

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Первомайський навчально-науковий інститут

Кафедра «Енергетичне машинобудування»

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри

«___» _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему: Обслуговування та ремонт газорозподільного механізму головного судновог двигуна MAN 8L21/31

Виконав:
студент групи 41-ЕМ-20 з
_____ ***Лобанов В.В.***
(підпис)

Керівник роботи:
канд. техн. наук
(посада, науковий ступень, вчене звання)
_____ ***Галинкін Ю.М.***
(підпис)

Первомайськ - 2024 р.

Анотація

Представлений дипломна робота містить у собі 77 сторінок, 35 рисунків, 2 таблиці. При підготовці проекту було використано 16 джерел інформації.

У роботі розроблений комплекс заходів щодо удосконалення проведення ремонтних та експлуатаційних робіт з обслуговування та ремонту газорозподільного механізму головного суднового двигуна. Також розглянуті питання охорони праці та техніки безпеки при виконанні робіт.

Ключові слова:

ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, КЛАПАН, ШТАНГА, ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ, РОЗПОДІЛЬНИЙ ВАЛ, ШТОВХАЧ

Abstract

The presented degree project contains 77 pages, 35 drawing, 2 tables. By preparation 16 sources of the information have been used.

In this paper, the complex of measures to improve the repair and maintenance work on the maintenance and repair of gas distribution mechanism main marine engine. Also consider health and safety when performing work.

Keywords:

INTERNAL COMBUSTION ENGINES, VALVE, ROD, GAS DISTRIBUTION MECHANISM, PUSHER

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ.....	6
1.1 Опис судна	6
1.2 Склад енергетичної установки.....	7
1.3 Опис конструкції головного двигуна.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК РОБОЧОГО ЦИКЛУ ДВИГУНА	30
2.1 Методика розрахунку робочого циклу двигуна.....	30
2.2 Обґрунтування вибору основних параметрів робочого циклу двигуна	31
2.3 Розрахунок робочого циклу	33
РОЗДІЛ 3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ	39
3.1 Призначення та склад газорозподільного механізму	39
3.2 Пошкодження деталей газорозподільного механізму.....	40
3.3 Діагностування стану розподілвалів	43
3.4 Обслуговування та ремонту газорозподільного механізму	44
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
4.1 Розрахунок приточно-витяжної вентиляції в машинно- котельному відділенні.....	62
4.1 Охорона праці.....	62
4.2 Техніка безпеки при ремонті деталей газорозподільного механізму	72
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	76

					ПННІ НУК 142.41.24.02.ПЗ			
Вим..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лобанов В.В.			Обслуговування та ремонт газорозподільного механізму головного суднового двигуна MAN 8L21/31		Лист	Листів
Перевір.		Галинкін Ю.М.						
Н. Контр.		Галинкін Ю.М.					3	77
Затв		Нестеренко В.В.					41-ЕМ-20з	

ВСТУП

Двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) складають основу енергетичних установок на морських і річкових судах. Цей тип двигуна завдяки високій економічності замінив на флоті парові поршневі машини. Процес широкого впровадження на транспортних судах ДВЗ почався після винаходу в 1892 році німецьким інженером Рудольфом Дизелем двигуна внутрішнього згоряння зі спалахуванням палива від стиснення.

Форсування двигунів внутрішнього згоряння шляхом газотурбінного наддуву дозволило знизити питому витрату палива у сучасних моделях. Разом з цим значно підвищився середній ефективне тиск, що призвело до погіршення умов роботи деталей двигуна. Ресурс середньообертових двигунів (до моточистки) збільшився до 24000 годин.

Деталі газорозподільного механізму повинні забезпечити хорошу чистку циліндра від продуктів згоряння і наповнення циліндрів свіжим зарядом при безумовній надійності механізму в роботі. Досконалість очищення і наповнення циліндра залежить головним чином від площі прохідного перетину газорозподільних органів і тривалості їх відкриття. Збільшення прохідних перетинів зазвичай обмежене розмірами циліндра, а час відкриття газорозподільних органів залежить від частоти обертання валу. Умови роботи клапанів, які перебувають під впливом гарячих газів, навантажених значними динамічними зусиллями, є важкими. При цьому велике значення мають змазування, охолодження, а також вибір матеріалів найбільш навантажених елементів механізму газорозподілу.

Тому під час експлуатації необхідно особливу увагу приділяти обслуговуванню та ремонту органів газорозподільного механізму. Під технічним обслуговуванням мається на увазі кваліфіковане регламентне обслуговування двигуна і підтримання його в технічно справному стані

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

шляхом періодично здійснюваних перевірок стану, регулювань, заміни зношених деталей, включаючи і поточний ремонт.

Пропонована дипломна робота є спробою систематизованого викладення комплексу питань, пов'язаних з умовами роботи, особливостями експлуатації та ремонту деталей газорозподільного механізму

Ціль даної роботи – розробити комплекс заходів з обслуговування та ремонту деталей газорозподільного механізму двигуна фірми MAN 8L21/31, що використовується у якості головного на судні «STELLA MARIS»

Задачі, розв'язувані в проекті полягають у наступному:

- проаналізувати особливості конструкції й експлуатації середньо обертового двигуна фірми MAN 8L21/31;
- проаналізувати комплекс заходів з обслуговування та ремонту деталей газорозподільного механізму
- розробити заходів з охорони праці при виконанні ремонтних робіт.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ

1.1 Опис судна

Судно STELLA MARIS (IMO-No. 9390381) побудовано компанією Ananda Shipyard & Slipways Ltd. у 2008. Судно ходить під прапором Antigua and Barbuda, власник MS "TILL" Boeche Schiffahrt GmbH & Co. KG.

Судно відноситься до багатоцільових суховантажних судів 100 A5 E з висотою надводного борту 1.560 м SOLAS-II-2, Reg.19 DBC, обладнано для перевезення контейнерів, посилено для важких вантажів, має шість водонепроникних переборок, одну неперервну палубу. Обладнано трьома якорями, кожний з яких важить 1740 кг, довжина якірного ланцюга 440,00 м. Швидкість судна 12 вузлів.

Технічна характеристика судна наведена в таблиці 1.1, загальний вигляд на рис. 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика судна

Загальна довжина, м	81,35
Довжина між перпендикулярами, м	77,25
Ширина, м	13,15
Осадка	4,650
Валова місткість, т	1867
Тоннаж нетто, т	885
Дедвейт, т	2639
Екіпаж, чол.	12

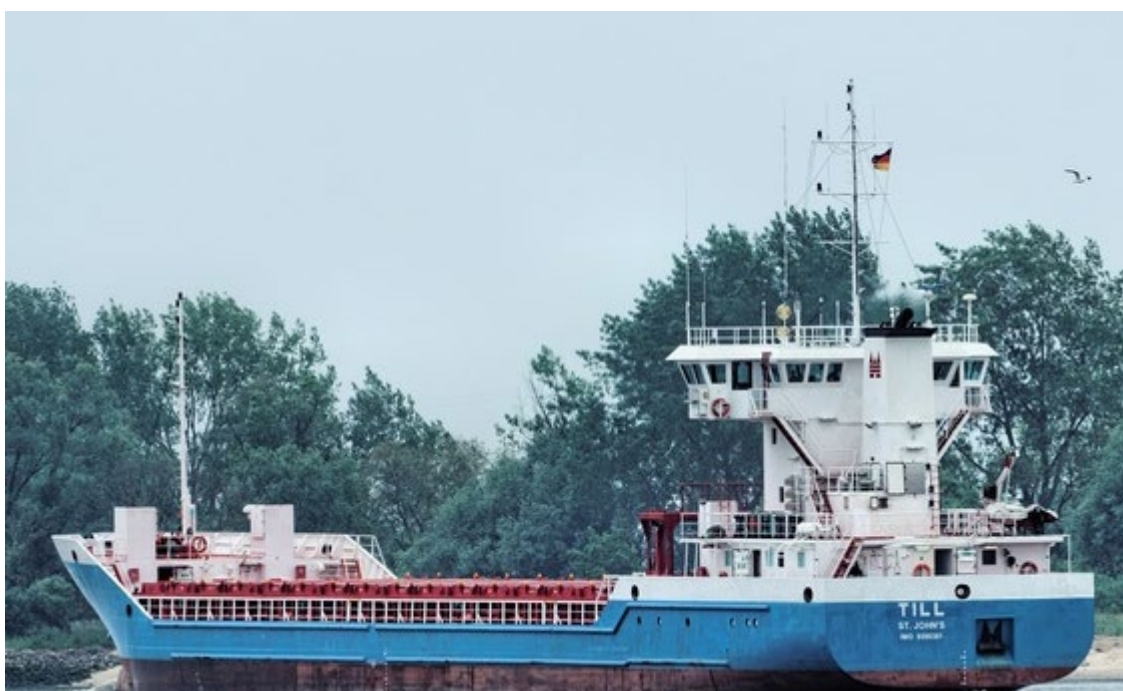


Рисунок 1.1 – Загальний вид судна STELLA MARIS

1.2 Склад енергетичної установки

Енергетична установка складається з одного головного дизельного чотирьохтактного двигуна MAN B&W 8 L21/31, що обертає єдиний гвинт через головну передачу.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						7
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Валогенератора 437,5 кВт, два головні дизельгенератори, кожен потужністю 210 кВт, один аварійний генератор 77,5 кВт, чотири батареї для аварійного освітлення, кожна з яких ємністю 800 Агод, дві батареї для UPS радіо, кожна з 400 Агод, одна акумуляторна батарея для автоматики 200 Агод

1.3 Опис конструкції головного двигуна

MAN L21/31 створювалися на основі накопленого досвіду експлуатації дизелів ранніх випусків. Основними завданнями розробників, при проектуванні даної моделі двигуна, були спрощення експлуатації та технічного обслуговування, досягнення високої економічності і можливості роботи на низькоякісних важких паливах. Ресурс двигунів між переробками становить 20-25 тис. годин, для двигунів зазначеного класу це дуже високе значення. Малі вібрації, низькі рівні шуму і емісії вихлопу є так само не менш важливими перевагами.

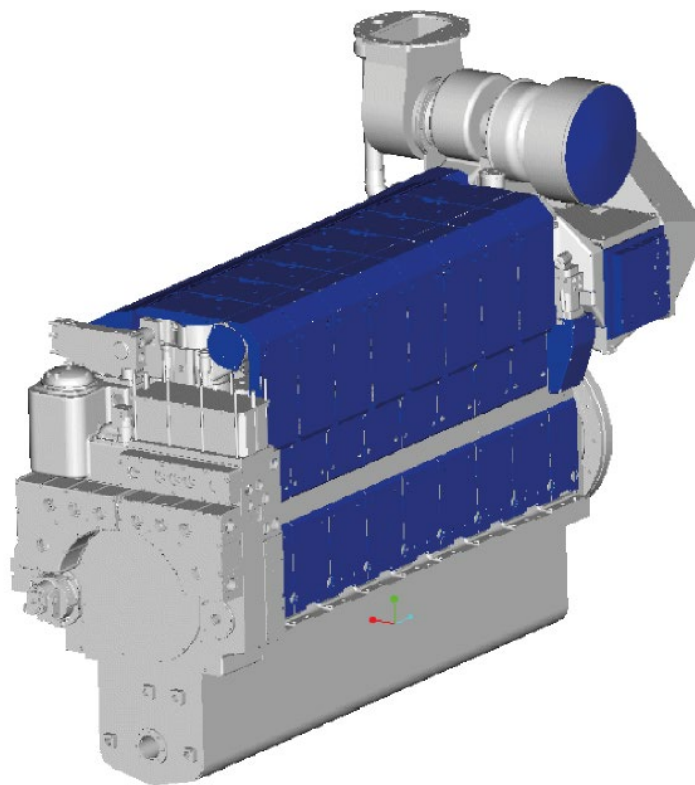


Рисунок 1.2 – Загальний вигляд головного двигуна

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		8

Кришка циліндра є сталевий відливкою з вбудованим ресивером надувного повітря, виготовлені як єдине ціле. Вона має товстостінні днище з охолоджуючими каналами, а також центральний отвір для форсунки і чотири клапана з перехресним потоком і високим коефіцієнтом наповнення. Інтенсивне водяне охолодження в області кінчика сопла дозволяє відмовитися від безпосереднього охолодження сопла. Клапан повернуто на 20° до осі, що забезпечує певне закручування повітря на вході.

