого МОД деяке допоміжне обладнання повинно мати такі ж самі характеристики, як і для номінального МОД. Зокрема, за вимогами компанії MAN – розробника МОД, для забезпечення надійного змащення масляний циркуляційний насос повинен замищатися незмінним. Вразовоні багаторуціональність, закритості паливної системи під тиском, незмінним повинні замищатися також паливні циркуляційні та піднесувальний насоси й паливоподавачі. Для забезпечення необхідних пускових якостей МОД, компресори пускового повітря та бапони повинні замищатися незмінними (див. табл. 2, п.п. 4.1, 4.2, 4.6, 5.2, 6, 9.1 і 9.2).				
КП 6.271.3297ет.XX.02 Зм. Арг. № документа Питан. Дат.				
20 Арг.				

Таблица 2. Характеристики допоміжного обладнання для обслуговування номінального та деформованого малооборотного двигуна SS40ME-B9-TPI (із звичайним турбокомпресором корпоруші MAN і центрального системного охолодження)				
№ зп	Характеристики	Почат. чення	Одиниц. виміру	Номінальний МОД Nominal engine at TC з ТК: 17TCR22-21
1	Ефективна максимальна тривала потужність (МТП) на валу двигуна Shaft power at MCR engine	N_e	kBt kW	5675 5108
2	Частота обертання двигуна при МТП Shaft power at MCR engine	n	зп rpm	146.0 137.8
3	Відносна частота L_1 потужності у тощі у збудження Power of latching rail MCR	$\bar{P}_e$	%	100 90
4	Продуктивність насосів: Pumps: 4.1) паливного циркуляційного насоса Fuel oil circulating pump 4.2) паливнорозподільного насоса Fuel oil supply pump 4.3) водяного охолодження паливника Jacket cooling water pump 4.4) циркуляційного центрального охолодження Central cooling water pump 4.5) закріплені води Sewerage pump 4.6) масляного циркуляційного насоса Lubricating oil pump Coolers: 5.1) наддувального повітря Scavange air cooler: термостат Heat exchanger підігрівача води центрального охолодження Central water pump 5.2) циркуляційного масла Lubricating oil cooler: термостат Heat exchanger випаровувача масла Lubricating oil quantity	P_{en} P_{en} P_{en} P_{eo} P_{es} P_{en} Q_{m1} P_{eo} Q_{m2} P_{en} P_{en}	m ³ /год m ³ /h m ³ /h m ³ /h m ³ /h m ³ /h kBt kW m ³ /год m ³ /h kBt kW m ³ /год m ³ /h	2.3 1.5 46 139 169 125 2340 80 72 556 126
5	Особливі дані: Coolers: 5.1) наддувального повітря Scavange air cooler: термостат Heat exchanger підігрівача води центрального охолодження Central water pump 5.2) циркуляційного масла Lubricating oil cooler: термостат Heat exchanger випаровувача масла Lubricating oil quantity	P_{en} P_{en} P_{en} P_{eo} P_{es} P_{en} Q_{m1} P_{eo} Q_{m2} P_{en} P_{en}	m ³ /год m ³ /h m ³ /h m ³ /h m ³ /h m ³ /h kBt kW m ³ /год m ³ /h	2.3 1.5 46 139 169 125 2340 80 72 556 126
КП 6.271.3297ет.XX.02 Зм. Арг. № документа Питан. Дат.				
21 Арг.				

1 В усіх позначеннях у подальшому використанні додається індекс "н" або "с":
для номінального МОД при МТП (у тощі L_1) – індекс "н", наприклад $\bar{P}_e^n$;
для деформованого МОД до специфікаційної потужності – індекс "с", наприклад $\bar{P}_e^c$.

Продовження табл. 2						
№ з/п	Характеристики	Позначення	Одиниця виміру	Номинальний МОД Nominal engine at TC	Деформований МОД Deformed engine at TC	
	Скористатися		Unit			з ТК: 17TCR23-21
	випрати прісної води (центрального осолодження) Central water quantity	$V_{\text{см}}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ $\text{м}^3/\text{h}$	70	67	
	3.3) випрати осолодження (циркуляції) Jacket water cooler. Heat dissipation. випрати води осолодження (циркуляції) Jacket cooling water quantity	$Q_{\text{цв}}$	kBt kW	900	830	
	випрати прісної води (центрального осолодження) Central water quantity	$V_{\text{см}}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ $\text{м}^3/\text{h}$	50	46	
	3.4) центральний: Central cooler: теплообмінник Heat dissipation	$Q_{\text{цв}}$	kBt kW	3800	3456	
	випрати прісної води (центрального осолодження) Central water quantity	$V_{\text{цв}}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ $\text{м}^3/\text{h}$	150	139	
	випрати прісної води (центральний осолодження) Scavenging water	$V_{\text{св}}$		185	169	
6	Теплообмінник/циркуляція Fuel oil heater	$Q_{\text{цв}}$	kBt kW	60		
7	Вихідні газат за номінальних умов ISO: Gases at ISO ambient conditions: 7.1) випрати відходних газів Exhaust gas amount	$G_{\text{г}}$	кг/год. kg/h	4700	33840	
	7.2) температура відходних газів Exhaust gas temperature	t	$^{\circ}\text{C}$	265	260,5	
8	Випрати повітря Air consumption	$G_{\text{в}}$	кг/с kg/s	12,8	9,2	
9	Система гідростатичного повітря, 30 бар: Starting air system, 30 bar (gauge): 9.1) об'єм баляни (12 секунд) Receiver volume (12 sates) 9.2) сумарна продуктивність компресора Compressor capacity, total	$V_{\text{г}}$	м^3 $\text{м}^3/\text{h}$	272,5		
		$V_{\text{г}}$	$\text{м}^3/\text{год.}$ $\text{м}^3/\text{h}$	150		
КП 6.271.3297ет. XX. 02						
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.	22

