

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова

**О. А. Гогоренко, Б. Г. Тимошевський**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни «Експлуатація та ремонт ДВЗ,  
застосування палив та охолоджуючих рідин»**

*Рекомендовано Методичною радою НУК*



ВИДАВНИЦТВО  
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ  
ІМ. АДМІРАЛА МАКАРОВА

2026

УДК 621.431(076)

Г58

*Автори:*

О. А. Гогоренко, канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації;

Б. Г. Тимошевський, д-р техн. наук, проф. кафедри двигунів внутрішнього згоряння, установок та технічної експлуатації

*Рецензенти:*

С. І. Сербін, д-р техн. наук, проф., директор Машинобудівного навчально-наукового інституту НУК;

М. Р. Ткач, д-р техн. наук, проф., завідувач кафедри «Інженерна механіка та технологія машинобудування»

*Рекомендовано Методичною радою НУК*

**Гогоренко О. А.**

Г58

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатація та ремонт ДВЗ, застосування палив та охолоджуючих рідин» / О. А. Гогоренко, Б. Г. Тимошевський. – Миколаїв : НУК, 2026. – 51 с.

Наведені основні відомості та методику виконання лабораторних робіт з дисципліни «Експлуатація та ремонт ДВЗ, застосування палив та охолоджуючих рідин». Тематика лабораторних робіт пов'язана з вивченням конструкцій чотиритактних суднових дизельних двигунів, основних систем, які їх обслуговують, з використанням діючих лабораторних стендів з двигунами 6ЧН 25/34 і 6ЧН 12/14. Також передбачено виконання лабораторних робіт щодо запуску, обслуговування під час експлуатації та зупинки дизеля 6ЧН 12/14 і перевірки та регулювання фаз газорозподілу цього двигуна.

Викладено алгоритм виконання лабораторних робіт, обробки результатів та складання звіту.

Призначено для здобувачів освіти денної і заочної форм навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

**УДК 621.431(076)**

© О. А. Гогоренко, Б. Г. Тимошевський, 2026

© Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2026

## ВСТУП

Дисципліна «Експлуатація та ремонт ДВЗ, застосування палив та охолоджуючих рідин» є однією з профільуючих під час підготовки фахівців у галузі суднової енергетики та суднових механіків. Важливою складовою цієї дисципліни є лабораторні роботи, які дозволяють на практиці оволодіти навичками експлуатації та ремонту двигунів, а також використання палив, масел та охолоджуючих рідин.

Сьогодні головні та допоміжні суднові дизельні двигуни вийшли на новий рівень досконалості з точки зору економічності, екологічності та автоматизації. Експлуатація таких двигунів вимагає високої кваліфікації та практичних навичок обслуговуючого технічного персоналу, що дозволяє підтримувати високу паливну економічність, надійність, довговічність, екологічність і зниження експлуатаційних витрат.

У результаті виконання лабораторних робіт здобувач освіти повинен поглибити знання з конструкції суднових ДВЗ на підставі вивчення діючих зразків двигунів 6ЧН 25/34 і 6ЧН 12/14, опанувати практичні навички щодо основних операцій, які виконуються при експлуатації суднових ДВЗ, ремонті основних його елементів, і застосування палив, масел та охолоджуючих рідин.

Також здобувач освіти має оволодіти навичками визначення основних параметрів ДВЗ у процесі експлуатації, виявляти причини відхилення параметрів від заданих значень та вміти усувати ці причини, готувати двигун до пуску, запускати, виводити на режими повного навантаження, обслуговувати

в роботі, виводити з режиму повного навантаження, зупиняти та здійснювати його регулювання.

Цей лабораторний практикум містить методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт, передбачених навчальною програмою дисципліни «Експлуатація та ремонт ДВЗ, застосування палив та охолоджуючих рідин».

У ході їх виконання здобувачі освіти набувають практичні навички та закріплюють теоретичні знання, отримані під час лекційних і практичних занять та при самостійному вивченні навчальної й довідкової літератури.

## **1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Для проведення лабораторних робіт з дисципліни «Двигуни внутрішнього згоряння, установки та технічна експлуатація» в лабораторії кафедри встановлені наступні стенди:

- навчальний стенд на базі суднового дизельного двигуна 6ЧН 31,8/33 (Д-50) потужністю 650 кВт, який використовується як наочне приладдя для вивчення конструкції та принципу дії головних і допоміжних двигунів суднових енергетичних установок;

- навчально-науковий стенд на базі дизельного двигуна 6ЧН 25/34 потужністю 500 кВт, який використовується для виконання практичних і лабораторних робіт з вивчення конструкції ДВЗ та його систем;

- навчально-науковий стенд на базі дизельного двигуна 6ЧН 12/14 потужністю 110 кВт, який використовується для проведення лабораторних робіт з метою оволодіння навичками щодо експлуатації та обслуговування суднових ДВЗ, використання палива, масла та охолоджуючих рідин;

- навчально-науковий стенд із силовим автотракторним агрегатом 4Ч 12/14 (СМД-19) потужністю 88 кВт, дизельний двигун 8ЧН 12/12 (Камаз-740) потужністю 250 кВт, двотактний дизельний двигун 4Д 10,8/12,7 (ЯМЗ-204) потужністю 80 кВт, дизель 4Ч 8,5/8,8 (2.0 TDCI) потужністю 85 кВт, дизель 1Ч 8,5/11 потужністю 5 кВт і бензиновий двигун 2Ч 7,2/6 (УД-25).

Ці стенди використовуються для проведення науково-дослідних і лабораторних робіт з метою отримання практичних

навиків у знятті навантажувальних характеристик, індикаторних діаграм та дослідженні особливостей робочого процесу двигунів при роботі на різних видах палива (дизельному та альтернативних паливах, бензині, пропан-бутані, водні тощо).

## **1.1. Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт**

Двигуни внутрішнього згоряння, устаткування й допоміжні пристрої, розташовані в лабораторії та призначені для проведення лабораторних робіт, практично всі є натурними діючими об'єктами та становлять певну небезпеку для оточуючих. Частини двигунів та інших пристроїв, що обертаються, мають значну енергію, здатну при руйнуванні призводити до суттєвих пошкоджень довкола. Рухомі частини можуть «захопити» одяг персоналу, який виконує певні роботи біля цих механізмів. Особливо це стосується одягу, який містить елементи, що не відповідають правилам роботи з рухомими механізмами (вільні шарфи, краватки, незастебнуті пояси, вільні шнури тощо). Всі двигуни та інше обладнання, які мають рухомі елементи, ретельно збалансовані й захищені кожухами, що виключає можливість виникнення небезпеки при роботі з ними. Робота без захисних кожухів, а також без індивідуальних захисних засобів (окулярів, щитків тощо), а також робота при виникненні нештатних вібрацій не допускається.

Всмоктувальні патрубки компресорів, насосів і двигунів можуть затягувати легкі предмети (сторонні предмети, частини одягу тощо), що може стати причиною аварії. Канали цих патрубків при нормальній експлуатації перекриті запобіжними ґратами, проте незалежно від цього слід гарантовано виключити можливість попадання в них будь-яких предметів при роботі з двигунами.

У разі виникнення порушення в роботі двигунів, допоміжного обладнання та пристроїв треба негайно покинути небезпечну зону й повідомити керівника робіт.

Грубе порушення умов експлуатації поршневих двигунів призводить до серйозних наслідків. Так, робота дизельного двигуна без охолодження може призвести до перегріву та руйнування двигуна. Відсутність масла протягом декількох секунд виводить з ладу двигуни. Тому до лабораторних робіт допускаються особи, що пройшли відповідну теоретичну підготовку, інструктаж з техніки безпеки при роботі в лабораторії з відповідним записом у журналі, а також вивчили конструкцію, принцип дії та правила обслуговування лабораторних установок.

У разі виявлення будь-яких несправностей експериментальної установки необхідно або не приступати до виконання роботи, або зупинити двигун та повідомити про це керівників.

Проведення лабораторних робіт на стендах без присутності викладача, лаборантів або допоміжного персоналу суворо забороняється. Під час виконання лабораторних робіт студенти не повинні виконувати дії, не передбачені завданням та не узгоджені з викладачем.

## **1.2. Порядок підготовки до лабораторних робіт**

Завчасно до виконання лабораторної роботи студент повинен вивчити конструкцію досліджуваного об'єкта і стенда, знати особливості його роботи та проблеми, які можуть виникнути при проведенні роботи.

При виконанні робіт бригадним методом кожен член бригади веде окремий особистий робочий звіт, в який при підготовці роботи заносяться наступні дані:

- назва роботи та її мета;
- схема стенда з докладним позначенням усіх елементів;

- принциповий вигляд кривих, які будуть побудовані на підставі експериментальних даних;
- послідовність виконання роботи на стенді;
- формули для виконання обчислень;
- таблиці вимірювань та обробки результатів.

### **1.3. Звітність щодо лабораторних робіт**

Кожен член бригади звітує про виконану роботу індивідуально. Визначення основних параметрів роботи випробовуваних двигунів слід виконувати відповідно до рекомендацій розділу 5. Помилки результатів необхідно обчислювати відповідно до загальних умов при випробуванні двигунів та використовуючи рекомендації розділу 6. Результати вимірювань та результати їх обробки треба заносити в таблиці, форми яких наведені в розділах з описами лабораторних робіт. Звіт повинен містити наступні елементи:

- числовий приклад обробки результатів для одного з режимів, вказаного викладачем, а також з записом алгебраїчних формул, короткими коментарями, підстановкою числових значень та одиниць вимірювань (для кінцевих результатів);
- зведену таблицю результатів;
- графіки шуканих залежностей (на форматі A4), які виконуються вручну на міліметровому або звичайному папері або у вигляді комп'ютерної роздруківки за дозволом викладача.

### **1.4. Загальні вказівки до виконання графіків**

Графіки подаються у вигляді роздруківок з комп'ютера. При побудові графічних залежностей необхідно вибирати співвідношення масштабів осей таким чином, щоб зображення графіка наближалось до квадрата або прямокутника зі



співвідношенням сторін не менше 1:3. Абсолютний масштаб кожної шкали вибирається за схемою, наведеною нижче.