Кришка циліндра кріпиться за допомогою чотирьох гайок і чотирьох шпильок, вкручених в станину двигуна. Гайки затягуються за допомогою гідравлічних пристосувань.

На кришці циліндра є верхня кришка, що закріплюється гвинтами. Вона має дві основні функції: забезпечення щільності камери коромисел і закриття верхньої поверхні кришки циліндра.

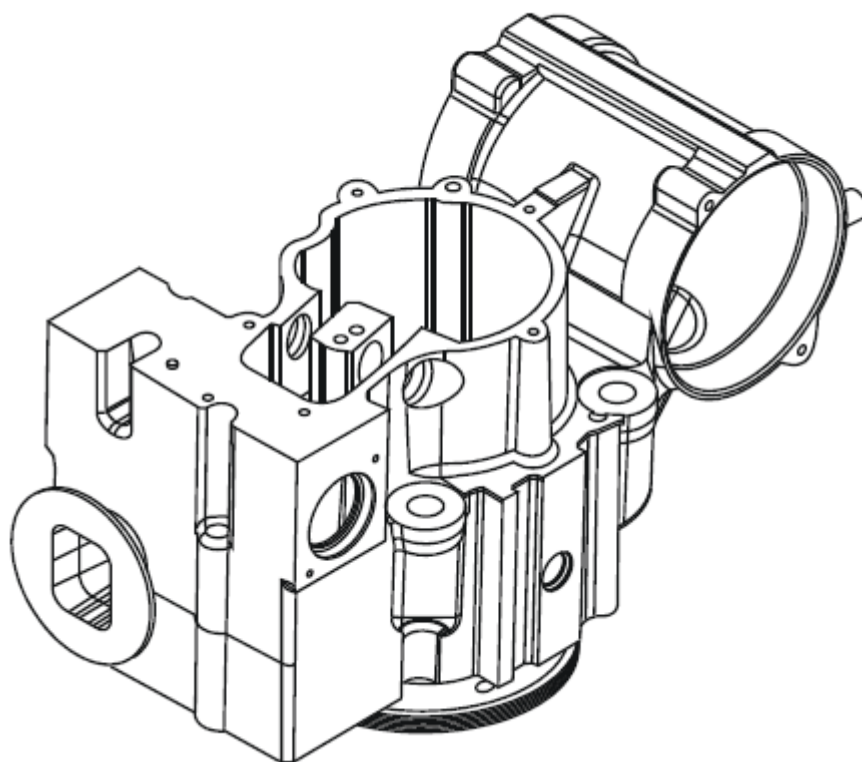


Рисунок 1.3 – Кришка циліндру

Шпинделі (тарілки) клапанів виготовлені з жароміцного матеріалу, а сідла клапанів наплавлені металом твердого сплаву.

Всі шпинделі клапанів обладнані механізмами повороту клапана, які повертають шпинделі кожен раз при роботі клапанів. Обертання шпинделів забезпечує рівномірний розподіл температури на тарілках клапанів і запобігає відкладенню на їх сідлах.

Кришка циліндра обладнана змінними сідлами. Сідла випускного клапана охолоджуються водою для забезпечення низької температури клапана.

Охолоджуваний маслом поршень складного типу має спідницю, виготовлену з кулястого чавуну і головку, виготовлену зі сталі, стійкої до деформації. Він обладнаний компресійними і маслоз'ємними кільцями.

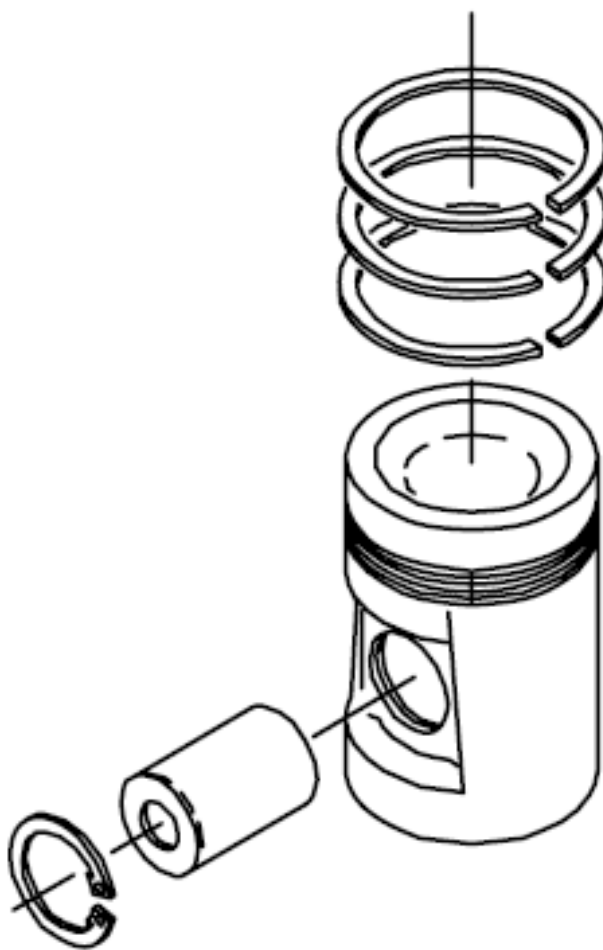


Рисунок 1.4 – Поршень

Завдяки поєднанню компресійних кілець з різними бочкоподібними перетинами і хромованими робочими поверхнями всіх кілець, комплект поршневих кілець є оптимальним для максимальної щільності і мінімального ступеня зносу.

У голівці поршня в районі поршневих кілець розташована порожнина охолоджуючого масла. Теплопередача і, отже, охолоджуючий ефект, засновані на ефекті від збовтування, що виникає при русі поршня. В якості охолоджувального масла використовується масло системи змащення.

Масло подається в охолоджуючу порожнину через отвір в шатуні. Воно зливається з охолоджувальної порожнини через канали, розташовані діаметрально до вхідних каналів.

Поршневий палець плаваючого типу фіксується в осьовому напрямку двома кільцями.

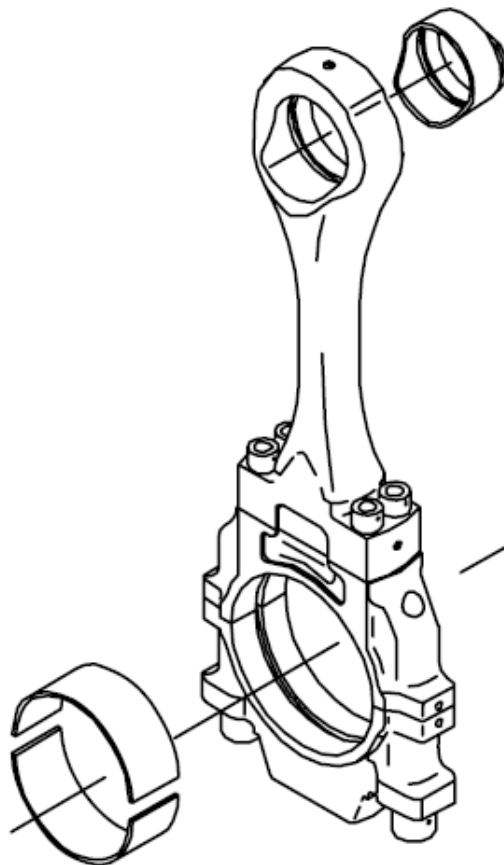


Рисунок 1.5 – Шатун

З'єднання шатуна з нижньою головкою морського типу знаходиться вище мотильового підшипника. Це означає, що розбирання мотильового підшипника при виїмці поршня не потрібно. Це є перевагою з точки зору обслуговування при експлуатації (виключається підгонка) і дозволяє зменшити висоту, необхідну для перебирання або виїмання поршня.

Шатун і корпус підшипника виготовлені з ковано-штампованої хром молібденової сталі.

Вкладиші мотильового підшипника виготовлені з того ж матеріалу, що і рамні підшипники колінчастого вала. Використовуються тонкостінні вкладиші підшипника, що мають прирабочий олов'янисто - алюмінієвий шар. Вкладиші підшипника виконані прецизійними і тому не вимагають при установці шабрення або будь-якої підгонки.

Головний підшипник – металічного типу, запресований у верхню головку шатуна. Втулка обладнана внутрішньою круговою канавкою і кишенею для розподілу масла по самій втулці, а також для подачі масла до втулок пальця.

Втулка циліндра виготовлена зі спеціального чавуну, відлитого відцентровим способом, і встановлена в отворі станини двигуна. Втулка притиснута кришкою циліндра і направляється фланцем на станині двигуна. Таким чином, втулка має можливість вільного подовження при нагріванні під час роботи двигуна.

Втулка фланцевого типу і висота фланця ідентична з водяною охолоджуючою порожниною, що дає рівномірний розподіл температури по всій поверхні втулки. Нижня частина втулки не охолоджується, що дозволяє виключити її холодну корозію. В районі картера води немає. Газове ущільнення між втулкою і кришкою циліндра забезпечується сталевим кільцем.

Для зменшення шліфування отвору втулки і витрат мастила в верхній частині втулки встановлюється вогневе кільце.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						12
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

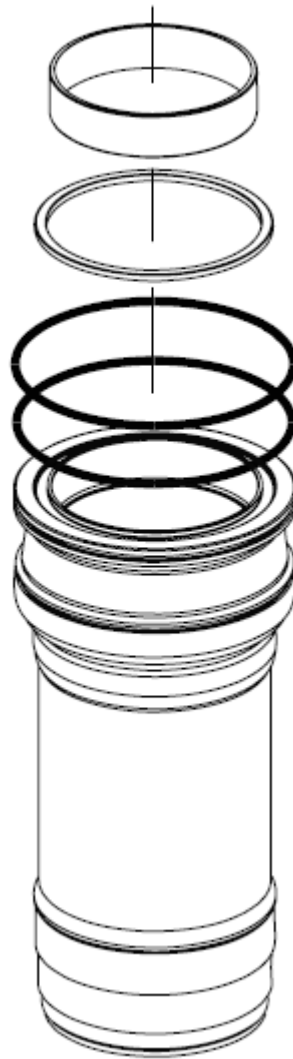


Рисунок 1.6 – Втулка циліндру

Двигун забезпечений двома розподільними валами. Один служить для приводу клапанів, другий – для впорскування палива. Використання двох розподільних валів дає можливість змінювати впорскування палива незалежно від часу закриття впускних клапанів.

Розподільний вал клапанів розміщений на стороні випуску двигуна високо над станиною для того, щоб штанги клапанів були якомога коротше, що дозволяє зменшити рухомі маси. Розподільний вал впуску розміщений на стороні розподілення двигуна.