Розрахунок параметрів обладнання для деформованого МОД 5S40ME-B9-TPI наведено у таблицях 3...5. При цьому відносні показники визначені за даними рис. 4...11. Інші показники, визначені за даними компанії MAN, такі: відносна зміна відходних газів 3,3 %; поправочний коефіцієнт для теплопродукції у воді від циліндрів 0,97; Дані, що наведені на рис. 4...11, витягають із відомостей деформованого і номінального двигунів. Їх можна застосовувати для багатьох двигунів компанії MAN, незалежно від їх марки, хоча вони побудовані для конкретної марки, а саме 5S40ME-B9-TPI. Фінальні розрахункові дані занесені до табл. 6.2. Значення основних характеристик допоміжного обладнання поряд з іншою інформацією щодо насосів, витрат масла, палива, води, повітря по окремих типам системі рекомендованих швидкохідних середовищ у трубах використовуються для підбору відповідного обладнання, як правило серійного, та для визначення прохідних перерізів труб, тобто для складання відомостей замовленого обладнання та проектування трубопроводів.						
КП 6 271.3297ет. XX. 02						
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.	23

Таблиця 3. Розрахунок параметрів допоміжного обладнання для деформованого двинуця SS40ME-B9-TP							Арх.		
№ дп	Величина	Позначення	Одиниця виміру	Формула, джерело жобіше	Значення				
1	Параметри офіційної платинової дошки утримання	k_0	—	$1 + 0,27(1 - \overline{N}_e/100)$	1,015				
2	Температура охолодження наддувального повітря	q_{ex}	°C	Рис. 4	88				
	2.1) відносний деформованого МОД	C_{ex}^*	кВт	Табл. 2	2340				
	2.2) абсолютний деформованого МОД	C_{ex}	кВт	$C_{ex}^* \cdot q_{ex}/100$	2090				
3	Температура охолодження води випарів	q_{ex}^i	°C	Рис. 5	92,2				
	3.1) відносний деформованого МОД	C_{ex}^*	кВт	Табл. 2	900				
	3.2) абсолютний деформованого МОД	C_{ex}	кВт	$C_{ex}^* \cdot q_{ex}^i/100$	830				
4	Температура охолодження циркуляційного масла	q_{ex}^m	°C	Рис. 6	95,7				
	4.1) відносний деформованого МОД	C_{ex}^*	кВт	Табл. 2	560				
	4.2) абсолютний деформованого МОД	C_{ex}	кВт	$C_{ex}^* \cdot q_{ex}^m/100$	536				
5	Температура центрального охолодження	C_{ex}^*	кВт	$C_{ex}^* + C_{ex}^*$	34,6				
6	Витрата води центрального охолодження	V_{ex}^*	м³/год.	Табл. 2	80				
	6.1) витрата води центрального охолодження для МОД	V_{ex}^*	м³/год.	$V_{ex}^* \cdot k_0 \cdot q_{ex}^i/100$	72				
	6.2) витрата води центрального охолодження для циркуляційного масла для МОД	V_{ex}^*	м³/год.	Табл. 2	70				
	6.3) витрата води центрального охолодження для циркуляційного масла для деформованого МОД	V_{ex}^*	м³/год.	$V_{ex}^* \cdot q_{ex}^i/100$	67				
7	Продуктивність насосів:	V_{ex}^*	м³/год.	Табл. 2	70				
	7.1) присківок центрального охолодження для деформованого МОД	V_{ex}^*	м³/год.	$V_{ex}^* + V_{ex}^*$	130				
	7.2) витрата води центрального охолодження для деформованого МОД	V_{ex}^*	м³/год.	Табл. 2	183				
	7.3) витрата води охолодження циркуляційного МОД	V_{ex}^*	м³/год.	$V_{ex}^* \cdot C_{ex}^*/C_{ex}^*$	169				
	7.4) витрата води охолодження циркуляційного деформованого МОД	V_{ex}^*	м³/год.	Табл. 2	50				
	7.5) витрата води охолодження циркуляційного деформованого МОД	V_{ex}^*	м³/год.	$V_{ex}^* \cdot C_{ex}^*/C_{ex}^*$	46				
							Арх.		
							КП.6.271.3297ет.ХХ.02		
							Арх.		
							25		