Кожне ділення шкали може відповідати або 1, або 2, або 2,5, або 5 одиницям вимірювання параметра даної шкали. Можливо також збільшення названих цифр у 10, 100, 1000 разів. Розмірність масштабу має вигляд дробу, в чисельнику якого одиниця вимірювання параметра шкали, а в знаменнику – одиниця вимірювання довжини осі.

Розглянуте значення параметра, поділене на обраний масштаб, дає довжину відрізка на шкалі при визначенні координати точки. Ціна розподілу повинна бути в 5...10 разів більша від абсолютної похибки вимірювання параметра осі. Осі повинні мати рівномірну розбивку шкал, а площа графіка розкреслена прямокутниками через розбивку цих шкал.

Розбивка виконується через 1; 2; 2,5; 5 поділок шкал або через числа поділок, кратні зазначеним у  $10n$  раз. Відповідно цифрові підписи на шкалах ідуть тільки по лініях розбивки у вигляді ряду цілих чисел (наприклад, у вигляді ряду 1, 2, 3, 4, 5 тощо, або 2, 4, 6, 8, 10 тощо, або 5, 10, 15, 20, 25...). Нулі та коми краще не використовувати, рекомендується їх враховувати загальним множником поряд з позначенням шкали.

У підготовлену таблицю заносять експериментальні дані. Точки, що належать до однієї кривої, відзначаються однаковими геометричними значками: кружками, квадратами, ромбами.

Криві залежностей проводяться через побудовані масиви точок з усередненням положення кривої.

## **2. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

### **Вивчення конструкції суднового двигуна типу 6ЧН 25/34**

#### **2.1. Мета роботи**

Вивчити технічні характеристики, конструкцію та системи суднового двигуна типу 6ЧН 25/34.

#### **2.2. Порядок виконання роботи:**

- вивчити принцип роботи, технічні характеристики, конструкцію та системи дизеля за технічною документацією і навчальною літературою;
- вивчити розташування елементів дизеля (деталей, вузлів, трубопроводів тощо) на діючій лабораторній установці в машинному залі;
- скласти та захистити звіт.

#### **2.3. Опис двигуна типу 6ЧН 25/34**

*Технічні характеристики двигуна типу 6ЧН 25/34*

Дизельний нереверсивний двигун 6ЧН 25/34 використовується як головний двигун на промислових і транспортних суднах середньої та невеликої водотоннажності та приводного двигуна для судових і стаціонарних дизель-генераторних агрегатів, які є джерелом електроенергії змінного трифазного струму в режимі автономної або паралельної роботи поміж

собою або з судновою чи промисловою мережею. Також такі дизель-генератори використовуються як аварійні джерела електричної енергії.

### Основні параметри та характеристики двигуна 6ЧН 25/34

|     | Параметри, од. виміру                                                                                      | Значення                      |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1.  | Номінальна потужність, кВт                                                                                 | 500                           |
| 2.  | Середній ефективний тиск, МПа                                                                              | 1,35                          |
| 3.  | Максимальний тиск згоряння, МПа                                                                            | 11,5                          |
| 4.  | Тиск палива на початку впорскування, МПа                                                                   | 27,0                          |
| 5.  | Температура випускних газів, К                                                                             | 750                           |
| 6.  | Частота обертання колінчастого вала, об/хв                                                                 | 500                           |
| 7.  | Середня швидкість поршня, м/с                                                                              | 8,5                           |
| 8.  | Число циліндрів                                                                                            | 6                             |
| 9.  | Діаметр циліндра, мм                                                                                       | 250                           |
| 10. | Хід поршня                                                                                                 | 340                           |
| 11. | Робочий об'єм циліндра, л                                                                                  | 18,04                         |
| 12. | Загальний літраж двигуна, л                                                                                | 108,25                        |
| 13. | Ступінь стиску                                                                                             | 12,5                          |
| 14. | Об'єм масла в системі змащення, л                                                                          | 800                           |
| 15. | Об'єм води в системі охолодження, л                                                                        | 210                           |
| 16. | Питома витрата палива на номінальній потужності, приведеної до теплоти згоряння 42700 кДж/кг, кг/(кВт×год) | 0,223                         |
| 17. | Витрата палива на номінальній потужності за годину, кг/год                                                 | 178+10                        |
| 18. | Питома витрата масла на угар, г/(кВт×год)                                                                  | 1,0                           |
| 19. | Вид палива, яке рекомендоване для двигуна                                                                  | Л, 3, Арк.<br>ДСТУ 7688:2015  |
| 20. | Габаритні розміри:<br>- довжина<br>- ширина<br>- висота                                                    | 5980 мм<br>2070 мм<br>3160 мм |

## 2.4. Конструкція двигуна типу 6ЧН 25/34

За виконанням дизель-генератор правої моделі (газовипускний колектор знаходиться з правої сторони, а сторона управління зліва, якщо дивитися зі сторони генератора).

Двигун типу 6ЧН 25/34 – чотиритактний, шестициліндровий, з вертикальним однорядним розташуванням циліндрів, з безпосереднім впорскуванням палива, з газотурбінним наддувом, охолодженням наддувного повітря.

Двигун типу 6ЧН 25/34 складається з блок-картера з підвісним колінчастим валом та підмоторної рами, з'єднаних болтами, на яких змонтовані всі інші деталі та вузли.

На передньому торці двигуна розміщені: турбокомпресор, охолоджувач наддувного повітря, фільтр палива, насоси води, масла, паливопідкачувальний та маслоперекачувальний насоси, розподільувач пускового повітря. Зі сторони заднього торця розміщені: щит приладів, головний пусковий клапан, механізм безпеки, регулятор швидкості, привід розподільчого вала. На верхній частині дизеля розміщені кришки робочих циліндрів, до яких кріпляться: випускний колектор та колектор відведення води з кришок циліндрів.

На стороні управління двигуном розміщені: розподільчий вал, паливні насоси та їх приводи, привод впускних і випускних клапанів, механізм регулювання подачі палива й тяга з деталями механізму безпеки.

На протилежній управлінню стороні двигуна розташовані: колектор подачі охолоджуючої води до втулок робочих циліндрів, запобіжні противибухові клапани, фільтр тонкого очищення масла, охолоджувачі масла та води з регуляторами температури прямої дії, система вентиляції картера.

Колінчастий вал – сталевий, азотований, підвісний, кріпиться до блок-картеру за допомогою бугелів. Вкладиші корінних підшипників біметалеві сталєалюмінієві, демонтуються без необхідності виймання колінчастого вала.

Зі сторони переднього торця на колінчастому валу розташовані шестерні привода насосів води та масла і паливо підкачувального насоса, які закриті кожухом. Шестерневий привід розподільчого вала виконується від колінчастого вала зі сторони заднього торця.

На фланці колінчастого вала закріплений маховик, який спільно з ротором генератора забезпечує необхідну рівномірність обертання колінчастого вала дизельного двигуна.

Поршень – складеної конструкції, охолоджується маслом, головка поршня стальна від’ємна, тронк поршня – чавунний. Шатун – стальний з прямим роз’ємом нижньої головки.

Втулка циліндра відлита з чавуну, вставна, складається з гільзи та рубашки. У верхній та нижній частині порожнина охолодження поміж втулкою та рубашкою ущільнюється гумовими кільцями круглого перерізу.

Кришка циліндра – чотириклапанна, з центрально розташованою форсункою, випускний та всмоктувальний канали виведені в одну сторону, прикріплені до блок-картера за допомогою чотирьох шпильок.

Турбокомпресор типу ТК-23С-37 з фільтром-глушником на вході.

Регулятор швидкості типу 10РН-100 гідравлічний непрямої дії з вмонтованим серводвигуном та стоп-пристроєм.

Паливна система складається з шестерневого паливопідкачувального насоса з редукційним клапаном, здвоєного фільтра тонкого очищення, окремих паливних насосів високого тиску для кожного циліндра та охолоджуваних форсунок.

Система змащування двигуна циркуляційна, під тиском, з вільним зливанням масла в раму. На двигуні встановлений масляний насос з редукційним клапаном, що нагнітає масло через фільтр у двигун.

Передпускова прокачка дизеля маслом проводиться електроагрегатом, змонтованим на підмоторній рамі. Фільтрація масла проводиться фільтром повнопоточним тонкого

очищення зі змінними фільтруючими елементами та відцентровим фільтром.

Система охолодження двигуна водяна двоконтурна, складається з двох водяних насосів внутрішнього та зовнішнього контурів, охолоджувача наддувного повітря, охолоджувача масла, охолоджувача води, регулятора температури масла, регулятора температури води та розширювального бачка.

Двигун і турбокомпресор охолоджуються циркулюючою прісною водою внутрішнього контуру, а наддувне повітря, масло та вода охолоджуються в охолоджувачах повітря, води та масла проточною водою зовнішнього контуру.

Система пуску – пневматична, складається з головного пускового клапана, розподільвача повітря золотникового типу, пускових клапанів на кришках циліндрів, пускових балонів та компресора для підкачки балонів.

Засоби контролю за роботою дизель-генератора та станом його параметрів розташовані на щиті приладів двигуна, а також у шафі КУВМ-0,4-600.

На щитку приладів двигуна встановлені:

Манометри для заміру тисків:

- масла, що надходить у двигун;
- масла до фільтра;
- палива після фільтра;
- циркуляційної води;
- води зовнішнього контуру;
- пускового повітря;
- наддувного повітря.

Термометри для заміру температури:

- води, що виходить з двигуна;
- масла, що надходить у двигун;
- палива охолодження форсунок.

Система для заміру температури випускних газів на виході з кожного циліндра, перед турбокомпресором і за турбокомпресором.

Для вимірювання частоти обертання колінчастого вала встановлений тахометр.