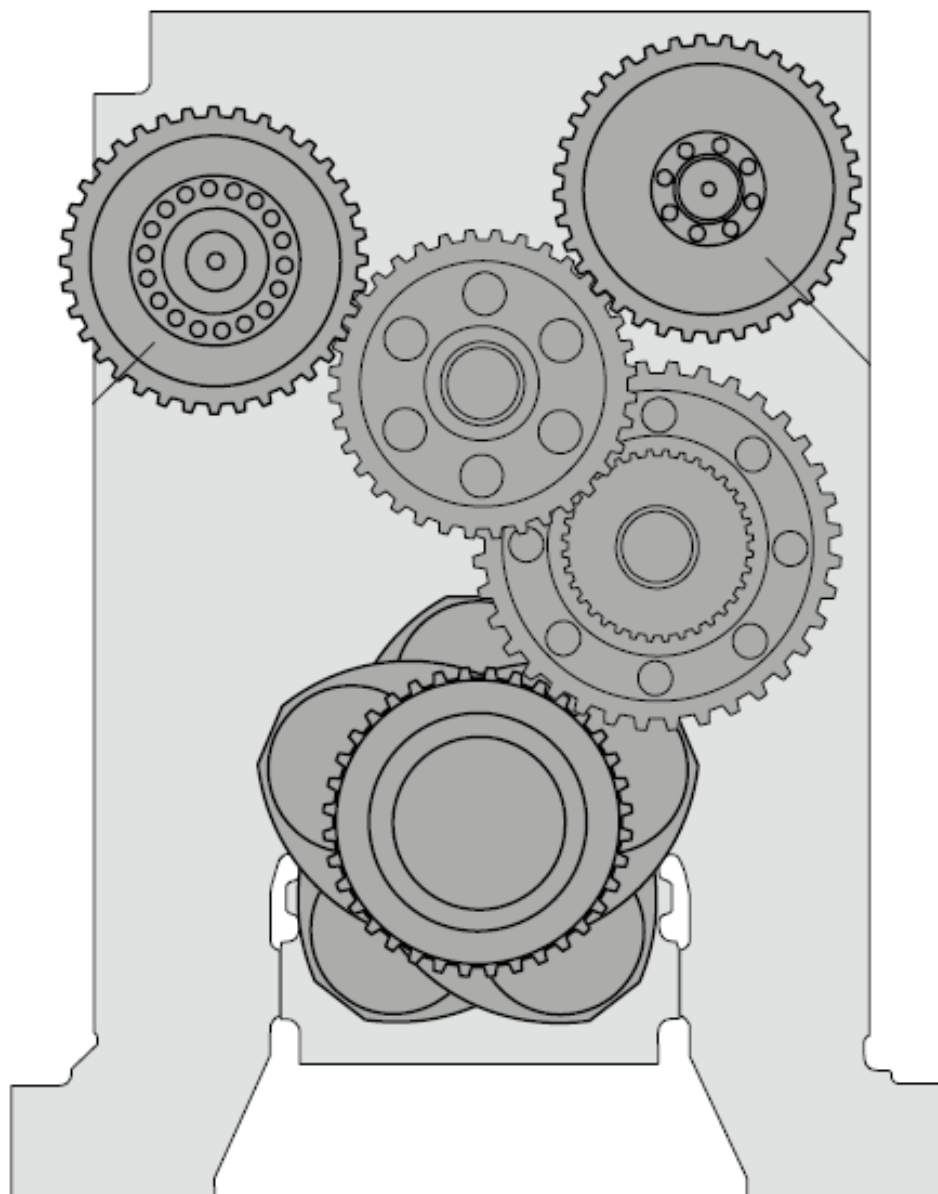


Рисунок 1.7 – Привід розподільного валу

Обидва розподільні вали складаються з секцій. Секції кулачків та секції цапф пов'язані один з одним болтами. Це дозволяє замінювати кулачкові секції циліндра через оглядові люки станини. Розподільні вали розміщені в замінних втулках підшипників, які запресованих в розточеннях станини двигуна холодною посадкою. Зубчаста передача для приводу розподільного валу розміщена з боку маховика двигуна. Мاستило зубчатих коліс подається з двох розпилювальних сопел.

Штовхачі (напрямні ролики)

Паливні насоси високого тиску і коромисла впускних і випускних клапанів приводяться від кулачків розподільних валів через штовхачі. Штовхачі випускного і впускного клапанів розташовуються в отворах у водяній сорочці кожного циліндра.

Ролик обертається у втулці, встановленій на осі, яка запресована в напрямну штовхача і застопорена стопорним гвинтом.

Приводний механізм ПНВТ

ПНВТ, які змонтовані безпосередньо на станині двигуна, приводяться в дію через упори штовхача. Штовхач вбудований в ПНВТ у вигляді одного вузла. Ролик притискається до кулачка пружиною, яка встановлена між направляючої штовхача и опорною плитою ПНВТ.

Механізм приводу клапанів

Коромисло приводиться через штовхачі и штанги. Штовхачі впускного и випускного клапанів встановлені в водяній сорочці. Кожне коромисло впливає на два шпінделя клапанів через траверсу клапанів, нажимний гвинт і гвинт для регулювання зазору клапана.

Механізм приводу клапана змазується маслом під тиском від циркуляційної масляної системи двигуна, масло проходить через водяну сорочку, потім в вал коромисла до його підшипника.

Колінчастий вал і рамні підшипники. Демпфер вібрації

Цільнокований колінчастий вал підвішений в підвісних підшипниках. Рамні підшипники – трьохметалічного типу, вкриті притирочним шаром. Для досягнення прийнятного рівня тиску в підшипниках і вібрації колінчастий вал обладнаний противагами, які прикріплені до колінчастого валу за допомогою двох гідравлічних болтів.

З боку маховика колінчастий вал обладнаний зубчастим колесом, яке через дві проміжні шестерні приводить розподільні вали. На передньому торці двигуна є зубчасте колесо для приводу масляного і водяного насосів.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Масло з рамних підшипників подається по свердлінням в станині двигуна. З рамних підшипників масло проходить по свердлінням в колінчастому валу до мотильового підшипника, а звідти через канали в шатунах, на змащення поршневих пальців і охолодження поршнів.

Демпфер вібрації встановлений на колінчастому валу для обмеження крутильних коливань. Демпфер складається з первинної і вторинної частин. Між ними розташовані групи пакетів пластинчастих пружин, які затиснуті по зовнішнім кінцям.

Ці пружинні пакети разом з первинними і вторинними деталями утворюють камери, які заповнені маслом. Якщо зовнішня деталь вібрує по відношенню до внутрішньої деталі, пластинчасті пружини згинаються і нагнітають масло з однієї камери в іншу, гальмуючи відносний рух цих двох деталей і, таким чином, деформують крутильні коливання. Для захисту пластинчастих пружин від перевантаження їх відхилення обмежується буферами.

Пружність визначається ретельним вибором пластинчастих пружин, а коефіцієнт демпфірування – зазором між первинними і вторинними деталями.

Станина двигуна

Моноблокова станина двигуна відлита з чавуну і виконана дуже жорсткою. Всі компоненти станини двигуна утримуються під напруженою стиснення. Станина спроектована для оптимальної передачі зусиль від кришки циліндра вниз до колінчастого валу, також вона передає вібрацію поверхні нижнього вкладиша назовні.

Два розподільних вали розміщені в станині двигуна. Клапанний розподільний вал розміщений на стороні випуску в найвищому положенні, а паливний розподільний вал розташований на стороні обслуговування двигуна.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						16
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

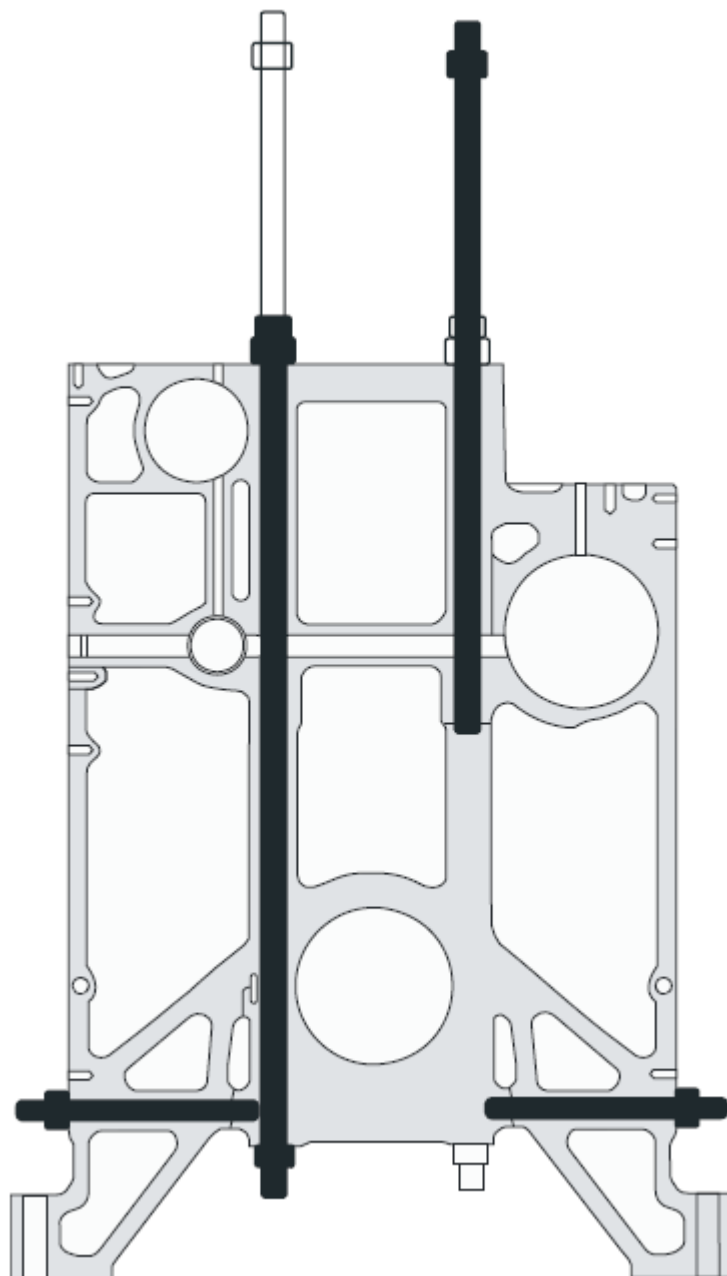


Рисунок 1.8 – Станина двигуна

Рамні підшипники первинного колінчастого вала розміщені в масивних опорах, утримуваних анкерними зв'язками і кріпляться кришками підшипників. Кришки підшипників забезпечені бічними напрямними і утримуються на місці за допомогою шпильок з гайками, які гідравлічно затягуються. Рамний підшипник обладнаний змінними вкладишами, які встановлюються без шабровки (підгонки).

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						17
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

З боків станина має кришки для доступу до розподільних валів і картеру. Деякі кришки обладнані запобіжними клапанами, які спрацюють у випадку займання парів масла в картері (наприклад, в разі перегріву підшипників).