Таблиця 4. Розрахунок витрати температури вихідних газів деформованого двинуця SS40 ME-B9-TP									
№ дп	Величина	Позначення	Одиниця виміру	Формула, джерело або інше	Значення				
1	Протіток випуску вихідних газів	Δp_e	МПа	Приймаємо згідно [8]	300	Приймаємо згідно [8]			
	100 90								
2	Витрата вихідних газів витрати в штандартних газів	Δp_e^*	МПа	Приймаємо згідно [8]	—	243			
	2.1) стосовно значення при L_1	Δp_e^*	МПа	При $\overline{N}_e = 90\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 7	—	0,2			
	2.2) в залежності від навантаження МОД	Δp_e^*	МПа	При $\overline{N}_e = 100\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 7	—	0,2			
	2.3) стосовно значення за умов ІЗО	$\Delta p_{e,iso}$	МПа	При $\overline{N}_e = 100\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 7	—	0,2			
3	Витрата вихідних газів МОД	C_{ex}^*	кг/год	Табл. 2	47000				
	3.1) номінального	C_{ex}^*	кг/год	$C_{ex}^* \cdot (\overline{N}_e/100) + \Delta p_e^*/100$	43020				
	3.2) деформованого при $\overline{N}_e = 100\%$	C_{ex}^*	кг/год	$C_{ex}^* \cdot (\overline{N}_e/100) + \Delta p_e^*/100$	40230				
4	Витрата палива для деформованого МОД	C_{ex}^*	кг/год	$0,9825 \cdot C_{ex}^*/3600$	11,7				
	при $\overline{N}_e = 90\%$	C_{ex}^*	кг/год	$0,9825 \cdot C_{ex}^*/3600$	11,0				
5	Зміна температури вихідних газів	Δp_e^*	°C	При $\overline{N}_e = 90\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 9	—				
	5.1) стосовно значення при L_1	Δp_e^*	°C	При $\overline{N}_e = 100\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 9	—				
	5.2) в залежності від навантаження МОД	Δp_e^*	°C	При $\overline{N}_e = 100\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 9	—				
	5.3) стосовно значення за умов ІЗО, при цьому $\Delta p_e = \Delta p_e^*$	Δp_e^*	°C	При $\overline{N}_e = 100\%$ і $k_0 = 95\%$ за даними коефіцієнтів МАН, рис. 9	—				
6	Температура вихідних газів МОД	t_{ex}	°C	Табл. 2	265				
	6.1) номінального	t_{ex}	°C	$t_{ex} + \Delta p_e^* + \Delta p_e^*$	251,1				
	6.2) деформованого при $\overline{N}_e = 100\%$	t_{ex}	°C	$t_{ex} + \Delta p_e^* + \Delta p_e^*$	235,7				
	6.3) деформованого при $\overline{N}_e = 90\%$	t_{ex}	°C	$t_{ex} + \Delta p_e^* + \Delta p_e^*$	235,7				

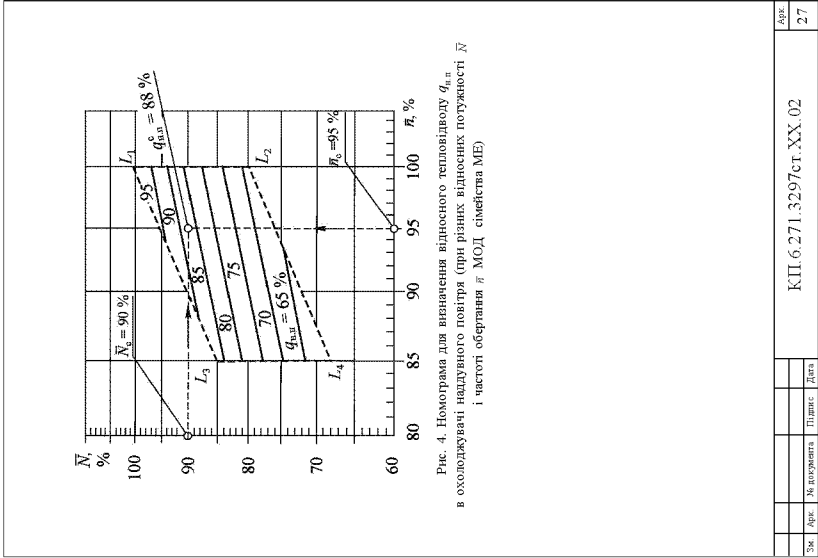
Арх.

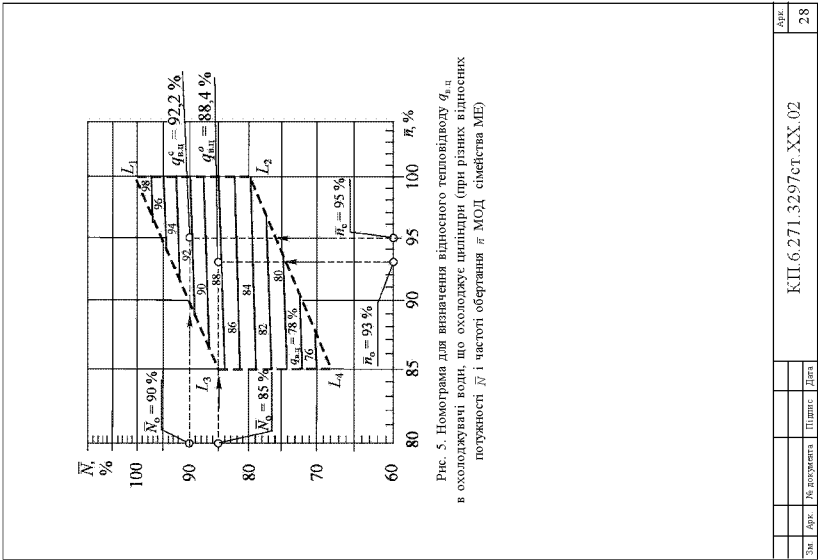
КП.6.271.3297ет.ХХ.02

Арх.