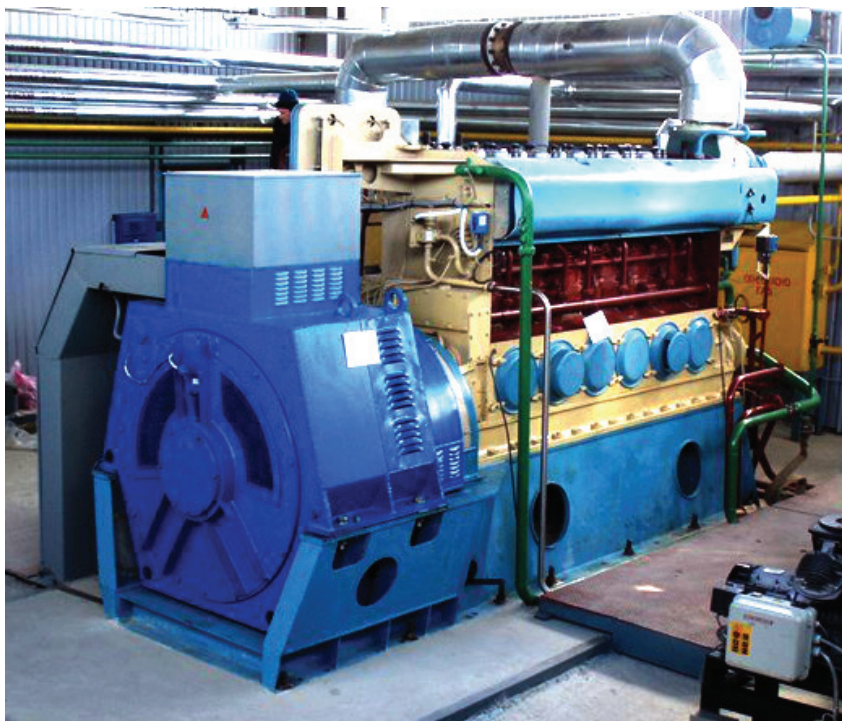


Рисунок 1 – Дизель-генератор на основі двигуна типу 6ЧН 25/34

## 2.5. Контрольні питання

1. Як розшифровується марка двигуна 6ЧН 25/34 та яка в нього номінальна потужність?
2. Назвіть основні елементи, з яких складається двигун 6ЧН 25/34, й особливості їх конструкції?
3. Яка конструкція клапанного механізму?
4. Яка конструкція циліндр-поршневої групи?

5. Які системи обслуговуюють працюючий двигун та їх призначення?
6. Яке призначення агрегата наддуву двигуна 6ЧН 25/34?
7. Укажіть основні параметри та показники ефективності двигуна 6ЧН 25/34 (середній ефективний тиск, максимальний тиск згоряння палива, температура випускних газів, питома витрата палива та масла).
8. Чи має двигун 6ЧН 25/34 систему турбонаддуву, що входить до її складу, та які позитивні наслідки використання?
9. Назвіть питому витрату палива двигуна 6ЧН 25/34.
10. Назвіть галузі застосування двигуна 6ЧН 25/34.



### **3. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2**

#### **Вивчення паливної системи суднового двигуна типу 6ЧН 12/14**

##### **3.1. Мета роботи**

Вивчити склад та принципи дії паливної системи суднового двигуна типу 6ЧН 12/14.

##### **3.2. Порядок виконання роботи:**

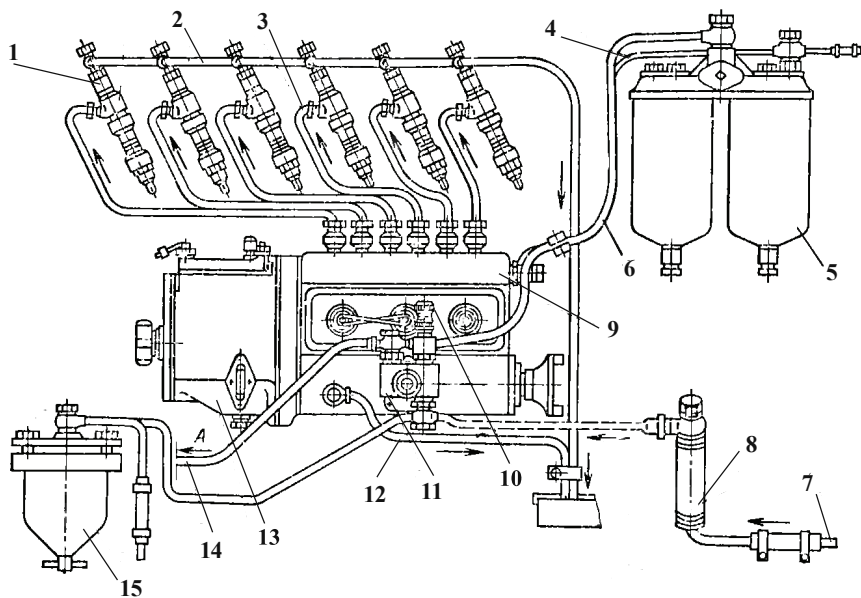
- вивчити схемні та конструктивні рішення паливної системи дизеля за технічною документацією та навчальною літературою;
- вивчити конструкцію та принцип роботи паливного насоса високого тиску та інших елементів системи на діючій лабораторній установці в машинному залі;
- скласти та захистити звіт.

##### **3.3. Опис паливної системи двигуна типу 6ЧН 12/14**

Схема системи паливоподачі двигуна типу 6ЧН 12/14 показана на рис. 2. Паливopідкачувальний насос подає паливо з бака через фільтр грубого очищення до фільтра тонкого очищення. Від фільтра тонкого очищення паливо надходить у паливopідвідний канал паливного насоса.

Паливopідвідний канал 6, який проходить через весь корпус насоса, з'єднаний отвором у гільзі плунжера з надплунжерним

простором. Насос під високим тиском подає паливо до форсунок 1. Паливо форсунками впорскується в камеру згоряння. Надлишки палива через протилежний отвір у гільзі плунжера направляються у відсічний канал насоса та далі через перепускний клапан, встановлений на паливному насосі, надходять до фільтра тонкого очищення і на злив у витратний бак. Паливо, що просочилося через зазор між голкою та корпусом розпилювача форсунки, а також через зазори плунжер – гільза паливного насоса та штовхач – втулка штовхача паливопідкачувального насоса зливається по паливопроводу в бачок зливу.



- 1 – форсунка; 2, 3, 4, 6, 7, 12, 14 – паливопроводи;  
 5 – фільтр тонкої очистки; 8, 15 – фільтри грубої очистки;  
 9 – паливний насос високого тиску; 10 – насос ручного підкачування;  
 11 – паливопідкачувальний насос; 13 – регулятор

Паливний насос (рис. 3) золотникового типу з постійним ходом плунжера. Кількість палива, що подається насосом,

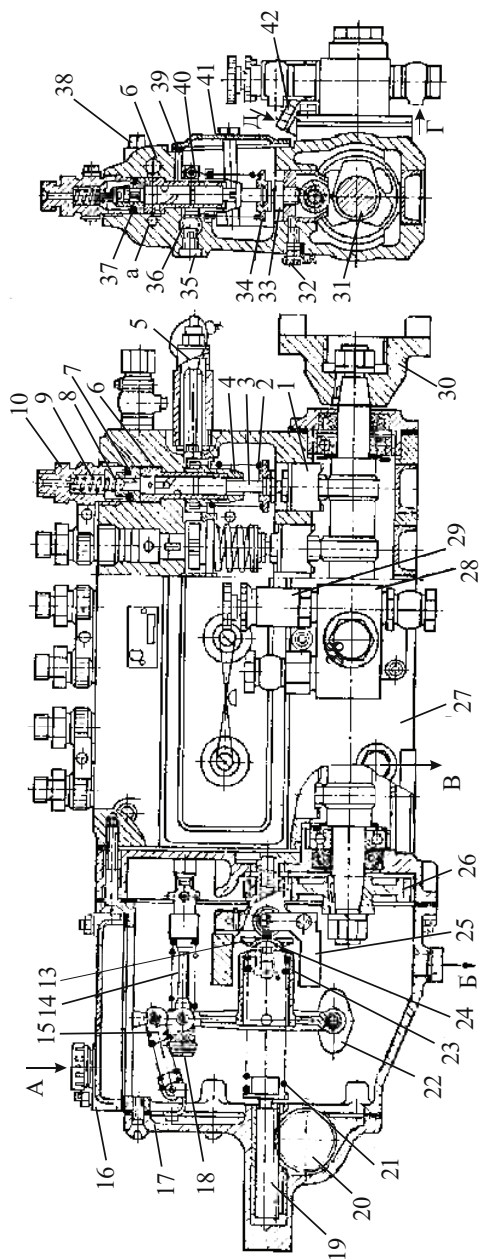


Рисунок 3 – Паливний насос високого тиску дизельного двигуна 6ЧН 12/14:

*A, Д* – залив масла; *Б* – злив масла з регулятора; *В* – злив протічок палива; *Г* – підвід палива;

*1* – штовхач; *2, 9, 15, 21* – пружини; *3* – плунжер; *4* – втулка; *5, 24, 32, 34, 35* – гвинти; *6* – гільза плунжера; *7* – сідло клапана; *8* – нагінтальний клапан; *10* – штуцер; *11* – ролик; *12* – хрестовина; *13* – муфта; *14* – шток; *16, 17, 41* – кришки; *18* – стопорне кільце; *19* – рейка-штовхач; *20, 26* – шестерні; *22* – важіль; *23* – стакан; *25* – навантаження; *27* – корпус насоса; *28* – паливопідкачувальний насос; *29* – насос ручної прокачки палива; *30* – кулачкова муфта; *31* – кулачковий вал; *33* – контргайка; *36* – рейка; *37* – прокладка;

*38* – пробка спуску повітря; *39* – штифт; *40* – вінець; *42* – пробка

регулюють перепуском його в кінці ходу нагнітання при повороті плунжерів. Початок подачі палива окремими плунжерами регулюють при виготовленні насоса.