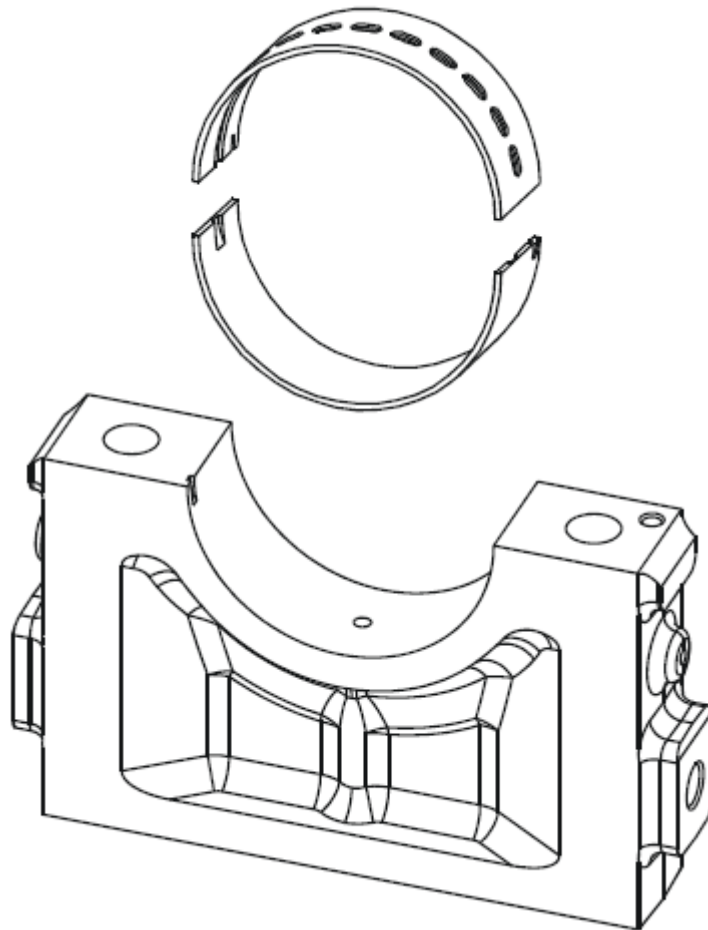


Рисунок 1.9 – Рамний підшипник

Залежно від якості палива двигун може бути оснащений різним обладнанням. Для роботи на дизельному паливі (MDO) на стандартний двигун встановлюються:

- паливopідкачуючий насос;
- здвоєний фільтр з металевими вставками;
- система змащення ПНВТ;
- ПНВТ з сальниковим ущільненням протікання палива;
- неохолоджувані форсунки.

Навісне обладнання для роботи на MDO спроектовано для установок з одним двигуном. Для дизельних енергетичних установок з декількома двигунами рекомендується або мати роздільну подачу палива, або замінити навішені насоси на електричні.

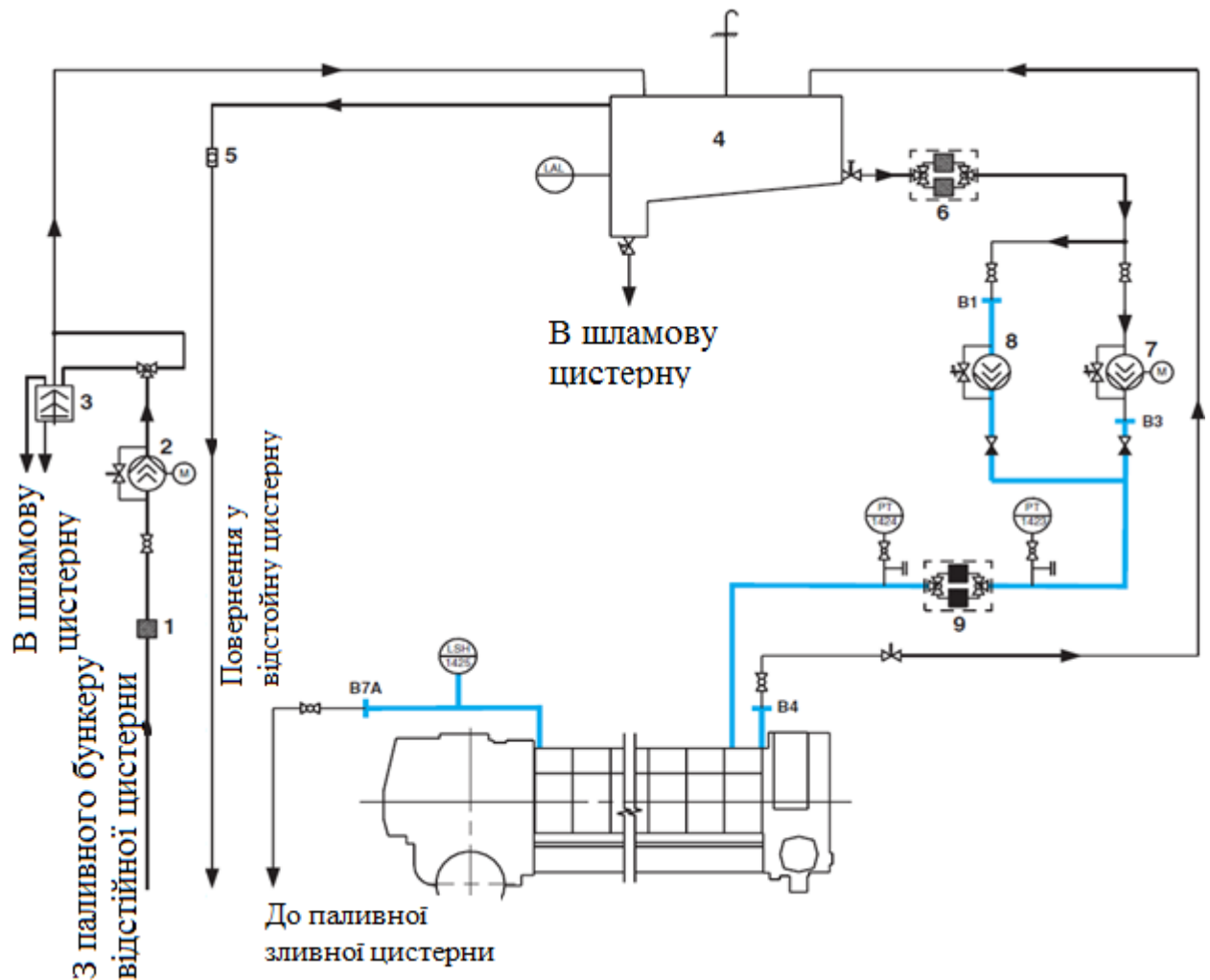


Рисунок 1.10 – Схема паливної системи:

1 - паливний фільтр грубої очистки перед пурифікатором, 2 - перекачуючий насос, 3 - сепаратор-пурифікатор, 3 - витратний бак легкого палива, 4 - оглядове скло на переливній трубці легкого палива, 5 - здвоєний 6 - фільтр (магнітна вставка), 7 - резервний насос, 8 - паливопідкачуючий насос, 9 - здвоєний фільтр з металевими вставками

Для роботи на важкому паливі (НРО) на стандартний двигун встановлюються:

- здвоєний паливний фільтр з металевими вставками;
- підпірний клапан поворотного палива;
- система змащення ПНВТ;
- неохолоджувані форсунки.

Навісне обладнання спроектовано для використання в паливних моделях, зазвичай званих бустерними модулями. Для багатомашинних дизельних енергетичних установок загальна система паливоподачі повинна охоплювати всі двигуни.

Рекомендується використовувати важке паливо з в'язкістю до 380 сСт/50 °С, навіть якщо двигун розрахований на паливо з в'язкістю до 700 сСт / 50 °С, в залежності від фактичної якості палива. Максимальна в'язкість при уприскуванні - 12-14 сСт.

Система турбонадуву двигуна є системою з постійним тиском газів і складається з колектора випускних газів, турбонагнітача, охолоджувача надувного повітря і ресивера надувного повітря.

Колесо турбіни турбонагнітача приводиться випускними газами двигуна, а турбіна обертає компресор турбонагнітача, встановлений на тому ж валу. Компресор всмоктує повітря з машинного відділення через повітряні фільтри.

Турбонагнітач подає повітря через охолоджувач надувного повітря (ОХНП) в ресивер надувного повітря. З ресивера надувного повітря, повітря подається в кожен циліндр через впускні клапани.

ОХНП є компактним двоступінчастим охолоджувачем трубчастого типу з великою поверхнею охолодження. Вода високої температури проходить через першу ступінь ОХНП, а вода низької температури - через другу ступінь.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						20
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

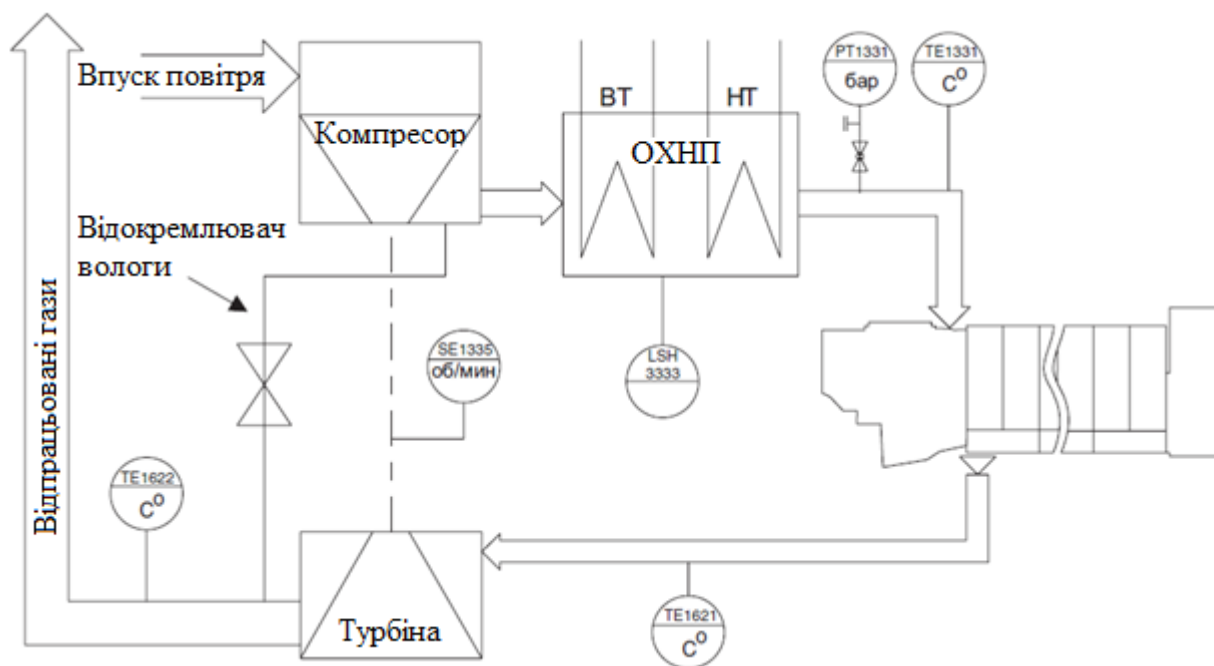


Рисунок 1.11 – Система турбонадуву

В кожному ступені ОХНП вода проходить через нього двічі, оскільки кінцеві кришки спроектовані з перегородками, які змушують охолоджуючу воду повертатися. За стандартом уловлювач водяного туману розташовується після ОХНП.

Від випускних клапанів випускні гази проходять через колектор випускних газів, де вирівнюються пульсації тиску від окремих випускних клапанів, і направляються до турбонагнітача при постійному тиску, а далі – до глушника і на випуск.

Колектор вихлопних газів складається з трубчастих секцій, по одній на кожен циліндр, з'єднаних між собою за допомогою компенсаторів для запобігання високих напруг в трубах, виникаючих через теплові розширення.

Щоб уникнути надмірних теплових втрат і для забезпечення прийнятної низької температури поверхні колектора випускних газів ізолюються.

Схема системи змащення наведена на рис. 1.12. Масляний піддон містить масло, необхідне для змащення і охолодження всіх рухомих деталей.

Масло подається насосом, розташованим в носовому боксі, який приводиться від колінчастого вала за допомогою зубчастої передачі.