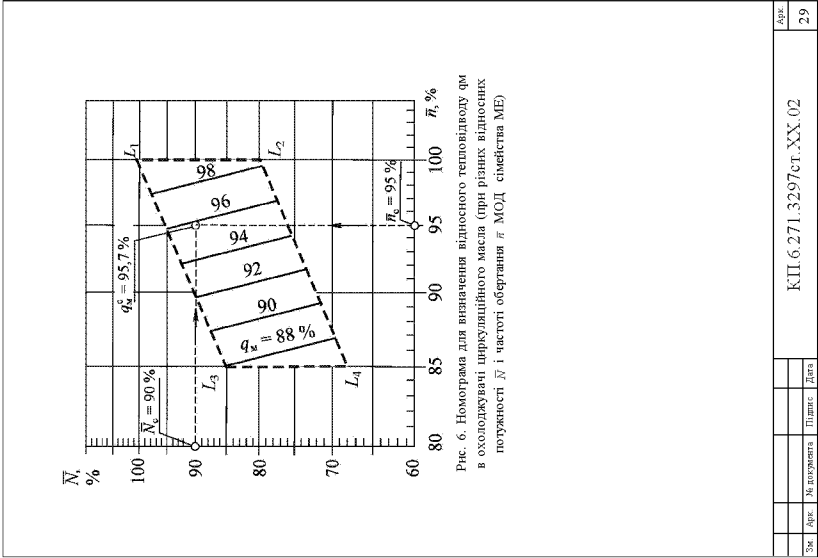
25

Таблиця 5. Розрахунок досяжної продуктивності ОУ для деформованого двигуна 5S40 ME-B9-III						
№ зп	Величина	Позначення	Одиниці виміру	Формула, джерело даних	Числове значення	
1	Відсоток теплової охолоджувачі води, що омиває циліндри	$q_{вд}^o$	%	При $N_e^o = 85\%$ і $R_{вд}^o = 93\%$ по рис. 5	88,4	
2	Коефіцієнт запаса, що враховує несприятливі невагомісні умови	$k_{вд}$	—	[4]	0,87	
3	Нормативний дитини стосовно потужності навантаження	$\bar{N}_e^o$	%	$N_6^o \cdot 100 / N_e^o$	95,3	
4	Поправочний коефіцієнт для теплодаючої в системі охолодження (визначається за допомогою номограми)	k_p	—	рис. 11	0,97	
5	Тепловіддача охолоджувачі води, що охолоджує циліндри: 5.1) при N_e^o 5.2) при N_6^o	кВт $Q_{вд}^o$ $Q_{вд}^*$	$\frac{W}{год}$	Табл. 6.2 $Q_{вд}^o (q_{вд}^o / 100) k_p k_p$ $0,03 Q_{вд}^*$	900 671	
6	Досяжана продуктивність ОУ	D_{ou}	—	—	20	
КП 6.271.3297ет. XX. 02					26	





Зм.	Арх.	№ документа	Питан.	Дат.
КП 6.271.3297ет. XX. 02				
Арх. 28				



Зм.	Арх.	№ документа	Питан.	Дат.
КП 6.271.3297ет. XX. 02				
Арх. 29				

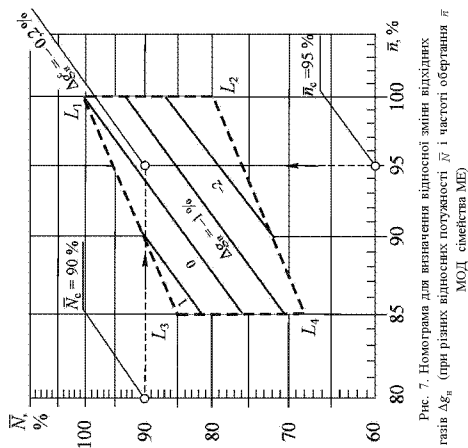


Рис. 7. Номограма для визначення відносної зміни відхідних газів Δg_n (при різних відносних потужностях N_e і частоті обертання $\bar{n}$ МОД сім'єства МЕ)

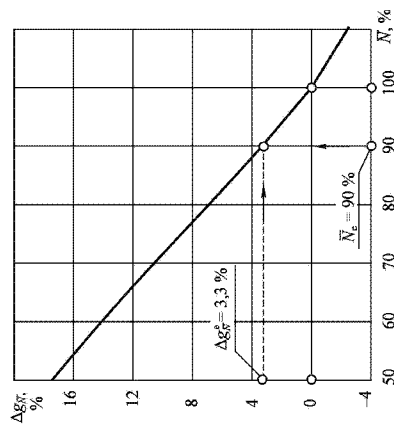


Рис. 8. Відносна зміна витрати відхідних газів у залежності від навантаження МОД сім'єства МЕ

Зм.	Апр.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.
					30

КП 6 271.3297ет.ХХ.02

Зм.	Апр.	№ документа	Підпис	Дата	Арх.
					31

КП 6 271.3297ет.ХХ.02

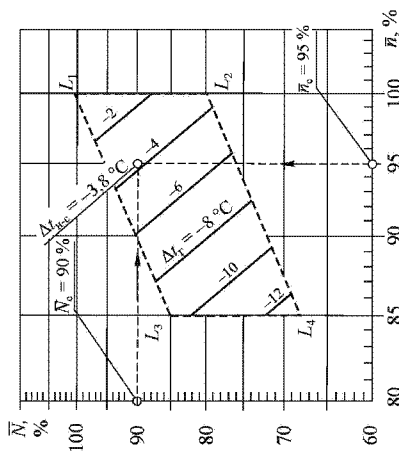


Рис. 9. Номограма для визначення зміни температури відхідних газів ΔT після ТК (при різних відносних потужностях N_1 і частоті обертання n МОД сімейства МЕ)

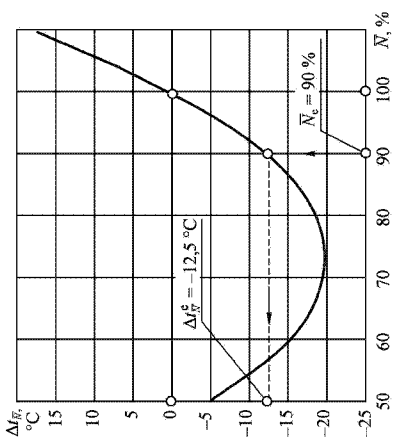


Рис. 10. Зміна температури відхідних газів в залежності від навантаження МОД сімейства МЕ