На двигунах з наддувом встановлені плунжери діаметром 10 мм. Дизелі решти марок мають діаметр плунжера 8,5 мм. Хід плунжера в обох випадках становить 8 мм. У верхній частині плунжера передбачено центральний отвір, що з'єднує простір над плунжером з його спіральною канавкою. Від отвору бере початок спіральна відсічна кромка, що служить для регулювання кількості палива, що подається плунжером. На двигунах з правим постом управління напрямом спіралі лівий, а з лівим постом управління – правий.

При установці плунжерної пари в корпус насоса мітка на поводку плунжера повинна бути звернена у бік кришки люка. У верхній частині поворотної втулки 4 закріплений зубчастий розрізний вінець 40, що входить в зачеплення з рейкою. Після закінчення регулювання зубчастий вінець закріплюють на поворотній втулці стяжним гвинтом, причому на вінці та втулці ставлять загальну мітку, що фіксує їхнє взаємне положення при відрегульованому паливному насосі.

Зубчаста рейка переміщається в поздовжньому напрямку через систему важелів відцентровим регулятором або при дії на ручку вимкнення. При русі рейки в той чи інший бік поворотна гільза повертає плунжер, змінюючи кількість палива, що подається кожною секцією насоса. Одним кінцем рейка через шарнірну ланку та шток 14 з'єднана з важелем 22 регулятора, а іншим торкається гвинта 5, що обмежує найбільшу подачу палива насосом.

Нагнітальний клапан 8 періодично роз'єднує внутрішню порожнину паливопроводу високого тиску та надплунжерний простір і за допомогою циліндричного пояска забезпечує після відсічення палива зниження тиску в паливопроводі.

Сідло клапана, встановлене на торець гільзи плунжера, притискається до нього натискним штуцером 10. Між сідлом

клапана та натискним штуцером ставлять ущільнювальну прокладку 37. На зовнішній поверхні сидла клапана нарізане різблення для витягнення його з корпусу насоса спеціальним знімачем. Сідло клапана та нагнітальний клапан, гільза плунжера та плунжер є прецизійними парами, які замінюють тільки комплектно (парами).

Клапан промивання компресора встановлюють на двигуні з наддувом. Він служить для промивання проточної частини компресора. На автоматизованих дизель-генераторах може бути встановлений електромагнітний клапан промивання, який забезпечує п'ятикратне промивання колеса компресора тривалістю 8...12 с з паузами 30....40 хв.

### **3.4. Контрольні питання**

1. Визначте склад паливної системи двигуна 6ЧН 12/14 та призначення основних елементів.
2. Яке призначення паливopідкачувальних насосів?
3. Яку функцію виконують насоси високого тиску та які вони бувають?
4. Яке паливо рекомендоване для роботи двигуна 6ЧН 12/14 та чи можливе використання важких сортів палива у цьому двигуні?
5. Для чого використовуються підігрівачі палива?
6. До якої температури рекомендований підігрів палива?
7. Яке призначення центрифуги палива?
8. Які типи фільтрів використовуються у двигуні?
9. Куди спрямовуються залишки від сепарації палива та очистки фільтрів?
10. Яке призначення форсунок та як здійснюється їх охолодження?
11. Як здійснюється керування подачею палива двигуна 6ЧН 12/14?

## **4. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**

### **Вивчення системи змащення суднового двигуна типу 6ЧН 12/14**

#### **4.1. Мета роботи**

Вивчити систему змащення суднового двигуна типу 6ЧН 12/14.

#### **4.2. Порядок виконання роботи:**

- вивчити схемні та конструктивні рішення системи змащення двигуна за технічною документацією та навчальною літературою;
- вивчити конструкцію та принцип роботи елементів системи змащення на діючій лабораторній установці в машинному залі;
- скласти та захистити звіт.

#### **4.3. Опис системи змащення двигуна типу 6ЧН 12/14**

Система змащення двигуна типу (рис. 4) автономна циркуляційна, під тиском з «мокрим картером» забезпечує подачу масла до деталей тертя для його зменшення та відведення теплоти. Втулки циліндрів змащуються розбризкуванням.

Система змащування мультиплікатора поєднана з масляною системою двигуна типу. Від головної магістралі частина масла

надходить по трубопроводу до розподільника, змонтованого на підставці мультиплікатора, і до штуцерів мультиплікатора, а з мультиплікатора масло самопливом зливається в піддон двигуна по трубопроводу 23. Тиск масла перед мультиплікатором має бути 59...98 кПа. Для регулювання тиску масла на розподільнику мультиплікатора встановлено регулювальний гвинт.

Підшипники турбокомпресора змащуються маслом, що надходить з масляної магістралі двигуна. Відпрацьоване масло з турбокомпресора зливається по трубопроводу 24 у піддон двигуна.

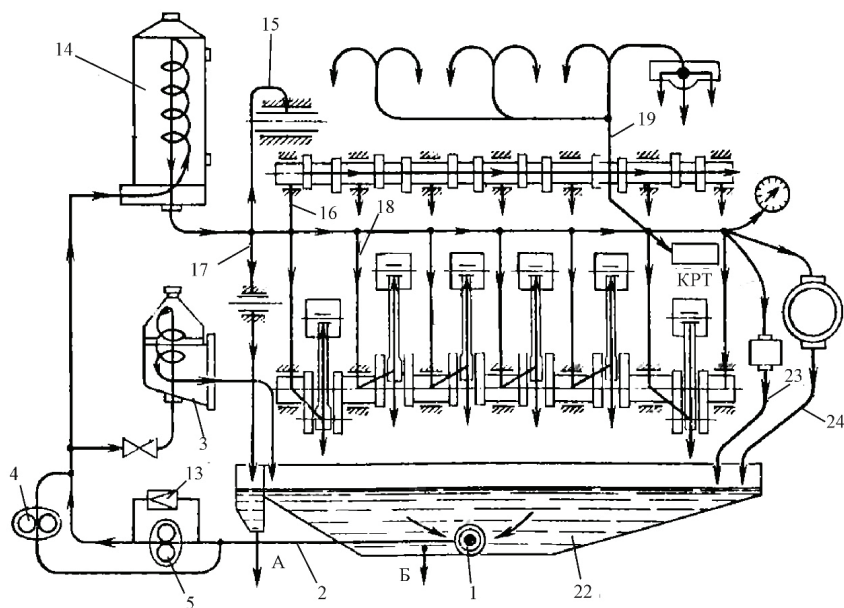


Рисунок 4 – Система змащення дизельного двигуна 6ЧН 12/14:

*A, Б* – злив масла;

*1* – фільтр; *2, 11, 15, 16, 17, 18, 19* – маслопроводні магістралі;

*3* – центрифуга; *4, 5* – масляний насос; *12* – кран;

*13* – перепускний клапан; *14* – фільтр-холодильник; *22* – піддон;

*23, 24* – зливні трубопроводи

Для забезпечення безперервної роботи двигуна протягом 500 годин, на трубопроводі підводу масла до центрифуги встановлений кран 12, який дозволяє відключити центрифугу для промивання її ротора. Рівень масла у піддоні перевіряють за допомогою масловказівника.

Масляні насоси 4 та 5 шестеренного типу забезпечують подачу масла в обсязі 0,67 л/с при протитиску на виході 588 кПа. На нагнітальній порожнині насоса встановлено редукційний клапан, відрегульований тиск 1,08 МПа. При підвищенні тиску в системі редукційний клапан відкривається, з'єднуючи нагнітальну порожнину зі всмоктувальною.

Підведене до центрифуги 3 масло під тиском надходить до осі ротора, потім через отвори подається у внутрішню порожнину ротора. При заповненні ротора масло через маслозбірні трубки надходить до форсунок. У результаті реакції струменя масла, що випливає з форсунок, ротор приводиться в обертання. При цьому частинки з щільністю, що перевищує щільність масла, осаджуються на обертальній внутрішній стінці ротора та утворюють щільний осад. Чисте масло, що витікає з ротора через форсунки, зливається в піддон.

Для охолодження масла служить масляний фільтр-охолодильник. Зовнішня поверхня радіатора омивається водою зовнішнього контуру, чим досягається його охолодження. У внутрішній порожнині стакана встановлені фільтруючі елементи, через які проходить масло. Пакет елементів у нижній та верхній частинах ущільнений прокладкою та втулкою.

Фільтруючий пакет складається з 35–38 дискових елементів, висота яких має становити 243...247 мм. Замість фільтруючого пакета можуть бути встановлені два каркасні елементи. У цьому ресурс безперервної роботи двигуна становить 100 год.

Насос масляний МЗН-2 служить для прокачування маслом системи змащення дизеля перед пуском та в процесі пуску для зменшення зносу деталей. Насос включений в масляну систему паралельно основному масляному насосу. Вмикається



насос кнопкою «Прокачування» або автоматично при автоматичному пуску агрегата. Режим роботи насоса – короткочасний. При роботі основного масляного насоса всмоктувальна порожнина насоса МЗН-2 перекривається зворотним клапаном. Насос МЗН-2 під час встановлення на ньому спеціального клапана використовують для гідроприводу сервомотора дистанційного керування реверс-редуктором РРП-70 або муфтою зчеплення.

Роз'єднувальний клапан служить для скорочення часу прокачування системи масла. Бачок доливання масла служить для автоматичного доливання масла в піддон дизеля з тим, щоб у ньому підтримувався необхідний рівень. Бачок встановлений на рамі агрегату та з'єднаний з нижньою порожниною дизеля дюритовою трубкою з хомутами. Постійний рівень масла в піддоні підтримується поплавком через голковий запірний клапан. Якщо з якоїсь причини голковий клапан не буде щільно закривати отвір для доливання масла, то надлишкова кількість масла зливається через контрольну трубку в резервуар, встановлений поряд з двигуном.

Для забезпечення надійної та тривалої роботи двигуна 6ЧН 12/14 заводом-виробником рекомендовані наступні сорти масла:

- основне моторне масло М10В2 за ДСТУ 9032:2020;
- як дозволені заміщення – М12Ву, М12Б, М10В, М10Г2ЦС, також за ДСТУ 9032:2020;
- допускається використання імпортованих моторних масел, які мають властивості не гірше за рекомендовані.