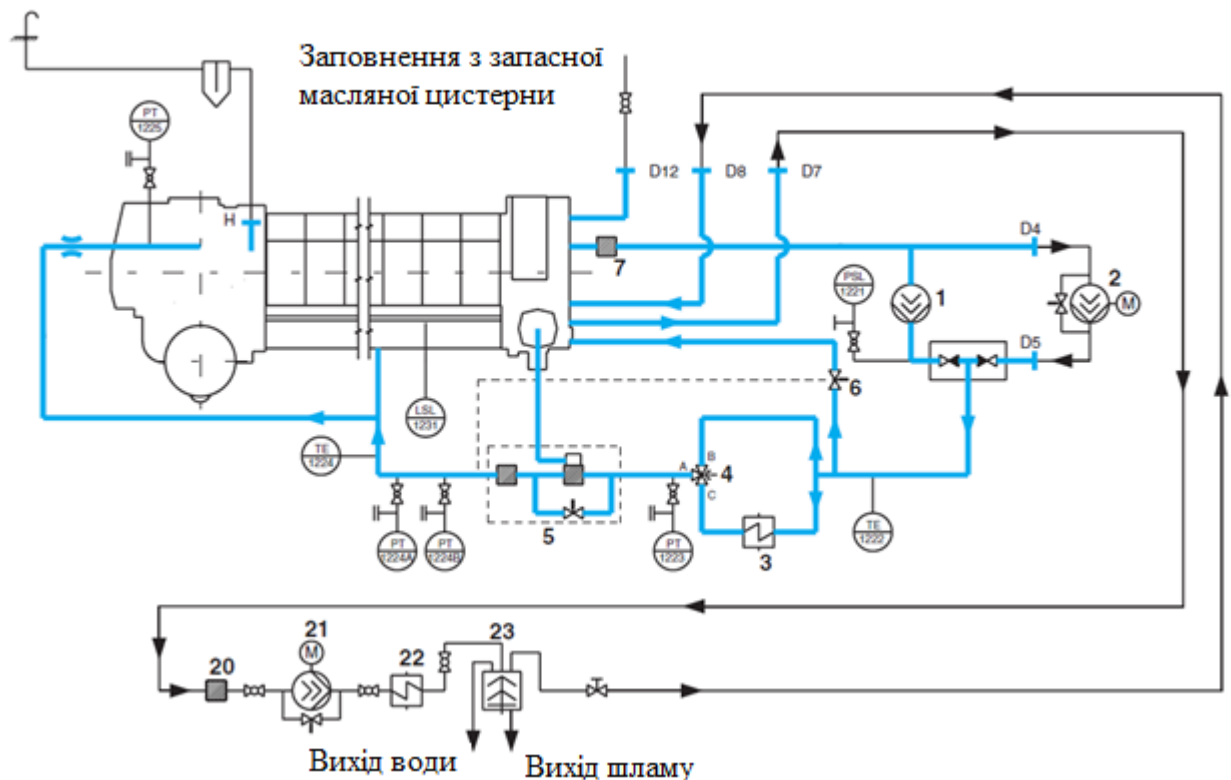


Рисунок 1.12 – Схема системи змащення:

1 – насос змазуючого масла, навісний, 2 – насос змазуючого масла, резервний, 3 – охолоджувач масла, 4 – термостатичний клапан (термостат), 5 – автоматичний протиточний фільтр, 6 – клапан регулювання тиску мастила, 7 – сітчастий фільтр (магнітна вставка), 20 – Фільтр попереднього очищення пурифікатора змазуючого мастила, 21 – насос пурифікатора мастила, 22 – підігрівач для пурифікатора мастила, 23 – пурифікатор мастила

Перед тим, як масло потрапляє на підшипники та інші змащувальні поверхні, воно проходить незворотній клапан подвійної дії 8, через який в двигун надходить також масло з резервного насоса, охолоджувач масла 3 і самоочищається у протиточному фільтрі 5 у верхній частини носового боксу двигуна. Розмір комірок сітки фільтра 30 мікрон. Розмір комірок захисної сітки фільтра – 100 мікрон.

Частинки, затримані протиточним фільтром 5, спускаються в піддон, звідки вони повинні віддалятися пуріфікатором 23. Температура масла контролюється термостатичними елементами 4, вбудованими в носовий бокс. Термостатичні елементи при виготовленні налаштовані на певне значення температури, і ця уставка не може бути змінена, але, на вимогу класифікаційного товариства, може бути перерегульована вручну.

Потік масла через турбонагнітач контролюється дроселем на вході в турбонагнітач.

Тиск масла регулюється гідравлічно навантаженим поршнем. Масло з насоса проходить через дросель в центрі поршня і створює тиск в камері за поршнем. Цей тиск притискає поршень до його сидла і таким чином керує тиском масла. Для регулювання тиску, підпружинений керуючий клапан був підключений до згаданої камери по нагнітальній стороні після протиточного фільтра. Налаштовуючи зусилля пружини, можна відрегулювати тиск масла.

Система **охолоджуючої води складається** з низькотемпературного і високотемпературного контурів. Обидва контури охолоджуються прісною водою. Вода в низькотемпературному контурі проходить через циркуляційний насос низької температури, який прокачує воду через другу ступінь ОХНП, а потім через охолоджувач масла.

Охолоджуюча вода високотемпературного контуру проходить через циркуляційний насос високотемпературного контуру, а потім через першу сходинку ОХНП до входу її в водяну охолоджувальну сорочку і кришку циліндра. Після цього, вода виходить з двигуна разом з водою низької температури.

Вода низької і високої температури виходить з двигуна через окремі триходові термостатичні клапани (термостати), які регулюють температуру води.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						23
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

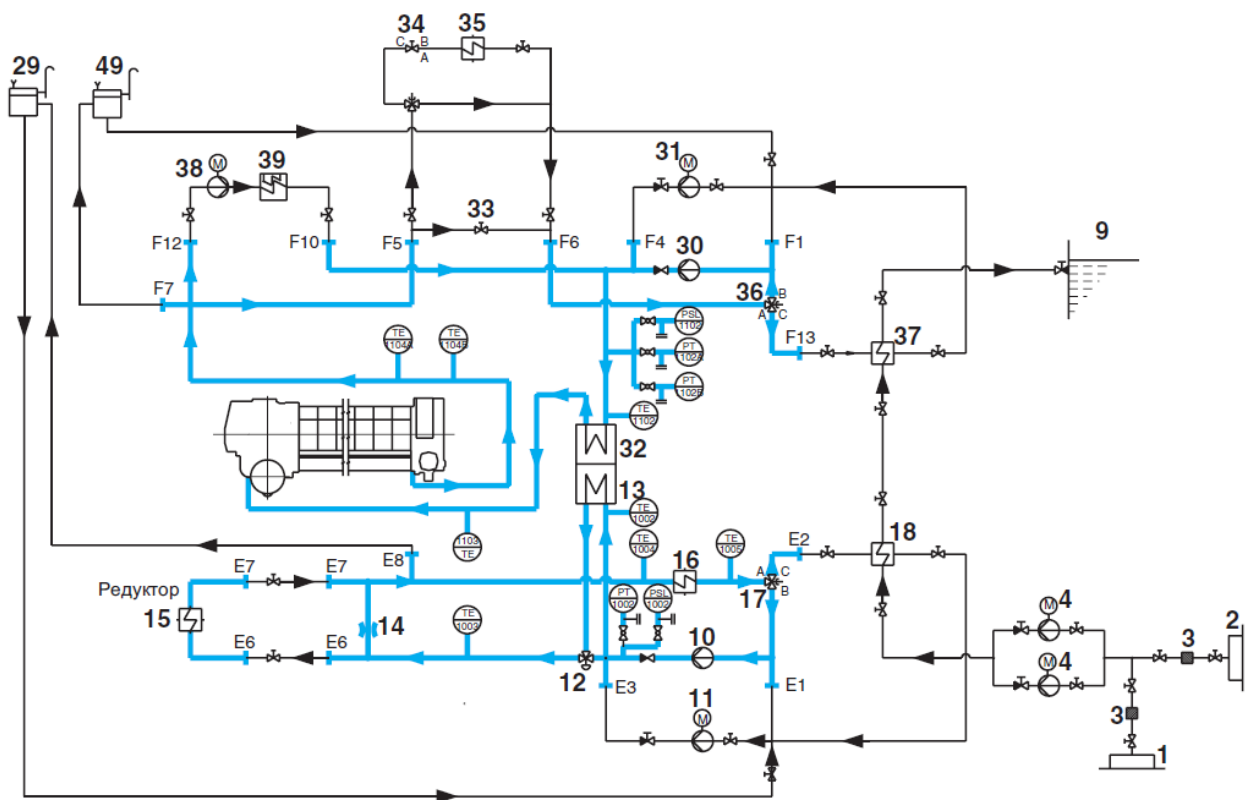


Рисунок 1.13 – Схема системи охолодження:

1 – кінгстон (нижній), 2 – кінгстон (верхній), 3 – фільтр забортної води, 4 – насос забортної води, 9 – клапан для зливу води за борт, 10 – насос НТ, 11 – резервний насос НТ, 12 – регулюючий клапан (поставка на вимогу), 13 – охолоджувач надувного повітря, секція НТ, 14 – дросель для охолоджуючої води до редуктора, 15 – охолоджувач масла редуктора, 16 – охолоджувач мастила двигуна, 17 – термостат НТ, 18 – центральний охолоджувач, 29 – розширювальний бак НТ, 30 – насос ВТ, 31 – резервний насос ВТ, 32 – охолоджувач наддув. повітря, секція ВТ, 33 – рег. клапана для утилізації тепла, 34 – термостат для утилізації тепла, 35 – утилізатор, 36 – термостат ВТ, 37 – Охолоджувач прісної води ВТ, 38 – циркуляційний насос для підігрівача, 39 – Підігрівач, 49 – Розширювальний бак ВТ

Система **стисненого повітря** двигуна складається з системи пуску, системи управління пуском і системи захисту. Крім того, система подає повітря в систему підкручення турбонагнітача і до стоп-циліндрів на

кожному ПНВТ. Стиснене повітря надходить з балонів пускового повітря. Робочий тиск для повітряного стартера: мін. 1,5 МПа, макс. 3,0 МПа.

Для запобігання потрапляння сторонніх часток у внутрішню систему на повітропроводі до двигуна встановлюється сітчастий фільтр.

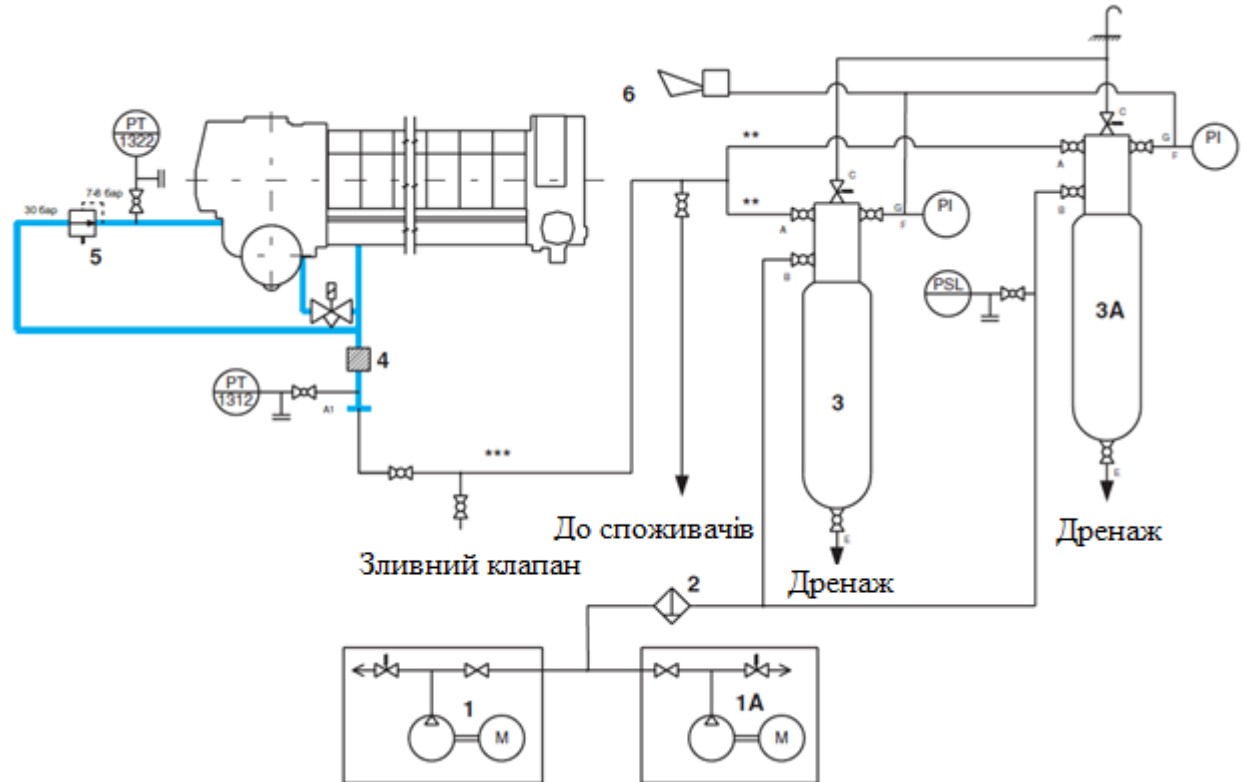


Рисунок 1.14 – Система стисненого повітря:

1 – компресор, 1А – компресор, 2 – фільтр з водо роздільником, 3 – балон пускового повітря, 3А – балон пускового повітря, 4 – фільтр, 5 – редукційний клапан, 6 – сифон

Двигун запускається за допомогою пневмостартера, який є мотором з коробкою передач, запобіжною муфтою и валом приводу з шестернями. Окрім того, є також головний пусковий клапан системи управління.