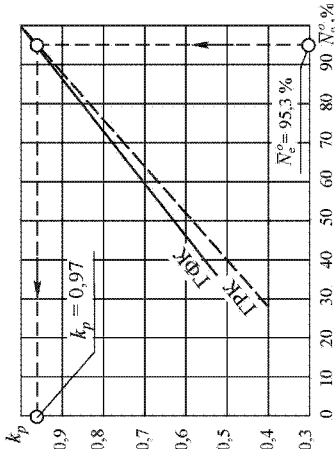


Рис. 11. Поправочний коефіцієнт для теплодіоду в системі охолодження цистерни в залежності від навантаження стосовно потужності у точці налаштування МОД:
ГОК – гвинт фіксованого кроку; ГРК – гвинт регульованого кроку

2.8. Розробка принципової схеми допоміжних систем ГД

На плаванні 6.271.3297 ст.ХХ.02.01 зображена припущова схема допоміжних систем з основним і утилізаційним обладнанням, типовим для двигунів компанії МАН з електронними системами подачі палива та газорозподілу і центральною системою охолодження.

При роботі МОД масло із стіної цистерни 1 забирається масляним циркуляційним насосом 2 і подається до охолодження циркуляційного масла 3 і далі через фільтр 4.1 іде на охолодження та зменшення МОД, картер якого вентильовується через трубопровід 5, що виходить на верхню надубу. Поповнення цього контуру здійснюється з витратної масляної цистерни 6.

Водяний насос центрального охолодження 7 подає прісну воду до центрального охолоджувача 8, після якого вона розподіляється на дві потоки. Більший із них іде на охолоджувану наддувочку повітря, який конструктивно входить до складу МОД. Менший потік спотікаєт проходить через охолоджувану циліндрового масла, а потім через охолоджувану води цистерни 9, а далі, об'єднавшись з потоком води від охолоджування наддувочку повітря, поступає на всмоктування водяного насоса центрального охолодження. Для зменшення ймовірності появи руйнівної кавітації та надійного всмоктування цього насоса передбачена розширювальна цистерна центрального охолодження 10.

Верхня частина цистерни МОД охолоджується прісною водою, після чого вона поступає до охолоджування води цистерни повітря або частково, коли працює водосприскивач 11.

Циркуляція цієї води забезпечується водяним насосом охолодження цистерни 12, вхідний трубопровід якого з'єднаний з розширювальною цистерною охолодження цистерни 13.

Засортна вода через фільтр 4.2 надходить до насоса засортної води 14. Більша її частина йде на охолодження прісної води центрально охолодження, решта – до конденсатора ВО (в раз його роботи). Більша частина підігрітої засортної води відводиться за борт, менша – на поповнення випарника ВО. Решта із випарника висмоктується вакуумним пристроєм і видається за борт (на схемі не показано).

Відсепароване та частково підігріте паливо надходить до витратної паливної цистерни 15, яка знаходиться під атмосферним тиском завдяки трубопроводу 16 з виходом на верхню надубу. З неї воно забирається паливофільтруючим насосом 17, подається на всмоктування паливного циркуляційного насоса 18, проходить паливопідігрівач 19 і через фільтр 4.3 попадає на всмоктування паливних насосів високого тиску і далі – до форсунок. МОД. Частина палива від цих насосів і форсунок повертається на всмоктування

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питання	Дата	34

КП 6 271.3297ст.ХХ.02

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Питання	Дата	35

КП 6 271.3297ст.ХХ.02

								Арх.	36
								КП 6.271.3297ет. XX. 02	
Зм.	Арг.	Як документ	Питан.	Дат.					

пального циркуляційного насоса і деяких кілкість - до витратної пальнової шестерени. Таким чином, здійснюється постійна циркуляція важкого підігрітого палива.

Попитаний компресор 20 засмоктує повітря з МВ і через водомаслоділловачан 21 нагнітає його в балон пускового повітря 22. Епізодично, при запущу або реверсі МОД, витрачається значна кількість стисненого повітря з надінням тиску у балоні. При певному зниженню тиску виходить ПК і починається попитрав балон до максимального тиску. Незалежна кількість стисненого повітря витрачається для роботи МОД. Для цього з балона пускового повітря постійно відбирається повітря, охищується у фільтрі 4.4, знижується приблизно удвічі його тиску у редукційному клапані 23 і таке охищене з пониженням тиском повітря подається до органів управління МОД.

До ТК через компресор теплових розширень 24 приєднується газохід, через який відхідні гази поступають до утилізаційного котла 25. Тут вони спочатку прохолодять через трубини пухок (або змійовик) випарника, потім через економайзер. За УК може бути встановлено іспароснаки-глушники 26, з якого гази через приєднану частину газоходу відводяться назовні. Із випарника пароводяна суміш надходить до сепаратора 27, в нижню температуру якого також подається живильна вода. Звідси вода з температурою, нижче температури насичення, забирається циркуляційним насосом 28 і подається до економайзера, а від нього до випарника. Пара із сепаратора йде до споживача теплоти енергії пилького потешмачу (~ 160 °С), зокрема, як показано на схемі паливопідігрівача, де, конденсуючись, віддає теплоту паливу для МОД. При необхідності, як правило, на стоянці судна, пара від допоміжного котла подається до витратної пальної шестерні. В споживачах водяна пара конденсується, і через конденсатовідвідники 29 вода йде до збірника конденсатів.