Термін заміни зазначених масел визначається за результатами лабораторних аналізів та у середньому складає 250...300 мотогодин для нормальних умов експлуатації.

Наприклад: Mobilgard 321, Mobilgard 412 та Mobilgard 512 – дизельні масла, розроблені для використання в судових поршневих тронкових двигунах, що працюють на дистильтовому паливі з низьким вмістом сірки. До складу цих

масел входять базові компоненти, які успішно зарекомендували себе в дизельних двигунах. Вони забезпечують чудовий захист від корозії та зносу, а також сприяють чистоті двигуна та відділенню води. Ці масла особливо ефективні при використанні двигунів середнього та малого діаметра, у багатьох типах середньо- та високооберткових суднових двигунів.

Завдяки вмісту пакету присадок термін заміни масла збільшений до 350...400 мотогодин при експлуатації в нормальних умовах.

#### **4.4. Контрольні питання**

1. Визначте склад системи змащення двигуна 6ЧН 12/14 та призначення основних елементів.
2. Які насоси застосовуються у системі змащення двигуна 6ЧН 12/14?
3. Яке призначення центрифуги та фільтрів масла?
4. Куди відправляються залишки після роботи центрифуги та очистки фільтрів?
5. Яке масло використовується для роботи двигуна 6ЧН 12/14?
6. Чи припустимо використання інших сортів масла, крім рекомендованих заводом-виробником?
7. Які теплообмінні апарати застосовуються у системі змащення двигуна 6ЧН 12/14?
8. Які рівні температур масла потрібно підтримувати та чому?

## **5. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4**

### **Вивчення системи охолодження суднового двигуна типу 6ЧН 12/14**

#### **5.1. Мета роботи**

Вивчити систему охолодження суднового двигуна типу 6ЧН 12/14, її елементи, принципи побудови та вимоги до температурних рівнів у теплообмінних апаратах.

#### **5.2. Порядок виконання роботи:**

- вивчити схемні та конструктивні рішення системи охолодження двигуна за технічною документацією та навчальною літературою;
- вивчити конструкцію та принцип роботи елементів системи охолодження на діючій лабораторній установці в машинному залі;
- виконати заміри температур охолоджуючих рідин на вході та виході з теплообмінних апаратів;
- скласти та захистити звіт.

#### **5.3. Опис системи охолодження двигуна типу 6ЧН 12/14**

Насос внутрішнього контуру (рис. 6) відцентрового типу забезпечує подачу 2,2 л/с при протитиску 78 кПа. Для забезпечення співвісності насоса з приводом фланець корпусу насоса встановлено на передній кришці на штифтах та шпильках.

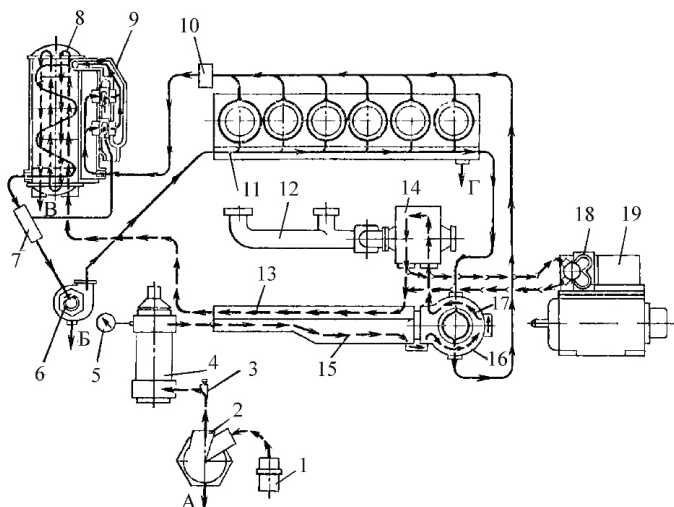


Рисунок 5 – Система охолодження дизельного двигуна 6ЧН 12/14

На всіх режимах роботи дизеля змінювати подачу насоса зовнішнього контуру кранами або вентилями не дозволяється. Максимально допустима температура води на вході двигуна  $32^{\circ}\text{C}$ .

На суднових двигунах може бути встановлений самовсмоктувальний трюмний насос, що працює без відключення та відрізняється від насоса зовнішнього контуру розташуванням кришки 2 відносно корпусу.

Розширювальний бачок з охолоджувачем встановлюють на дизелі з водо-водяною системою охолодження. Це пов'язано з тим, що вода, й особливо незамерзаючі рідини, мають позитивний коефіцієнт об'ємного розширення. На бачку є рифлене скло, через яке контролюють рівень рідини. На притискній планці 1 нанесені мітки верхнього та нижнього рівнів рідини. Рідину в бачок заливають через отвір, який закривається пробкою. В пробці встановлений запобіжний клапан, який використовується для випуску пари при підвищенні тиску в системі до 49 кПа.

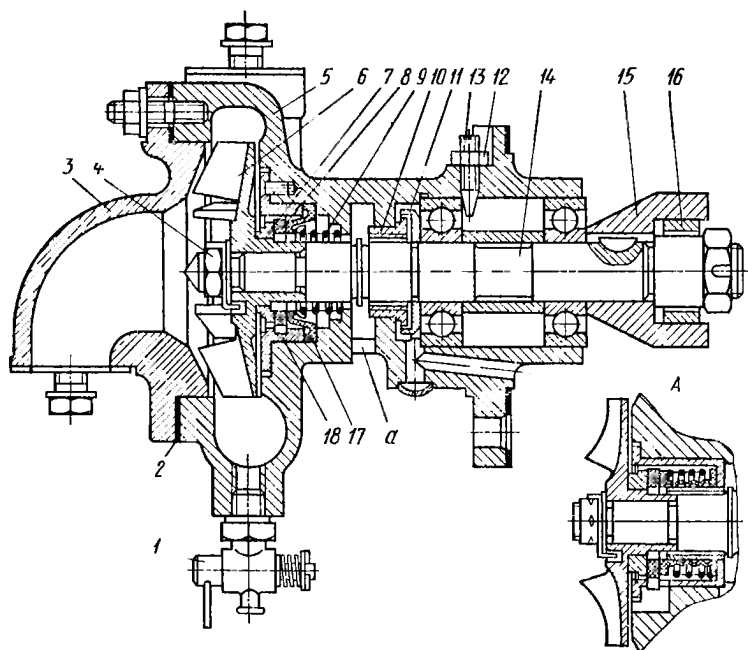


Рисунок 6 – Насос внутрішнього контуру охолодження  
дизельного двигуна 6ЧН 12/14:

*a* – вікно; 1 – кран; 2 – прокладка; 3 – кришка; 4, 12 – гайки;  
5 – корпус; 6 – крилатка; 7, 10, 18 – втулки; 8 – шайба; 9 – пружина;  
11 – масловідбивач; 13 – гвинт; 14 – валик; 15 – муфта; 16 – сухар;  
17 – манжета; А – ущільнення

Торцева кришка 8 має внутрішню вертикальну перегородку, а протилежна кришка має Т-образну форму. Перегородки в кришках забезпечують протікання води зовнішнього контуру чотирма потоками всередині трубок пакета, а рідина внутрішнього контуру, що охолоджує, омиває трубки зовні, здійснюючи петльовий рух між повздовжніми перегородками.

По трубі в блоці рідина надходить до втулок циліндрів двигуна. Далі через отвори у верхній частині блоку рідина поступає в головки циліндрів. До системи охолодження включені

також водяні порожнини турбокомпресора та холодильника повітря. Як регулюючий елемент у систему встановлений терморегулятор. Терморегулятор водоповітряної системи налаштований на температуру  $85 \pm 2^\circ\text{C}$ .

Як охолоджуючу рідину можна використовувати воду з питного водопроводу або котельний конденсат пари. Для зовнішнього контуру системи охолодження можна використовувати вищезгадану воду, а також будь-яку іншу, неотруйну, чисту від нафтопродуктів, безпечну в пожежному відношенні охолоджувальну рідину.

Вода, що заливається у внутрішній контур системи охолодження, повинна задовольняти наступним умовам:

- загальна жорсткість води не більше 1,80 мг-екв/л;
- вміст хлоридів не більше 30 мг/л;
- лужність по фенолфталеїну відсутня;
- рН дорівнює 7,5.

У разі необхідності при низьких температурах як охолоджуючу рідину можуть використовувати антифризи. Для охолодження необхідно застосовувати рідину марки «40», що замерзає при температурі  $-40^\circ\text{C}$ . Рідина має значний коефіцієнт об'ємного розширення, тому її слід заливати в систему охолодження на 3 л менше, ніж води. Антифризи небезпечні та є отрутами. Тому їх не можна засмоктувати через ротову трубку, а після роботи з ними необхідно вимити руки гарячою водою з миючими засобами.

## 5.4. Контрольні питання

1. Визначте склад системи охолодження двигуна 6ЧН 12/14 та призначення основних елементів.
2. Які насоси застосовуються у системі охолодження двигуна 6ЧН 12/14?

3. Як відбувається стабілізація температурного режиму роботи двигуна 6ЧН 12/14?
4. Які рідини можуть використовуватися в системі охолодження двигуна 6ЧН 12/14?
5. Які теплообмінні апарати застосовуються у системі охолодження двигуна 6ЧН 12/14?
6. Чому для охолодження двигуна використовується двоконтурна схема?
7. Які охолоджуючі рідини можуть використовуватися при низьких температурах навколишнього середовища та які їх основні властивості?
8. Визначте рівень температур в теплообмінних апаратах системи охолодження та чим регламентується рівень цих температур.
9. Навіщо в системі охолодження використовується розширювальний бачок?

## **6. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **Запуск, обслуговування під час експлуатації та зупинка двигуна**

#### **6.1. Мета роботи**

Опанувати навички щодо виконання основних дій технічної експлуатації дизеля – запуску, обслуговування при роботі та зупинці двигуна типу 6ЧН 12/14.