Управління повітряним стартером – електричне, за допомогою соленоїдного пневматичного клапана. Клапан може бути задіяний вручну з панелі управління на двигуні, також він може бути пристосований для дистанційного керування, ручного або автоматичного.

Для дистанційного включення котушка пуску приєднується таким чином, що кожен пусковий сигнал на пускову котушки проходить через функцію блокування пуску, з'єднану з системою захисту, встановлену на двигуні.

Крім того, пусковий клапан також діє в якості аварійного пускового клапана, за допомогою якого, в разі відмови живлення, повітряний стартер включається вручну.

При роботі двигуна подача повітря повинна не перериватися.

Як правило, кожен ПНВТ обладнаний пневматичним стоп-циліндром, який починає діяти при спрацьовуванні системи захисту. Система захисту задіюється електричним сигналом.

При відкритті пускового клапана повітря надходить в корпус приводного вала повітряного стартера. Повітря, впливаючи на поршень, вводить шестерню приводу в зачеплення із зубчастим вінцем на маховику двигуна.

Коли шестерня повністю введена в зачеплення, керуюче повітря надходить до головного пускового клапану і, відкриваючи його, потрапляє в повітряний стартер, який починає обертати двигун.

Коли частота обертання перевищить приблизно 158 хв^{-1} , при яких відбудеться спалах, пусковий клапан закривається, тим самим роз'єднуючи повітряний стартер з маховиком.

На двигуні реалізована концепція повністю електронного та резервного приладового оснащення, що забезпечує оператору всебічне і якісне уявлення, та надходження інформації про його стан.

Панель оператора – «Головний Двигун (ПО-ГД)» розміщена близько регулятора. Це зроблено для того, щоб забезпечити оператору найкращі умови щодо управління та контролю за всіма двигунами з одного поста.

Обчислювальний блок під назвою Alphacom Safety (ACS) діє як незалежна система захисту, використовуючи ПО-ГД для відображення

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						26
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

інформації. Обчислювальний блок під назвою Alphacomm Monitoring-Engine (АСМ-Е) виконує наступні завдання:

- діє як пристрій збору даних, використовуючи ПО-ГД для відображення інформації
- вимірювання і відображення найважливіших параметрів. Дубльовані вимірювання позначені на схемі символом "S".

Устаткування двох блоків Alphacomm, позначених ACS і АСМ-Е, ідентичні. Ці блоки діють як незалежні обчислювальні блоки, датчики яких безпосередньо приєднані до виходів. Електроживлення здійснюється від мережі постійного струму напругою 24 В з аварійним акумуляторним живленням. Блоки взаємодіють з панеллю оператора через послідовне з'єднання. Зв'язок блоків один з одним здійснюється через дубльовану мережу.

АСМ-Е пов'язаний з судновою системою управління за допомогою послідовного з'єднання, що дає доступ до всіх показань датчиків. ACS пов'язана з системою управління пропульсивного комплексу (PCS) за допомогою послідовного з'єднання, що робить можливим дистанційне відображення інформації і дії системи захисту.

Панель оператора головного двигуна (ПО-ГД) служить для трьох цілей:

- є каналом передачі даних до суднової системи керування;
- реалізує функції автоматичного управління головного двигуна;
- є резервною системою захисту

Взагалі, всі датчики є аналоговими, що дає користувачеві можливість прочитати точне значення будь-якого параметра. Здійснюється постійна перевірка того, що всі датчики знаходяться в встановлених межах вимірювання. Якщо який-небудь датчик вийде за свої межі виміру, оператор буде сповіщений про це.

Функція місцевого контролю використовує стовпчасті графіки або діаграми для представлення результатів усіх вимірювань на двигуні. Для

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						27
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

зручності діаграми розташовані у вигляді мнемонічною схемою, яка показує орієнтовні положення датчиків двигуна.

На додаток до індикації на стовпчастих діаграмах, можна побачити точне значення кожного датчика, використовуючи дисплей "Measurement" ("Вимірювання") і кнопки. Над діаграмою, що відповідає обраному параметру, загориться жовта лампа. Цифровий дисплей під написом "Measurement" покаже значення, що надходять від датчиків, приєднаних до АСМ-Е.

Система захисту

Система захисту діє як незалежна окрема система, що володіє своїми власні датчиками. Для того, щоб забезпечити ще більший рівень безпеки, функції захисту продубльовані в АСМ-Е, тобто при відмові діючої системи захисту, захист двигуна за допомогою автостопу буде забезпечуватися в повному обсязі через АСМ-Е, впливаючи на стоп-клапан регулятора.

У разі занадто високої частоти обертання турбонагнітача перепускний клапан відкриється для зниження оборотів турбонагнітача. При дистанційному управлінні PCS зазвичай уникає високої частоти обертання турбонагнітача, зменшуючи навантаження двигуна.

Захист за допомогою блокувань пуску діє і при дистанційному, і при місцевому управлінні. У разі несправності АСМ все блокування пуску автоматично будуть зняті. Оператор повинен запобігти небезпечну ситуацію при пуску двигуна, тобто перевірити, що валоповоротний механізм відключений.

Взагалі, всі виміри АСМ-Е можуть бути передані в судову систему керування, яка виявить можливі перевищення меж і видасть необхідний аварійно-попереджувальний сигнал по судну.

Підключення до судової АПС реалізовано за допомогою послідовного підключення "точка-точка". Нагляд за лінією зв'язку повинен здійснюватися судовою системою керування, тому що вона діє як головна.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						28
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Відповідно до програми обслуговування двигуна перевірки датчиків повинні проводитися при будь-якому великому перебиранні. Перевірка повинна засвідчити, що в разі ненормальних умов роботи для запобігання великої поломки буде видано попередження.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК РОБОЧОГО ЦИКЛУ ДВИГУНА

2.1 Методика розрахунку робочого циклу двигуна

Розрахунковий цикл поршневого двигуна внутрішнього згоряння значно відрізняється від ідеальних циклів. В розрахунковому циклі двигуна внутрішнього згоряння змінюється кількість робочого тіла, його склад і фізичні властивості. Внаслідок кінцевої швидкості згоряння та дисоціації продуктів згоряння прихована в паливі хімічна енергія виділяється не миттєво. В процесі розширення проходять догоряння палива та відновлення дисоційованих газів, з виділенням тепла. В розрахунковому циклі робоче тіло не можна приймати з постійними теплоємкостями, так як температура та склад газів в циліндрі значно змінюються. В розрахунковому циклі також присутні теплові та аеродинамічні втрати.

Крім розрахункового треба розглядати ще дійсний цикл, котрий здійснюється в працюючому двигуні і в теперешній час не може бути точно описаним через недосконалості розрахункових методик та складності процесів, що протікають в ньому. Чим більш досконала методика теплового розрахунку, тим більш ближче розрахунковий цикл до дійсного.

В даному дипломному проєкті використовується класична методика теплового розрахунку, розроблена В. І. Гріневецьким і далі вдосконаленого Є. К. Мазінгом. Метод теплового розрахунку заснований на загально відомих положеннях термодинаміки та термохімії, достатньо повно охоплює сутність теплових явищ, що протікають в робочому циліндрі і представляє собою інженерне аналітичне дослідження. На його основі можливо:

- кількісно оцінити ці явища як при проектуванні так і при дослідженні побудованого двигуна;
- дати уяву про загальні параметри циклу та фактори, що впливають на

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

процеси робочого циклу;

- визначити розрахункові значення параметрів стану робочого тіла в характерних точках розрахункового циклу, а також ефективні показники, що характеризують роботу двигуна в цілому.

В результаті розрахунку буде отримана температура в циліндрі двигуна після процесу стискування та температура згоряння робочих газів. Вказані температури визначають режим роботи впускного та випускного клапанів.

Метод забезпечує достатню задовільну для практики точність розрахунків, не дивлячись на те, що цикл, що проходить в двигуні описується найпростішими термодинамічними процесами і вводиться ряд опитних коефіцієнтів, які оцінюють реальні умови протікання робочих процесів в двигуні.

2.2 Обґрунтування вибору основних параметрів робочого циклу двигуна

Температура навколишнього повітря T_0 . Приймаємо $T_0 = 293 \text{ K}$.

Тиск навколишнього повітря P_0 . В усіх випадках варто приймати $P_0 = 0,1013 \text{ МПа}$.

Ступінь стиску ε . При призначенні ступеня стиску варто враховувати розміри циліндра, бистрохідність і спосіб сумішоутворення. Приймаємо по двигуну прототипу $\varepsilon = 15$.

Коефіцієнт надлишку повітря α . Цей коефіцієнт також залежить від розмірів циліндра і способу сумішоутворення. Цей параметр при підвищенні зменшує питому витрату пального, водночас зменшуючи середній ефективний тиск та потужність. Відповідно його слід підбирати з кількох спроб розрахунку з урахуванням одночасного досягнення заданої потужності і найкращої можливої економічності. Вибір остаточного значення α робиться з вибором оптимального значення P_k . З урахуванням переліченого встановлюємо $\alpha = 2,34$.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						31
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Коефіцієнт залишкових газів γ_r . Вплив на значення цього коефіцієнту завдають тип двигуна, особливості повітропостачання і газообміну. Приймаємо $\gamma_r = 0,025$.

Коефіцієнт використання теплоти в точці z (ξ_z), та в точці b (ξ_b). Ця величина змінюється в широких межах і залежить від ступеня досконалості двигуна. Найкраще ці величини призначати після аналізу теплового балансу двигунів, близьких до проектного. Приймаємо $\xi_z = 0,92$; $\xi_b = 0,95$.

Ступінь підвищення тиску при згорянні λ . Ступінь підвищення тиску λ залежить від бистрохідності двигуна, ступеня наддуву, організації процесів сумішоутворення та ряду інших факторів. Приймаємо $\lambda = 1,2$.

Підігрів заряду від стінок циліндру ΔT_a . Приймаємо $\Delta T_a = 20$ К.

Коефіцієнт округлення індикаторної діаграми ζ . Величину цього коефіцієнту вибирають на підставі дослідних даних, звертають увагу на тип двигуна та особливості системи газообміну. Приймаємо $\zeta = 0,98$.