								Арх.	37
								КП 6.271.3297ет. XX. 03	
Зм.	Арг.	Як документ	Питан.	Дат.					

3. Розробка системи подачі палива до ГД

3.1. Спроценована система подачі палива до МОД

На плашці 6.271.3297ет. XX.02.02 зображена спрощена схема системи подачі палива від витратних шестерні до паливних насосів високого тиску МОД. Згідно з сучасними вимогами до двигуна повинно підходити важке паливо, а в окремих випадках дизельне (легке) паливо. А тому витратно-паливна система має у своєму складі витратну шестерню важкого палива і витратну шестерню дизельного палива. Паливо із шестерні 1 через триходовий кран 2 з L-подібною пробкою надходить до одного з паливоподаючих шестерених насосів 3, який з тиском біля 4 бар подає це паливо на всмоктування одного з паливних циркуляційних шестерених насосів 4. Цей насос з тиском 10 бар подає паливо до підігрівача 5. Таким чином, працює по одному насосу. По два насоси встановлюються для надійності. То ж решта непрацюючих насосів є резервними. Бабінамі клапани опрацьовують при тиску, що перевищує для підкачаного насоса 4 бара, а для циркуляційного - 10 бар. У підігрівачі 5 паливо підігрівається до такої температури, щоб його в якості складала 15 сСт. Після підігріву паливо проходить через повноточний фільтр 6 тонкої очистки (50 мікрон), який розташовано безпосередньо перед входом до двигуна. Проте паливо поступає до насосів високого тиску через швидкозатворний клапан 7, який, у разі необхідності, забезпечить миттєву зупинку МОД.

Паливна система забезпечує, при необхідності, роботу МОД на дизельному паливі, або промислову систему шим паливом від важкого палива. Перехід на дизельне паливо може знадобитися, якщо судно передбачається вивести із експлуатації на тривалий час з холодним двигуном, наприклад, у зв'язку з документним чи значним ремонтом у паливній системі або зупинкою біляні ніж на п'ять діб. Також такий перехід може бути обумовлений екологічними вимогами, наприклад, при проході судна через протоку Ла-Манш.

3.2. Паливо

У сучасних МОД використовуються практично важке паливо і лише в окремих випадках дизельне, оскільки останнє суттєво дорожче (приблизно на 50 %). Важке паливо (Heavy fuel oil - HFO) для МОД має в якості не більше 700 сСт при температурі 50 °С (7000 сек. Рефлуа при температурі 100 град. F).

У двигунах використовується таке морське дизельне паливо (Mainline diesel oil): паливо ICO (ISO) 8217, клас (Class) DMB; британський стандарт (British Standard) 6843, клас (Class) DMB; аналогічні інші палива.

3.3. Основні елементи паливної системи

На судні встановлено два сепаратора типу Аларфери Альфа-Лаваль. Відповідно до порад корпорації МАН питома продуктивність кожного сепаратора повинна бути $g_{\text{сеп}} = 0,23 \text{ л/(кг}\cdot\text{год.)}$. Відповідно до цього продуктивність одного паливного сепаратора складе:

$$C_{\text{сеп}} = g_{\text{сеп}} \cdot N_{\text{сеп}} = 0,23 \cdot 5674 = 1375 \text{ л/год.}$$

Цей сепаратор призначається для сепарації палива густиною $\rho \leq 1010 \text{ кг/м}^3$, нагріваються на режим пурфікації, а паливо перед сепарацією підігривається до $70 \dots 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Переоб'єднано дві пари паливних насосів: паливоциркувальних і циркуляційних. У табл. 6.6 наведені їх параметри

Таблиця 6. Параметри насосів для МОД 5S40ME-B9-ГП

№ з/п	Посказник	Паливні насоси	
		підкачувальний	циркуляційний
1	Продуктивність, м ³ /год.	1,5	2,3
2	В'язкість палива при 50 °С не більше, сСт	700	
3	Перепад тисків, бар	4	6
4	Тиск нагнітання, бар		10
5	Температура °С, робочу	100	150
	мінімальна	50	—

Для підігріву палива застосовано пластинчастий підігрівач, до якого надходить водiana насичена пара з температурою біля 165 °С. Максимальний теплопіддає становить 60 кВт, максимальний перепад тиску - до 1 бара, робочий тиск 10 бар, максимальна температура палива на вхід, 100 °С, на вихід 150 °С. Для палива в'язкість 600 сСт при 50 °С підігрів палива становити 142 °С.

Паливний фільтр - з автоматичним очищенням. Його продуктивність 2,3 м3/год.

Решта параметрів такі:

робочий тиск 10 бар;
абсолютна товстість очищення 50 мкм;
в'язкість палива 15 сСт;
перепад тисків 0,3...0,5 бар.

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	38

Література

1. Артемов, Г.А. Системи судових енергетических установок [Текст] : учеб. пособие / Г.А. Артемов, В.П. Волошин, А.Я. Шкаар, В.П. Шостак. — 2-е изд. перераб. и доп. — Л.: Судостроение, 1990. — 376 с.

2. Горбов, В. М. Енергетичні палива [Текст]: навч. посіб. / В. М. Горбов. — Миколаїв : УДМТУ, 2003. — 328 с.

3. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г. [Текст]: МАРПОЛ 73/78 (MARPOL 73/78). — СПб: ЗАО "ЦНИИМФ", 2012. — 768 с.