#### **6.2. Порядок виконання роботи**

Під керівництвом викладача здобувачі освіти вивчають конструкцію стенду, вимірювальних та запобіжних приладів.

Після пояснення викладачем здобувачі освіти самостійно виконують лабораторну роботу у присутності викладача та, як виключення, лаборанта.

Лабораторна робота виконується на діючому двигуні 6ЧН 12/14 у машинному залі.

Показання контрольно-вимірювальних приладів заносяться до таблиці результатів.

Скласти та захистити звіт.

#### **6.3. Техніка безпеки**

До лабораторної роботи з обслуговування двигуна допускаються здобувачі освіти після інструктажу з техніки безпеки.



Лабораторна робота проводиться лише у присутності викладача або лаборанта та під його контролем.

При заливанні палива та масла забороняється застосовувати відкритий вогонь. Будь-яке виявлене протікання палива чи масла має бути усунене негайно. Переносна лампа повинна вмикатися лише в мережу низької напруги (не вище 36 В).

У приміщенні машинного залу лабораторії має бути чисто та світло. Машинний зал повинен мати гарне освітлення та вентиляцію, а також вогнегасник.

Забороняється розташовувати поблизу вихлопних труб легкозаймистий матеріал.

При обслуговуванні та ремонті необхідно користуватися лише справним інструментом.

При роботі двигуна забороняється торкатися деталей, що обертаються, руками, інструментом, проводити ремонт.

Деталі, що обертаються (шків, вентилятор, маховик тощо), повинні мати огорожу чи захисні ґрати.

#### **6.4. Підготовка двигуна до проведення лабораторної роботи**

Для підготовки двигуна типу 6ЧН 12/14 до роботи необхідно виконати наступне:

- перевірити надійність кріплення двигуна до рами та з'єднання його з приводним механізмом;
- перевірити надійність кріплення всіх навішених механізмів;
- перевірити вимкнення навантаження;
- перевірити наявність і рівень палива у видатковій цистерні, при необхідності долити; відкрити кран палива на паливній системі, прокачати паливо ручним підкачувальним

насосом, при необхідності видалити повітря з паливної системи через пробки на фільтрі та паливному насосі;

- перевірити наявність і рівень масла в картері двигуна, рівень повинен бути біля верхньої мітки масляного щупу; при необхідності долити масло;

- рівень масла в регуляторі повинен бути біля верхньої мітки на склі індикатора, а в паливному насосі – на рівні контрольного отвору. У разі необхідності долити масло;

- перевірити та за необхідності заповнити систему охолодження прісною водою; розширювальний бачок має бути заповнений на 75...80 % його об'єму;

- перевірити легкість провертання колінчастого вала та перевірити його не менше, ніж на два обороти вручну рукояткою;

- перевірити зазори між коромислами й переконатися у відсутності заїдання рейки паливного насоса та важелів регулятора;

- підготувати до роботи пусковий пристрій відповідно до інструкції з його експлуатації (випрямляч струму 27 В для здійснення роботи стартера);

- переконатися у відсутності сторонніх предметів (ганчір'я, інструменту тощо) на двигуні та приводному механізмі, а також поблизу них;

- переконатися у наявності та справності штатних контрольно-вимірювальних приладів.

## **6.5. Порядок пуску та регулювання двигуна**

Для пуску двигуна типу 6ЧН 12/14 за допомогою електро-стартера необхідно виконати наступне:

- увімкнути вимикач у ланцюзі живлення електро-стартера;

- натиснути кнопку «Прокачування» та тримати увімкненою, поки тиск у масляній системі не підніметься вище 98 кПа;

- не відпускаючи кнопки «Прокачування», натиснути кнопку «Стартер» та тримати увімкненою, поки двигун не запрацює, але не більше 20 с. Повторні включення електро-стартера проводити з перервою 1...2 хв. При ускладненому пуску двигуна відвернути на три обороти гільзу з упором паливного насоса;

- після пуску встановити гільзу у вихідне положення;

- переконатися в нормальній роботі водяних насосів за температурою води, що охолоджує, а також у відсутності стуків та шумів неексплуатаційного характеру; для виключення повітряних пробок необхідно випустити повітря з системи охолодження, відкривши краник на вихлопному колекторі, після припинення виділення бульбашок повітря, краник закрити та долити воду в розширювальний бачок до необхідного рівня; у разі виникнення несправностей двигун необхідно зупинити;

- прогріти двигун до досягнення температури масла 35...40 °С та води 40...50 °С при номінальних оборотах з плавним підвищенням навантаження. Підвищення числа обертів та збільшення навантаження здійснюється поворотом маховичка регулятора плавно та поступово;

- якщо пуск проводять вперше після монтажу або після тривалої зупинки, то через 2 хв після пуску обов'язково перевірити рівень масла в піддоні двигуна; після пуску двигуна встановити рукояткою управління частоту обертання колінчастого вала 800...1000 об/хв та перевірити показання приладів: тиск масла має бути не менше 196 кПа; тиск води у зовнішньому контурі – не менше 9,8 кПа;

- прогріти двигун до температури масла 60 °С та збільшити частоту обертання колінчастого вала до номінальної.

Якщо температура масла й температура охолоджуючої рідини піднялися до 60 °С, а тиск масла не нижче 236 кПа, то поступово навантажити двигун.

## **6.6. Обслуговування двигуна під час роботи**

При виконанні лабораторної роботи необхідно стежити за показаннями контрольно-вимірювальних приладів, рівнем рідини в розширювальному бачку, рівнем масла в картері двигуна та паливного насоса, регулятора чисел оборотів, за наявністю палива у видатковому бачку.

Температура води, що виходить з двигуна, температура та тиск масла не повинні перевищувати робочих величин, зазначених в інструкції з експлуатації.

На працюючому двигуні при досягненні рівня масла в картері нижче нижньої мітки на 5...10 мм долийте масло до рівня на 5...10 мм нижче верхньої мітки вказівника масла. При цьому після зупинки двигуна рівень масла може бути вищим за верхню мітку вказівника масла до 5 мм. На двигуні, що не працює, масло повинно бути до верхньої мітки.

У процесі експлуатації двигуна в окремих місцях з'єднань та роз'ємів корпусних деталей і систем охолодження, масла й паливоподачі можуть з'являтися незначні підтікання у вигляді окремих крапель, які необхідно усунути в період обслуговування двигуна шляхом заміни прокладок або підтіканням відповідних з'єднань.

Час роботи двигуна на холостому ходу не повинен перевищувати 0,5 години, інакше це може призвести до зависання розпилювачів форсунок та коксування поршневих кілець. На холостому ході допускається неповне згоряння палива та пропуск спалахів в окремих циліндрах.

## 6.7. Зупинка двигуна

### *Штатна зупинка*

Перед штатною зупинкою перевірити відсутність недоліків у роботі двигуна зовні та на слух. Зупинку нормально працюючого двигуна необхідно проводити в наступному порядку:

- вимкнути навантаження та дати попрацювати йому на холостому ході протягом 3...5 хвилин на середніх обертах (1000...1200 об/хв);
- зменшити оберти до мінімальних та рукояткою регулятора вимкнути подачу палива;
- ручку регулятора після зупинки двигуна повернути в робоче положення.

Не дозволяється зупиняти двигун перекриттям крана на зовнішньому паливному трубопроводі.

Після зупинки огляньте двигун, очистіть його від пилу та бруду й усуньте помічені в процесі роботи несправності та протікання.

## 6.8. Екстрена зупинка

Екстрену зупинку двигуна виконують при наступній ситуації:

- появі неексплуатаційних шумів та стукотінь;
- підвищенні температури води, що виходить з двигуна, вище 90 °С та масла вище 105 °С;
- падінні тиску масла в системі на номінальних обертах нижче 0,15 МПа;
- різкому збільшенні димності;
- підвищенні частоти обертання колінчастого вала вище 1600 об/хв.

Екстрену зупинку дизеля здійснюють рукояткою включення подачі палива.

Після екстреної зупинки зняти навантаження та перевірити колінчастий вал дизеля на 2...3 оберти.

## 6.9. Зміст звіту лабораторної роботи

У звіті необхідно навести всі основні дії щодо виконання лабораторної роботи, зведену таблицю показань контрольно-вимірювальних приладів, а також перелік виявлених несправностей. Якщо у процесі виконання лабораторної роботи були виконані дії щодо усунення несправностей, ця інформація теж повинна бути вказана у звіті.

На підставі отриманих даних побудувати залежності навантаження двигуна, тиску масла, температур масла та охолоджуючої води від числа обертів.

### Приклад зведеної таблиці показань контрольно-вимірювальних приладів

| № з/п | Параметр             | Показання контрольно-вимірювальних приладів |      |      |
|-------|----------------------|---------------------------------------------|------|------|
|       |                      | 850                                         | 1200 | 1500 |
| 1.    | Число обертів, об/хв |                                             |      |      |
| 2.    | Тиск масла, МПа      |                                             |      |      |
| 3.    | Температура масла, К |                                             |      |      |
| 4.    | Температура води, К  |                                             |      |      |
| 5.    | Навантаження, кВт    |                                             |      |      |

## 6.10. Контрольні питання

1. Яке паливо застосовується для двигуна типу 6ЧН 12/14?
2. Яке масло застосовується для роботи двигуна типу 6ЧН 12/14?
3. Як контролюється наявність та рівень масла в картері двигуна?

4. Як здійснюється контроль за працюючим дизелем?
5. Коли треба здійснити екстрену зупинку двигуна?
6. Як вимірюються оберти двигуна?
7. Яким чином виконується навантаження двигуна?
8. Які особливості аварійної зупинки двигуна?

## **7. ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6**

### **Перевірка та регулювання фаз газорозподілу**

#### **7.1. Мета роботи**

Перевірка та регулювання теплових зазорів і фаз газорозподілу у випускних та впускних клапанах двигуна 6ЧН 12/14.