Зменшення тиску у повітроохолоджувачі $\Delta P_{охл}$. Повітроохолоджувач являє собою опір на шляху повітря, тому у ньому відбувається зменшення тиску повітря. У числовому виразі $\Delta P_{охл} = 0,005$ МПа.

Хімічний склад палива. Розрахунок проводиться на паливо середнього складу [6]:

$C = 0,870$ - кількість вуглецю;

$H = 0,128$ кг - кількість водню;

$S = 0,002$ кг - кількість сірки

$O = 0,004$ кг - кількість кисню.

Нижча теплота згоряння палива Q_H . Приймаємо $Q_H = 42720$ кДж/кг.

Кількість циліндрів i . Згідно даних двигуна - прототипу $i = 8$

Діаметр циліндру D . Згідно даних двигуна - прототипу $D = 0,21$ м.

Хід поршня S . Згідно даних двигуна - прототипу $S = 0,31$ м.

Коефіцієнт тактності z . Для чотирьохтактних двигунів $z = 0,5$.

2.3 Розрахунок робочого циклу

Розрахунок процесу наповнення

Температура повітря за компресором, К

$$T_k = T_0 \times 1 + \frac{\frac{P_k}{P_0}^{0,286} - 1}{\eta_{k.ad}} = 293 \times 1 + \frac{\frac{0,41}{0,1013}^{0,286} - 1}{0,805} = 471,93$$

Температура повітря перед двигуном, К

$$T_s = T_k - \eta_o \times (T_k - T_0) = 471,93 - 0,8 \times (471,93 - 293) = 316,26$$

Температура заряду наприкінці процесу наповнення, К

$$T_a = \frac{T_s + \Delta T_a + \gamma_r \times T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{316,26 + 20 + 0,025 \times 820}{1 + 0,05} = 348,06$$

Тиск повітря перед двигуном, МПа

$$P_s = P_k - \Delta P_{ox} = 0,41 - 0,005 = 0,405$$

Тиск заряду наприкінці процесу наповнення, МПа

$$P_a = \xi_a \times P_s = 0,99 \times 0,397 = 0,401$$

Коефіцієнт наповнення

$$\eta_n = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \times \frac{P_a}{P_s} \times \frac{T_s}{T_a} \times \frac{1}{1 + \gamma_r} \times (1 - \eta_n) = \frac{12}{12 - 1} \times \frac{0,389}{0,397} \times \frac{342,8}{374,1} \times \frac{1}{1 + 0,05} \times (1 - 0,0) = 0,933$$

Розрахунок процесу стиску

У реальному двигуні теплоємність заряду в циліндрі змінюється залежно від температури, тому що, відбувається теплообмін зі стінками

циліндра. Так само на характер протікання процесу впливають витік газів через нещільності клапанів і поршневих кілець, дозарядка циліндра до закриття впускного клапана, випар палива, згоряння палива наприкінці стиску. У зв'язку із цим точний термодинамічний опис процесу стиску в реальному двигуні ускладнено.

На практиці вважають, що процес стиску відбувається по політропі з показником n_1 величина якого забезпечує одержання такої ж роботи в процесі стиску, як і при змінному показнику у дійсному процесі [7].

При виборі величини n_1 , необхідно враховувати наступне: зі збільшенням частоти обертання колінчатого вала n_1 збільшується; при підвищенні середньої температури процесу стиску n_1 зменшується; зі зменшенням інтенсивності охолодження двигуна n_1 збільшується; зі зменшенням відносини поверхні охолодження до об'єму циліндра n_1 збільшується; для дизелів з нерозділеними камерами згоряння $n_1 = 1,32 \dots 1,42$, приймаємо в розрахунку:

$$n_1 = 1,361$$

Тиск в кінці процесу стиску, МПа

$$P_c = P_a \times \varepsilon^{n_1} = 0,401 \times 15^{1,361} = 16,731$$

Температура в кінці процесу стиску, К

$$T_c = T_a \times \varepsilon^{n_1 - 1} = 348,06 \times 15^{1,361 - 1} = 937,04$$

Розрахунок процесу згоряння

Дійсна кількість повітря для згоряння, кмоль/кг

$$L = \frac{\alpha}{0,21} \times \frac{C}{12} + \frac{H}{4} + \frac{S}{32} - \frac{O}{32} = \frac{1,6}{0,21} \times \frac{0,870}{12} + \frac{0,128}{4} + \frac{0,002}{32} - \frac{0,004}{32} = 1,164$$

Хімічний коефіцієнт молекулярної зміни

$$\beta_0 = 1 + \frac{8 \times H + O}{32 \times L} = 1 + \frac{8 \times 0,130 + 0,004}{32 \times 1,164} = 1,0276$$

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						34
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Дійсний коефіцієнт молекулярної зміни

$$\beta = \frac{\beta_0 + \gamma_r}{1 + \gamma_r} = \frac{0,9049 + 0,025}{1 + 0,025} = 1,0269$$

Доля палива, що згоріла в точці z

$$x_z = \frac{\xi_z}{\xi_b} = \frac{0,92}{0,95} = 0,968$$

Коефіцієнт молекулярної зміни в точці z

$$\beta_z = 1 + \frac{\beta_0 - 1}{1 + \gamma_r} \times x_z = 1 + \frac{1,0276 - 1}{1 + 0,025} \times 0,968 = 1,026$$

Максимальна температура згоряння, К

$$\frac{\xi_z}{\alpha} \times \frac{Q_H}{L_0} + [c'_v + 8,314 \times \lambda + \gamma_r \times (c''_v + 8,314 \times \lambda)] \times T_c = \beta_z \times (1 + \gamma_r) \times c''_{pz} \times T_z$$

$$T_z = \frac{C}{A \times T_z + B}$$

$$A = \beta_z \times (1 + \gamma_r) \times b_z$$

$$B = \beta_z \times (1 + \gamma_r) \times (a_{vz} + 8,314)$$

$$C = \frac{\xi_z}{\alpha \times L_0} \times Q_H + [(19,26 + 0,0025 \times T_c) + 8,314 \times \lambda + \gamma_r \times ((20,47 + 0,0036 \times T_c) + 8,314 \times \lambda)] \times T_c$$

Це рівняння розв'язується методом послідовних наближень, для чого у першому наближенні приймаємо $T_z = 1600$ К. Після вирішення декількох рівнянь отримуємо:

$$T_z = 1825$$

Максимальний тиск згоряння, МПа

$$P_z = \lambda \times P_c = 1,2 \times 16,731 = 20,007$$

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок процесу розширення

Ступінь попереднього розширення

$$\rho = \frac{\beta_z}{\lambda} \times \frac{T_z}{T_c} = \frac{1,026}{1,2} \times \frac{1825}{937,04} = 1,665$$

Ступінь подальшого розширення

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{15}{1,665} = 9,31$$

Розрахунок параметрів процесу розширення ведеться з умовно постійним показником політропи розширення n_2 . Для дизелів $n_2 = 1,18 \dots 1,3$. Варто пам'ятати, що показник політропи залежить від режиму роботи двигуна, розмірів циліндра, способу охолодження й ряду інших факторів. У всіх випадках, коли збільшується тривалість догорання палива, знижуються відносний теплообмін і витоки газів, n_2 зменшується. Виходячи з вищесказаного приймемо:

$$n_2 = 1,284$$

Температура в кінці процесу розширення, К

$$T_b = T_z \times \frac{1}{\delta^{n_2-1}} = 1825 \times \frac{1}{9,31^{1,284-1}} = 968,213$$

Тиск в кінці процесу розширення, МПа

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} = \frac{20,007}{9,31^{1,284}} = 1,144$$

Визначення індикаторних показників

Теоретичний середній індикаторний тиск, МПа

$$P'_i = \frac{P_c}{\varepsilon - 1} \times \left[\lambda \times (\rho - 1) + \frac{\lambda \times \rho}{n_2 - 1} \times \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2-1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \times \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1-1}} \right) \right] =$$

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						36
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$= \frac{16,731}{15-1} \times 1,2 \times (1,665-1) + \frac{1,2 \times 1,665}{1,361-1} \times 1 - \frac{1}{9,31^{1,361-1}} - \frac{1}{1,284-1} \times 1 - \frac{1}{15^{1,284-1}} = 2,723$$

Дійсний середній індикаторний тиск, МПа

$$P_i = P_i' \times \zeta \times (1 - \eta_n) = 2,723 \times 0,98 \times (1 - 0,08) = 2,669$$

Індикаторна питома витрата пального, кг/(кВт*год)

$$g_i = 433 \times \frac{P_s \times \eta_n}{\alpha \times L_0 \times T_s \times P_i} = 433 \times \frac{0,405 \times 0,938}{2,34 \times 0,495 \times 316,261 \times 2,669} = 0,168$$

Індикаторний ККД

$$\eta_i = \frac{3600}{g_i \times Q_n} = \frac{3600}{0,168 \times 42720} = 0,501$$

Визначення ефективних показників

Середній ефективний тиск, МПа

$$P_e = P_i \times \eta_m = 2,669 \times 0,9 = 2,402$$

Ефективний ККД двигуна

$$\eta_e = \eta_i \times \eta_m = 0,501 \times 0,9 = 0,451$$

Питома ефективна витрата пального, кг/(кВт*год)

$$g_e = \frac{g_i}{\eta_m} = \frac{0,168}{0,9} = 0,187$$

Ефективна потужність двигуна,

$$N_e = 13,1 \times D_c^2 \times S_c \times z \times P_e \times n \times i = 13,1 \times 0,21^2 \times 0,31 \times 0,5 \times 2,402 \times 1000 \times 8 = 1721$$

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						37
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Порівняння заданої та отриманої потужності двигуна

$$\Delta N = \frac{N_e - N'_e}{N_e} \times 100\% = \frac{1721 - 1720}{1720} \times 100 = 0,03\%$$

Точність розрахунку задовільна, різниця між заданою і отриманою в результаті розрахунку потужності не перевищує 0,5%.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ

3.1 Призначення та склад газорозподільного механізму

Механізм газорозподілу призначений для управління процесами впуску та випуску відповідно до прийнятих фаз газообміну. У суднових ДВЗ застосовують клапанне, золотниковий і комбінований газорозподіл. При клапанному газорозподілі в чотиритактних двигунах впускні і випускні отвори в кришках відкривають і закривають клапани.

Газорозподільний механізм (рис. 3.1) складається з впускних і випускних клапанів, деталей приводу до них (штовхачів, штанг, важелів), розподільного вала з кулачковими шайбами, клапанних пружин, тарілок пружин та деталей кріплення.