4. Панин, В. В. Основы эксплуатации судовых энергетических установок [Текст]: учебное пособие / В. В. Панин, А. Н. Носовский, А. В. Коринейский, В. А. Пичуков, А. А. Чуйко. — Миколаїв, 2012. — 408 с.

5. Правила классификации та постройки морских судов [Текст] : — У 4-х томах. — К.: Регистр судостроительства. Украина, 2002.

6. Правила технической эксплуатации морских и речных судов [Текст] : нормативные документы морского транспорта Украины. — Одесса: ЮжНИИМФ, 1997. — 581 с.

7. Проектна документація на судно "Elio Las-Palmas".

8. Проектне керівництво (Project Guide) до двигунів MANB&B S40ME-B [Текст] / Данієл, МБД, 2012.

9. Шостак, В. П. Опір доквілі руху транспортного судна [Текст] : навчальний наочний посібник / В. П. Шостак. А.Ю. Манзюк — Миколаїв: НУК, 2012. — 184 с.

10. Шостак, В.П. Проектування пропульсивної установи судна з прямою передачею потужності на винт [Текст] : навчальний посібник / В. П. Шостак, В. І. Гершанк, В. П. Кот, М. С. Бондаренко; за ред. В. П. Шостак. — Миколаїв: УДМТУ, 2003. — 500 с.

					Арх.
Зм.	Арх.	№ документа	Підпис	Дата	39

Приклад запису (реєстрації практичної роботи студента)
у "Книзі з практичної підготовки" (On board training record book)

Лабораторні роботи у обсязі 15 год. з дисципліни "Системи суднових дизельних установок" проводилися на судні – т/х "Командарм Федько" (водотоннажність 35,9 тис. т, дизельна установка з прямою передачею потужності на гвинт, потужність головного двигуна 7,8 тис. кВт, штатні прилади для замірювання параметрів СЕУ)

з "12" березня 2018 р. по "16" березня 2018 р.

Обробка даних, оформлення звітів і їх захист здійснювались у СК НУК за розкладом занять у 8-му семестрі 2017/2018 н.р.

Висновок. При виконанні лабораторних робіт на судні "Командарм Федько" студент надбав навички стосовно обов'язків вахтового механіка по управлінню вказаними системами дизельної установки, зокрема по їх будові, робочими параметрами і по правилам їх технічної експлуатації та технічного обслуговування.

Обсяг практичної підготовки відповідає обсягу лабораторних робіт (15 год.) і становить:

$$15 : 34,62 = 0,43 \text{ тиж.}$$

Тут 34,62 – розрахунковий годинний еквівалент одного тижня практичної підготовки, год./тиж. (за даними ОПП підготовки бакалавра, 2014 р.).

Оцінка виконання й захисту лабораторних робіт позитивна.

Судновий механік _____ Сидоренко С.С.
(підпис) (прізвище й ініціали)

Викладач _____ Кісарова А.І.
(підпис) (прізвище й ініціали)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан енергетичного факультету НУК

_____ Димо Б.В.
(підпис) (прізвище й ініціали)

М.П.

"20" квітня 2018 р.

(Примітка. Висновку передують лаконічні відомості щодо об'єкту проведення лабораторних робіт: судна, учбової або наукової лабораторії, дослідного басейну, майстерні, параметрів характерного обладнання – слюсарного, електрозварювального, складально-технологічного і електромонтажного, устаткування для демонтажу, дефектації та ремонту суднових технічних засобів і/або їх деталей, верстатів для механічної обробки, приладів тощо з зазначенням початку та завершення лабораторних робіт.)

Додаток 6

Приклад 2-х екзаменаційних білетів

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Освітній рівень – бакалавр.

Спеціальність 271 "Річковий та морський транспорт".

Спеціалізація 271.2 "Експлуатація суднових енергетичних установок".

Семестр: для денної форми навчання – 8;

для заочної форми навчання – 9.

Навчальна дисципліна – "Системи суднових дизельних установок".

БІЛЕТ № XX

1. Переваги та недоліки традиційної і центральної систем охолодження СДУ.

2. Характерні правила технічної експлуатації системи стисненого повітря.

Затверджено на засіданні кафедри суднових і стаціонарних енергетичних установок.

Протокол № ____ від " ____ " _____ 201_ р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Освітній рівень – бакалавр.

Спеціальність 271 "Річковий та морський транспорт".

Спеціалізація 271.2 "Експлуатація суднових енергетичних установок".

Семестр: для денної форми навчання – 8;

для заочної форми навчання – 9.

Навчальна дисципліна – "Системи суднових дизельних установок".

БІЛЕТ № XX

1. Системи для зменшення викидів оксиду азоту СДУ до рівня Tier III.

2. Характерні правила технічної експлуатації системи заборотної води сучасного балкера.

Затверджено на засіданні кафедри суднових і стаціонарних енергетичних установок.

Протокол № ____ від " ____ " _____ 201_ р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Екзаменатор

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Питання для поточного контролю

Змістовий модуль 1

1. Що охолоджується в МОД?
2. Що змащується в МОД?
3. Куди підводиться паливо в МОД і звідкіля відводиться?
4. Які середовища підводяться до турбокомпресора МОД?
5. Де розташовані порожнини, канали, фланці МОД для палива, масла, води, повітря, продуктів згоряння?
6. Діапазони температури і тиску палива, масла, води, повітря, продуктів згоряння в МОД.
7. Як змінюється температура і тиск у циліндрі МОД в залежності від кута поворота колінчастого вала?
8. Яким чином здійснюється очищення турбокомпресора МОД?
9. Яким чином здійснюється очищення повітроохолоджувача МОД?