#### **7.2. Загальні відомості**

Механізм газорозподілу призначений для забезпечення своєчасного та якісного наповнення циліндрів двигуна внутрішнього згоряння свіжим зарядом повітря та випуску відпрацьованих газів. Ефективність роботи дизельного двигуна значною мірою визначається досконалістю його системи газообміну.

Моменти відкриття та закриття органів газорозподілу (клапанів), виражені в градусах кута повороту колінчастого вала (ПКВ), називають фазами газорозподілу. Для наочності фази графічно зображують у вигляді кругових діаграм газорозподілу (рис. 7).

У робочому процесі двигунів внутрішнього згоряння фази газорозподілу не збігаються з положеннями поршня у верхній та нижній мертвих точках (ВМТ, НМТ). Це робиться для підвищення якості наповнення та очищення циліндрів, а також для забезпечення необхідної потужності турбіни у двигунах з наддувом. Оптимальні значення фаз газорозподілу залежать від конструкції двигуна, умов та режимів експлуатації. Вони встановлюються експериментально та вказуються у технічній документації на двигун.



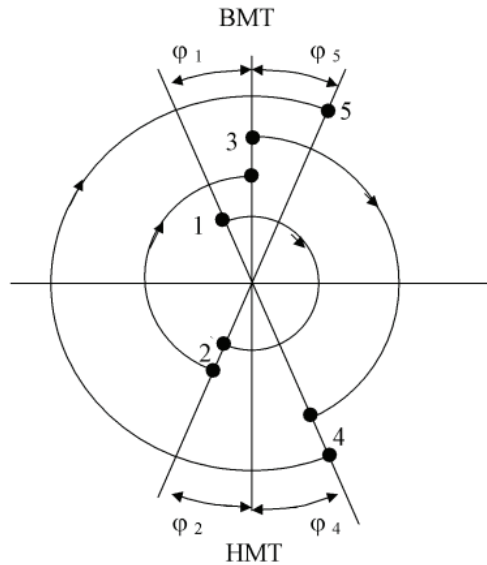


Рисунок 7 – Кругова діаграма фаз газорозподілу чотиритактного двигуна

Фази газорозподілу в загальному випадку зазвичай перебувають у наступних діапазонах значень:

- кут випередження відкриття впускного клапана  $\varphi_1 = 20 \dots 80^\circ \text{ПКВ}$ ;
- кут запізнення закриття впускного клапана  $\varphi_2 = 20 \dots 50^\circ \text{ПКВ}$ ;
- кут випередження відкриття випускного клапана  $\varphi_4 = 20 \dots 55^\circ \text{ПКВ}$ ;
- кут запізнення закриття випускного клапана  $\varphi_5 = 25 \dots 70^\circ \text{ПКВ}$ .

З рис. 7 видно, що є період часу, коли обидва клапани частково відкриті. Цей період називається фазою перекриття клапанів та використовується для кращого очищення камери згоряння й охолодження повітрям клапанів і днища поршня.

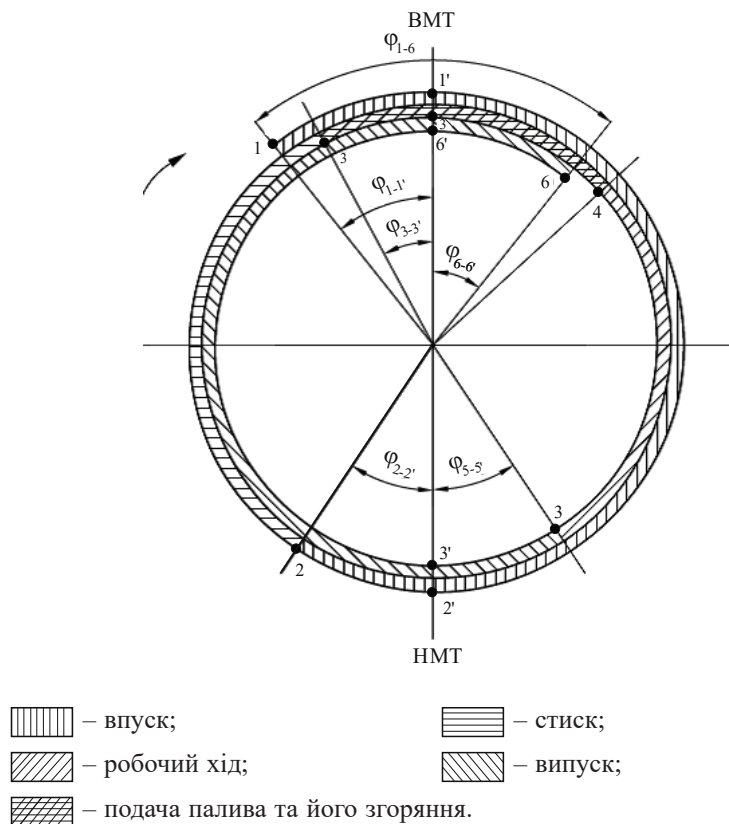


Рисунок 8 – Кругова діаграма фаз газорозподілу чотиритактного двигуна

При розгляді схеми роботи чотиритактного двигуна встановлено, що фази газорозподілу не співпадають з ВМТ та НМТ поршня. Моменти газорозподілу, а також кути, відповідні окремим фазам розподілу, показані на круговій діаграмі фаз газорозподілу (рис. 8). Там також показана тривалість окремих тактів.

Правильний вибір фаз газорозподілу в значній мірі впливає на потужність і економічність двигуна. Остаточну установку

фаз газорозподілу проводять при доведенні двигуна на стенді заводу:

$$\begin{aligned}\varphi_{1-1} &= 40^\circ \dots 80^\circ \text{п.к.в.}, & \varphi_{2-2} &= 30^\circ \dots 50^\circ \text{п.к.в.}, \\ \varphi_{5-5} &= 40^\circ \dots 55^\circ \text{п.к.в.}, & \varphi_{6-6'} &= 40^\circ \dots 50^\circ \text{п.к.в.}\end{aligned}$$

У суднових чотиритактних двигунах традиційно застосовується механізм газорозподілу клапанного типу, що відрізняється простим пристроєм та надійністю. Конструкція газорозподільних органів повинна забезпечувати хороше наповнення та очищення циліндра, що головним чином залежить від величини прохідного перерізу та тривалості їх відкриття. Збільшення прохідних перерізів зазвичай обмежене розмірами циліндра, а час відкриття залежить від частоти обертання. Надійність клапанів, що працюють з високими швидкостями та під впливом гарячих газів, в основному залежить від величини сил інерції, умов змащення й охолодження і від матеріалів, що застосовуються.

Клапанний механізм газорозподілу включає наступні елементи: привід розподільного вала, клапанний привід і клапанний механізм. Передавальне число приводу чотиритактного ДВЗ завжди дорівнює двом. Привід розподільного вала здійснюється за допомогою циліндричних шестерень або за допомогою ланцюга. Верхні РВ рухаються або ланцюговою передачею, або за допомогою проміжних валів з конічними зубчастими колесами.

Клапанний механізм здійснює керування клапанами. Відкриття та закриття клапанів суворо узгоджується з рухом поршня та підпорядковується фазам газорозподілу двигуна.

При роботі двигуна клапанні вузли піддаються впливу високих температур, що викликає суттєві температурні деформації. Для забезпечення щільності посадки клапана на сидло після пуску та прогріву ДВЗ у механізмі приводу клапанів передбачається тепловий зазор. Розмір та характер зміни зазору залежить від температурного стану дизеля,

конструкції механізму газорозподілу, матеріалів його деталей та інших деталей ДВЗ. Надмірно великий чи малий зазори однаково неприпустимі. Занадто великий зазор викликає стукіт при відриві та посадці клапана та знос клапана. Недостатній зазор призводить до нещільної посадки клапана і витоку газів з циліндра, перегріву клапана та навіть його прогорання.

Оптимальні значення теплових зазорів визначають експериментальним шляхом і регламентують у документації на двигун. Зазор вимірюють при холодному двигуні. Місце виміру залежить від конструкції: це може бути проміжок між клапаном і бойком коромисла або між штовхачем і кулачком розподільчого вала.

У процесі експлуатації ДВЗ відбувається розрегулювання механізму газорозподілу внаслідок зносу та пластичних деформацій деталей, зміщень номінально нерухомих з'єднань, вібрації та інших факторів. Тому виникає необхідність періодично проводити перевірку й регулювання механізму.

### **7.3. Порядок виконання роботи:**

- відкрити індикаторні крани;
- зняти ковпаки циліндрових кришок;
- встановити поршень 1-го циліндра в положенні кінця такту стиснення та перевірити теплові зазори в обох клапанах (зазор між носком коромисла та торцем штока впускного клапана повинен дорівнювати 0,25 мм, а випускного клапана – 0,3 мм);
- для регулювання зазору необхідно віддати контргайку регульовального болта, ввести між штоком клапана та носком коромисла щуп і, викруткою вкручуючи або викручуючи регульовальний болт, встановити необхідний зазор;
- після встановлення зазору контргайку регульовального болта слід затягнути;

- потім перевірити моменти відкриття та закриття клапанів відповідно до діаграми фаз газорозподілу;
- повільно (вручну) повернути колінчастий вал у напрямку обертання та одночасно рукою повернути штангу клапана;
- момент, коли повертання штанги не відчувається, відповідає початку відкриття клапана;
- за маховиком визначити кут початку відкриття клапана до ВМТ для впускного та до НМТ для випускного;
- якщо кут випередження відкриття клапана малий, необхідно зменшити тепловий проміжок, а якщо він великий, то збільшити;
- момент закриття клапана знову відчувається поворотом штанги навколо своєї осі;
- при визначенні моментів відкриття та закриття клапанів для двигуна 6ЧН 12/14 слід враховувати, що градування на маховику відповідає роботі першого та шостого циліндрів;
- при відкритті всмоктувальних клапанів першого та шостого циліндрів на маховику проти стрілки буде розташований кут  $350^\circ$  ( $10^\circ$  до ВМТ);
- для того щоб визначити, який кут на маховику проти стрілки буде при відкритті всмоктувального клапана другого та п'ятого циліндрів, необхідно до кута  $350^\circ$  додати кут зміщення кривошипів  $120^\circ$  та відняти кут, рівний  $360^\circ$ :  $350^\circ + 120^\circ = 470^\circ$ ;  $470^\circ - 360^\circ = 110^\circ$ ;
- якщо при складанні кута початку відкриття або закриття клапана з кутом зміщення кривошипів сумарний кут буде меншим за  $360^\circ$ , то кут  $360^\circ$  не віднімають. Необхідним кутом у цьому випадку буде сумарний кут;
- якщо початку відкриття випускного клапана першого та шостого циліндрів на маховику відповідає кут  $153^\circ$  ( $27^\circ$  до НМТ), то початку відкриття випускного клапана другого та п'ятого циліндрів буде відповідати кут  $153^\circ + 120^\circ = 273^\circ$ .