Змістовий модуль 2

10. Яка різниця між традиційною і центральною системами охолодження суднових дизельних установок (СДУ)?
11. Назвіть споживачі пари від утилізаційного та допоміжного котлів на теплоходах.
12. Що обумовлює застосування підкачувального та циркуляційного паливних насосів при подачі палива до МОД?
13. Принцип дії одноступеневої вакуумної опріснювальної установки і температурний рівень її речовин.
14. Де розташовані і для чого слугують розширювальні цистерни у замкнутах циркуляційних системах?
15. Основні елементи системи пускового та керуючого повітря.

16. У яких випадках застосовується іскрогасник-глушник у системі газовипуску ДВЗ?

17. Як визначити характеристики допоміжного обладнання для обслуговування номінального і дефорсованого МОД?

18. Рівень підігріву важкого палива для МОД.

19. Що відбувається з важким паливом при його проходженні від цистерн основного запасу до насосів високого тиску МОД?

20. Основні елементи циркуляційної масляної системи МОД.

21. Основні елементи системи очищення стічного масла із сальників поршневих стоків.

22. Функції ущільнюючого повітря в МОД.

23. Основні елементи системи подачі лубрикаторного масла в МОД.

24. Основні елементи традиційної та центральної систем охолодження СДУ.

25. Основні елементи системи охолоджувальної води циліндрів.

26. Як здійснюється змащення мультиплікатора і охолодження валогенератора МОД?

27. У якому діапазоні навантаження МОД працює валогенератор?

28. Як здійснюється заміна масла у планетарному мультиплікаторі валогенератора?

29. Основні елементи системи газовипуску МОД.

30. Яка різниця між пусковим і керуючим повітрям для МОД?

31. Стандартна і додаткова системи пожежогасіння в порожнинах ресивера продувного повітря.

Змістовий модуль 3

32. Фізико-хімічні процеси утворення оксидів азоту у циліндрі МОД.

33. Мета впорскування води в циліндри МОД.
34. Для чого застосовується рециркуляція частки відхідних газів МОД?
35. Основні елементи системи нейтралізації оксидів азоту у відхідних газах МОД з використанням сечовини.
36. Спрощена схема утилізації вторинних енергоресурсів на контейнеровозі "Емма Маєрск".
37. Кількість і температурний потенціал вторинних енергоресурсів МОД.
38. Системи утилізації з утилізаційними котлами одного і двох тисків.
39. Діаграма "температура – теплота" для систем утилізації теплоти відхідних газів ДВЗ.
40. Процеси розширення водяної пари в утилізаційній турбіні в координатах "ентальпія – ентропія".
41. Основні елементи системи глибокої утилізації теплоти відхідних газів і стисненого повітря.
42. Призначення системи кінцевих ущільнень утилізаційної парової турбіни.
43. Передача механічної енергії від утилізаційної турбіни до валопроводу.
44. Принцип дії системи з утилізаційним гребним турбозубчастим агрегатом з використанням теплоти наддувного повітря і відхідних газів МОД.

Змістовий модуль 4

45. Підготовка СДУ до дії та пуск дизеля.
46. Обслуговування дизеля і його допоміжних систем під час роботи та стоянки.
47. Підготовка до дії:
 - масляної системи;
 - паливної системи;

- систем водяного охолодження;
- систем пуску, продування, наддуву, випуску.

48. Підготовка до маневрів і зупинка дизеля і його допоміжних систем.

49. Марки та фізико-хімічні властивості палива, змащувальних матеріалів, охолоджувальної води, наддувного повітря і продуктів згоряння дизельних установок.

50. Принципи технічного обслуговування допоміжних систем суднових дизелів.

**Характерні, як приклад, тести для самоконтролю
та поточного контролю**

1. Основною перевагою центральної системи водяного охолодження суднової дизельної установки є:

- + (1) наявність лише одного теплообмінника, який охолоджується забортною водою;
- (2) найбільш сприятливі умови для автоматизації;
- (3) короткі трубопроводи;
- (4) незначні маса та габарити.

2. Циркуляційна масляна система традиційної пропульсивної установки з малообертовим двигуном (МОД) призначена для:

- + (1) змащення вузлів тертя й охолодження поршнів МОД;
- (2) змащення підшипників і повзунів МОД;
- (3) змащення внутрішньої поверхні циліндрових втулок МОД;
- (4) запуску та реверсу МОД.

Примітка. Правильна відповідь позначена знаком "+".

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Загальні методичні рекомендації	4
2. Мета та завдання навчальної дисципліни	5
3. Опис навчальної дисципліни	6
4. Зміст навчальної дисципліни та методичні вказівки щодо її вивчення	7
5. Структура навчальної дисципліни	8
6. Теми практичних занять	10
7. Теми лабораторних занять	11
8. Самостійна робота студента	12
9. Індивідуальне завдання студента (курсовий проект)	14
10. Методи навчання	14
11. Методи контролю	17
12. Питання для поточного контролю	20
Рекомендована література	21
Додаток 1. Компетенції і результати навчання суднового механіка стосовно дисципліни "Системи СДУ"	23
Додаток 2. Фрагменти робочого зошита-конспекту з дисципліни "Системи суднових дизельних установок"	25
Додаток 3. Бланк завдання на курсовий проект	38
Додаток 4. Приклад курсового проекту	40
Додаток 5. Приклад запису (реєстрації практичної роботи студента) у "Книзі з практичної підготовки" (On board training record book)	61
Додаток 6. Приклади екзаменаційних білетів	62
Додаток 7. Питання для поточного контролю	63
Додаток 8. Характерні, як приклад, тести для самоконтролю та поточного контролю	67