Результати регулювання клапанного механізму заносяться у таблицю.

| Циліндри           |                            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|----------------------------|---|---|---|---|---|---|
| Впускний клапан 1  | Кут відкриття до ВМТ, °ПКВ |   |   |   |   |   |   |
|                    | Кут закриття за НМТ, °ПКВ  |   |   |   |   |   |   |
| Впускний клапан 2  | Кут відкриття до ВМТ, °ПКВ |   |   |   |   |   |   |
|                    | Кут закриття за НМТ, °ПКВ  |   |   |   |   |   |   |
| Випускний клапан 1 | Кут відкриття до ВМТ, °ПКВ |   |   |   |   |   |   |
|                    | Кут закриття за НМТ, °ПКВ  |   |   |   |   |   |   |
| Випускний клапан 2 | Кут відкриття до ВМТ, °ПКВ |   |   |   |   |   |   |
|                    | Кут закриття за НМТ, °ПКВ  |   |   |   |   |   |   |

#### 7.4. Контрольні питання

1. Для чого призначений механізм газорозподілу?
2. Що називається фазами газорозподілу?
3. Що називається круговою діаграмою фаз газорозподілу?
4. Чому моменти відкриття та закриття клапанів не збігаються з положеннями ВМТ та НМТ?
5. Що таке та в чому призначення фази перекриття клапанів?
6. Яким є пристрій механізму газорозподілу?
7. За яких умов працюють деталі механізму газорозподілу?
8. Яким є співвідношення частот обертання колінчастого та розподільного валів чотиритактного дизеля і чому?

9. Що таке тепловий зазор та в чому його призначення?
10. Чому величина теплового зазору не повинна бути надмірно великою або малою?
11. У чому причини необхідності періодичної перевірки та регулювання механізму газорозподілу?
12. Який порядок перевірки та регулювання теплових зазорів?

## 8. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тимошевський Б. Г. Основи технічної експлуатації суднових двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / Б. Г. Тимошевський, О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін. – Миколаїв : видавець Торубара В. В., 2024. – 302 с.
2. Наливайко В. С. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : підручник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : видавець Торубара, 2015. – 332 с.
3. Наливайко В. С. Конструктивні вузли та системи суднових двигунів внутрішнього згоряння : навчальний посібник / В. С. Наливайко, Б. Г. Тимошевський. – Миколаїв : видавець Торубара, 2013. – 87 с.
4. Pounder's Marine Diesel Engines and Gas Turbines : Tenth Edition. Edit Doug Woodyard, Linacre House, Burlington. 2021. – 887 p.
5. Двигуни внутрішнього згоряння: у 6 т. / за ред. проф. А. П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А. Ф. Шеховцова. Харків : Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. Т. 6: Надійність ДВЗ. – 421 с.
6. Судновий механік : довідник : у 3 т. / за ред. А. А. Фока. – Одеса : Фенікс, 2008. Т. 1. 1036 с.
7. Черниш І. І. Сучасні суднові двигуни: особливості конструкції, експлуатації та автоматизованого управління / І. І. Черниш, С. А. Кар'янський, Є. М. Оженко. – Одеса : НУ «ОМА», 2019. – 217 с.
8. Митрофанов О. С. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згоряння: навчальний посібник / О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін. – Миколаїв : НУК, 2018. – 151 с.



9. Наливайко В. С. Режими роботи суднових ДВЗ : навч. посіб. / В. С. Наливайко, С. Г. Ткаченко. – Миколаїв : НУК, 2015. – 100 с.

10. Наливайко В. С. Суднові двигуни внутрішнього згоряння : методичні вказівки до виконання графічно-розрахункових робіт / В. С. Наливайко, С. Г. Ткаченко, В. С. Хоменко. – Миколаїв : НУК, 2012. – 72 с.

11. Методичні вказівки до випробування двигунів 2Ч 7,2/6 та 6ЧН 12/14 за навантажувальною характеристикою : методичні вказівки / О. С. Митрофанов, А. Ю. Проскурін, А. С. Познанський. – Миколаїв : НУК, 2015. – 45 с.

12. Методичні вказівки до проведення лабораторних робіт за курсом «Експлуатація, сервіс та ремонт двигунів внутрішнього згоряння» / О. В. Триньов, Д. Г. Сівих. – Харків : Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т», 2024. – 62 с.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Конструкції автомобілів, тракторів і двигунів внутрішнього згоряння» денної форми навчання / укладач: канд. техн. наук, доцент Сасов О. О. – Кам'янське : ДДТУ, 2016. – 35 с.

14. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт на тему: «Двигуни внутрішнього згоряння», «Будова і робота автомобільного транспорту» з навчальної дисципліни «Машини і обладнання технологічного транспорту» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / Л. В. Мобіло. – Рівне : НУВГП, 2016. – 27 с.

# ЗМІСТ

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Вступ.....</b>                                                      | <b>3</b>  |
| <b>1. Загальні вказівки до проведення лабораторних робіт.....</b>      | <b>5</b>  |
| 1.1. Техніка безпеки при виконанні лабораторних робіт.....             | 6         |
| 1.2. Порядок підготовки до лабораторних робіт.....                     | 7         |
| 1.3. Звітність щодо лабораторних робіт.....                            | 8         |
| 1.4. Загальні вказівки до виконання графіків.....                      | 8         |
| <b>2. Лабораторна робота № 1.</b>                                      |           |
| <b>Вивчення конструкції суднового двигуна типу 6ЧН 25/34.....</b>      | <b>10</b> |
| 2.1. Мета роботи.....                                                  | 10        |
| 2.2. Порядок виконання роботи.....                                     | 10        |
| 2.3. Опис двигуна типу 6ЧН 25/34.....                                  | 10        |
| 2.4. Конструкція суднового двигуна типу 6ЧН 25/34.....                 | 12        |
| 2.5. Контрольні питання.....                                           | 15        |
| <b>3. Лабораторна робота № 2.</b>                                      |           |
| <b>Вивчення паливної системи суднового двигуна типу 6ЧН 12/14.....</b> | <b>17</b> |
| 3.1. Мета роботи.....                                                  | 17        |
| 3.2. Порядок виконання роботи.....                                     | 17        |
| 3.3. Опис паливної системи двигуна типу 6ЧН 12/14.....                 | 17        |
| 3.4. Контрольні питання.....                                           | 21        |
| <b>4. Лабораторна робота № 3.</b>                                      |           |
| <b>Вивчення системи змащення суднового двигуна типу 6ЧН 12/14.....</b> | <b>22</b> |
| 4.1. Мета роботи.....                                                  | 22        |
| 4.2. Порядок виконання роботи.....                                     | 22        |
| 4.3. Опис системи змащення двигуна типу 6ЧН 12/14.....                 | 22        |
| 4.4. Контрольні питання.....                                           | 26        |

## **5. Лабораторна робота № 4.**

### **Вивчення системи охолодження суднового двигуна**

|                                                      |           |
|------------------------------------------------------|-----------|
| <b>типу 6ЧН 12/14.....</b>                           | <b>27</b> |
| 5.1. Мета роботи.....                                | 27        |
| 5.2. Порядок виконання роботи.....                   | 27        |
| 5.3. Опис системи охолодження двигуна 6ЧН 12/14..... | 27        |
| 5.4. Контрольні питання.....                         | 30        |

## **6. Лабораторна робота № 5.**

### **Запуск, обслуговування під час експлуатації**

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>та зупинка двигуна.....</b>                                    | <b>32</b> |
| 6.1. Мета роботи.....                                             | 32        |
| 6.2. Порядок виконання роботи.....                                | 32        |
| 6.3. Техніка безпеки.....                                         | 32        |
| 6.4. Підготовка двигуна до проведення<br>лабораторної роботи..... | 33        |
| 6.5. Порядок пуску та регулювання двигуна.....                    | 34        |
| 6.6. Обслуговування дизеля під час роботи.....                    | 36        |
| 6.7. Зупинка двигуна.....                                         | 36        |
| 6.8. Екстрена зупинка.....                                        | 37        |
| 6.9. Зміст звіту лабораторної роботи.....                         | 38        |
| 6.10. Контрольні питання.....                                     | 38        |

## **7. Лабораторна робота № 6.**

### **Перевірка та регулювання фаз газорозподілу.....**

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 7.1. Мета роботи.....              | 40 |
| 7.2. Загальні відомості.....       | 40 |
| 7.3. Порядок виконання роботи..... | 44 |
| 7.4. Контрольні питання.....       | 46 |

## **8. Список рекомендованої літератури.....**

Навчальне видання

**ГОГОРЕНКО** Олексій Анатолійович  
**ТИМОШЕВСЬКИЙ** Борис Георгійович

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання лабораторних робіт  
з дисципліни «Експлуатація та ремонт ДВЗ,  
застосування палив та охолоджуючих рідин»**

Комп'ютерне верстання *Н. М. Ковальчук*  
Коректор *О. Є. Вакула*

---

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 2,96. Вид. № 22. Зам. № 2111-63.  
Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування  
імені адмірала Макарова  
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007  
E-mail : [publishing@nuos.edu.ua](mailto:publishing@nuos.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6402 від 19.09.2018 р.