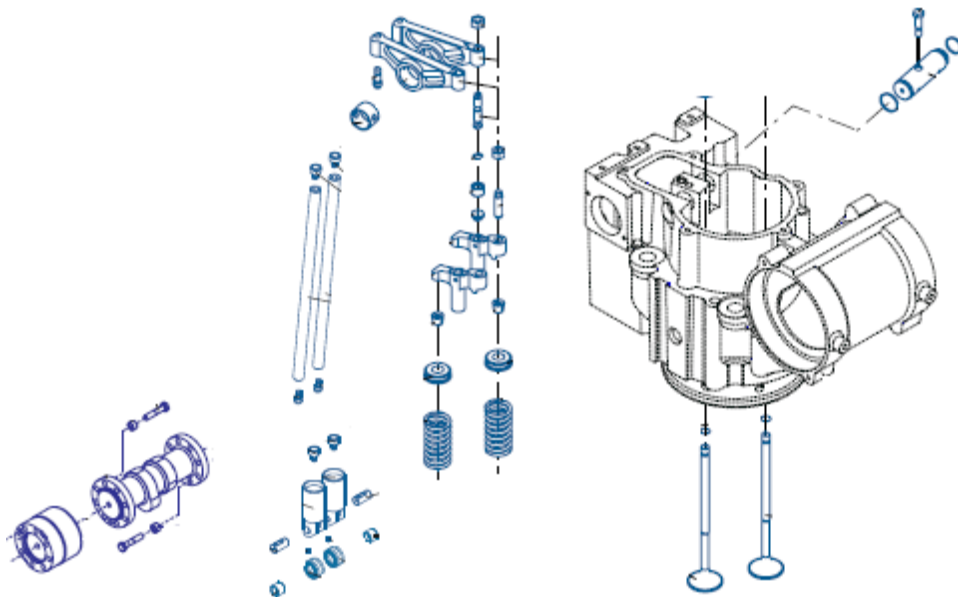


Рисунок 3.1 – Елементи газорозподільного механізму двигуна
MAN 8L21/3

3.2 Пошкодження деталей газорозподільного механізму

Основним і найбільш навантаженим елементом механізму газорозподілу є впускний і випускний клапани. Клапани піддаються дії механічних і теплових навантажень. Механічні навантаження визначаються дією сил тиску газів у циліндрі, і протилежним за напрямком сил впливу приводу газорозподілу, включаючи сюди також сили інерції мас приводу і клапана, сили пружності пружини. В період відкриття клапана його швидкість зростає від нуля до максимуму, сили інерції мас в цей час спрямовані в протилежну сторону і притискають ролик штовхача до кулачка. Потім швидкість клапана змінює свій знак, відповідно змінюється напрямок сил інерції - вони відривають ролик від кулачної шайби, але цьому перешкоджають клапанні пружини. При закритті клапана характер дії сил буде аналогічним. Відрив ролика штовхача від кулачка, супроводжуваний динамічними ударами в приводі клапана і у сидлі клапана, призводить до пошкодження їх робочих поверхонь - викришування шару цементації роликів, підвищені знос кулачків, розбивання ущільнюючих фасок клапанів і сідел, поломки пружин. Поломка пружин зазвичай носить втомний характер і викликається резонансними коливаннями, коли частота власних коливань пружин збігається з частотою вимушених коливань.

Теплові навантаження на клапани визначаються умови їх роботи в зоні високих температур газів. Найбільші температур мають вихлопні клапани, рис. 3.2 ілюструє розподіл температур.

Для того, щоб підняті працездатність клапанів двигунобудівники прагнуть не виходити за межі 500 ... 520 °С. При перевищенні температур більше 650 °С матеріал клапанів втрачає свої. Властивості міцності, одночасно створюються несприятливі умови для виникнення високотемпературної корозії.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

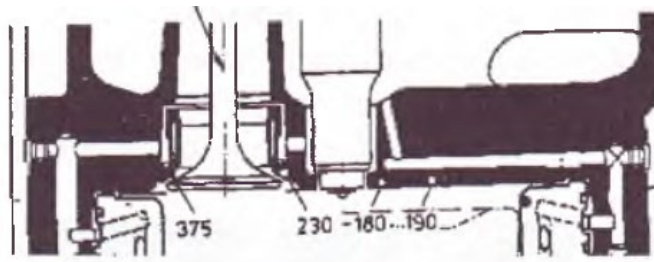


Рисунок 3.2 – Температурні поля камери згоряння

Часто повторювані зміни температур від високих до низьких провокують виникнення в зонах переходу тарілки клапана штока або в районі проточок під сухарики термоусталостних тріщин.

Поява на тілі клапана глибоко проникного окислення і окалино утворення, кольори мінливості на штоку клапана свідчать про високотемпературне окислення в зв'язку з нагріванням штока в його направляючій втулці.

При перевищенні температур понад межі повзучості тарілка клапана деформується і набуває форму чаші. При невеликих деформаціях порушується щільність посадки, а при більш серйозних не виключена поломка тарілки.

Поломки тарілок можливі також при порушенні фаз газорозподілу і ударі клапана по поршню. Серйозніші ушкодження відбуваються при розносі двигуна, сухарики вискакують з тарілки клапана, клапан провалюється вниз і потрапляє під поршень. Клапаном пробивається вогневе днище кришки циліндра, вода проникає в камеру згоряння, відбувається гідравлічний удар в циліндрі, що супроводжується вигином шатуна та іншими ушкодженнями.

Втрата щільності клапанів відбувається по ряду причин:

- ерозійне зношування посадкового конуса тарілки клапана і його сидла, відсутність обертання;
- відкладення коксу і золи на тарілці;
- деформація клапана;
- порушення центрування осі клапана в направляючій;

– прогорання посадкової поверхні внаслідок високотемпературної корозії, викликаной наявністю в паливі ванадію і натрію;

– низькотемпературна корозія, викликана високим вмістом в паливі сірки і низькими температурами клапана (впускні клапани).

Доречно зазначити, що виникаючі при згорянні важких палив оксиди ванадію, натрію і сірки, будучи надзвичайно агресивними, викликають високотемпературну межкристалічну корозію металу тарілок вихлопних клапанів, що виражається в утворенні уражених ділянок. Щільність посадки клапана на сідло на цих ділянках втрачається, прорив газів сприяє місцевому перегріву і, як підсумок – прогорання. Важливою причиною і специфічною обставиною, що супроводжує виникнення високотемпературної корозії, є наявність в продуктах згорання агресивних сполук, температура плавлення яких лежить нижче робочої температури клапанів. Оксиди ванадію V_2O_4 і V_2O_5 мають температури плавлення, відповідно, 1970 °C і 675...690 °C. Це означає, що вони залишають циліндр разом з вихлопними газами, температура яких має порядок 450-600 °C, перебуваючи в твердому стані. У суміші з сульфатом натрія їх температури плавлення знижуються до значень 530-670 °C, при цьому найнижче критичне значення (530 °C) температури плавлення досягається коли Na і V знаходяться в паливі в пропорції – 65% Na_2SO_4 і 35% V_2O_5 .

Низькотемпературній корозії в основному піддаються впускні клапани, що мають більш низьку температуру і тому на них, особливо в зоні штоків, конденсуються пари води і сірчаної кислоти, що утворюється при згорянні сірчастого палива. Характерні ознаки: наявність пітінгових язв на штоках і робочих конусах сідел і клапанів, шорсткість і потемніння поверхонь.

Причинами також можуть бути - виснаження лужних присадок в маслі, його обводнення. У екстремальних випадках – руйнування свинцювання бронзи головних підшипників.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						42
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.3 Діагностування стану розподілвалів

Поява натирів, задирів, відколів на кулачках розподілвала в початковій стадії викликає сторонні стуки, які виявляються на слух. Тому при щоденному зовнішньому огляді дизеля необхідно уважно прислухатися до роботи приводів газорозподілу і ПНВТ кожного циліндра. Як уже зазначалося, несправності в приводах супроводжуються нагріванням деталей. Їх можна виявляти по підвищеній температурі лючків або спрацьовуванням детекторів масляного туману (при наявності).

При зносі підшипників зменшується гідравлічний опір масляної системи, що визначають по зниженню тиску масла на вході в двигун. При виникненні зазначених ознак, а також періодично (не рідше рази на три місяці) виконують огляд розподільного вала.

Найбільшу увагу приділяють огляду робочої поверхні кулачних шай. Незначні пошкодження на ній стрімко прогресують, викликаючи аварійний знос, в тому числі ролика штовхача.

При наявності незначних краторів, задирів, викришувань поверхню шліфують наждачним папером з подальшою поліровкою дрібнозернистою притирочною пастою. Може бути використана мазь із суміші масла з гасом і наждаковим порошком. Остаточне полірування виконують на пасті ГОІ.

Великі викришування ретельно зачищають і заварюють. Місця наплавлення обробляють по шаблону. Шаблон може бути поставлений в складі ЗІП або виготовлений самостійно по незношених кулачках, як можна точніше. Зі спотворенням профілю кулачкових шайб змінюються фази газорозподілу і динаміка руху клапанів. На різних розподільних валах при необхідності замінюють дефектну секцію або здають її в ремонт спеціалізованій фірмі.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.4 Обслуговування та ремонту газорозподільного механізму

3.4.1 Демонтаж циліндрового комплексу двигуна

Підготовка перед демонтажем

- 1) Спустіть воду з двигуна.
- 2) Зніміть верхню кришку.
- 3) Зніміть бічні кришки на обох сторонах двигуна.
- 4) Зніміть кожух газового вихлопу.

Розбирання з'єднань

- 5) Відключіть колектор випускних газів від кришки, знявши хомут.
- 6) Відключіть паливну трубку високого тиску.
- 7) Відключіть чотири затискачі для кріплення з'єднання охолоджуючої води між кришками циліндра, знявши кріпильні болти на затискачах.
- 8) Проштовхніть з'єднання охолоджуючої води вліво, дивлячись з боку управління.
- 9) Спустіть воду з охолоджуючої сорочки на зворотному боці кришки під вихлопною трубою.
- 10) Від'єднайте два затискачі для кріплення з'єднань надувного повітря, знявши кріпильні болти для затискачів.
- 11) Проштовхніть з'єднання надувного повітря всередину кришки циліндра, яка повинна бути знята. Проштовхніть з'єднання вліво, дивлячись з боку управління, рис. 3.3.

Розбирання шатуна і морської головки

- 12) Послабте гайки шатуна за допомогою гідравлічних пристосувань.
- 13) Зніміть гайки шатуна вручну.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

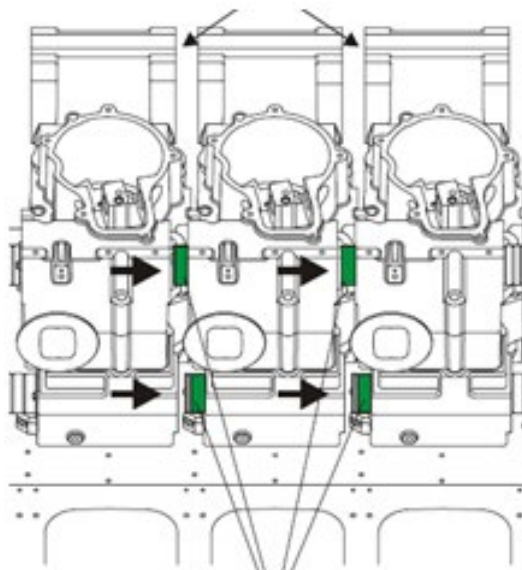


Рисунок 3.3 – Зміщення з'єднання охолоджуючої води і з'єднання надувного повітря вправо, дивлячись з боку вихлопу

14) Поверніть поршень в ВМТ

15) Встановіть поворотний кронштейн між морської головкою шатуна і противагою, рис. 3.4.

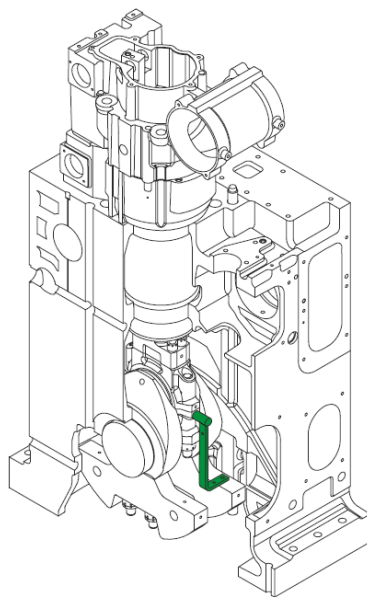


Рисунок 3.4 – Встановіть поворотний кронштейн між морської головкою шатуна і противагою

Монтаж опорних пристосувань

16) Встановіть опору для кріплення шатуна до втулки циліндра за допомогою монтажного болта, рис. 3.5.

17) Зніміть гайки кришки циліндра за допомогою гідравлічних пристосувань.

18) Встановіть під'ємний пристрій на кришці циліндра

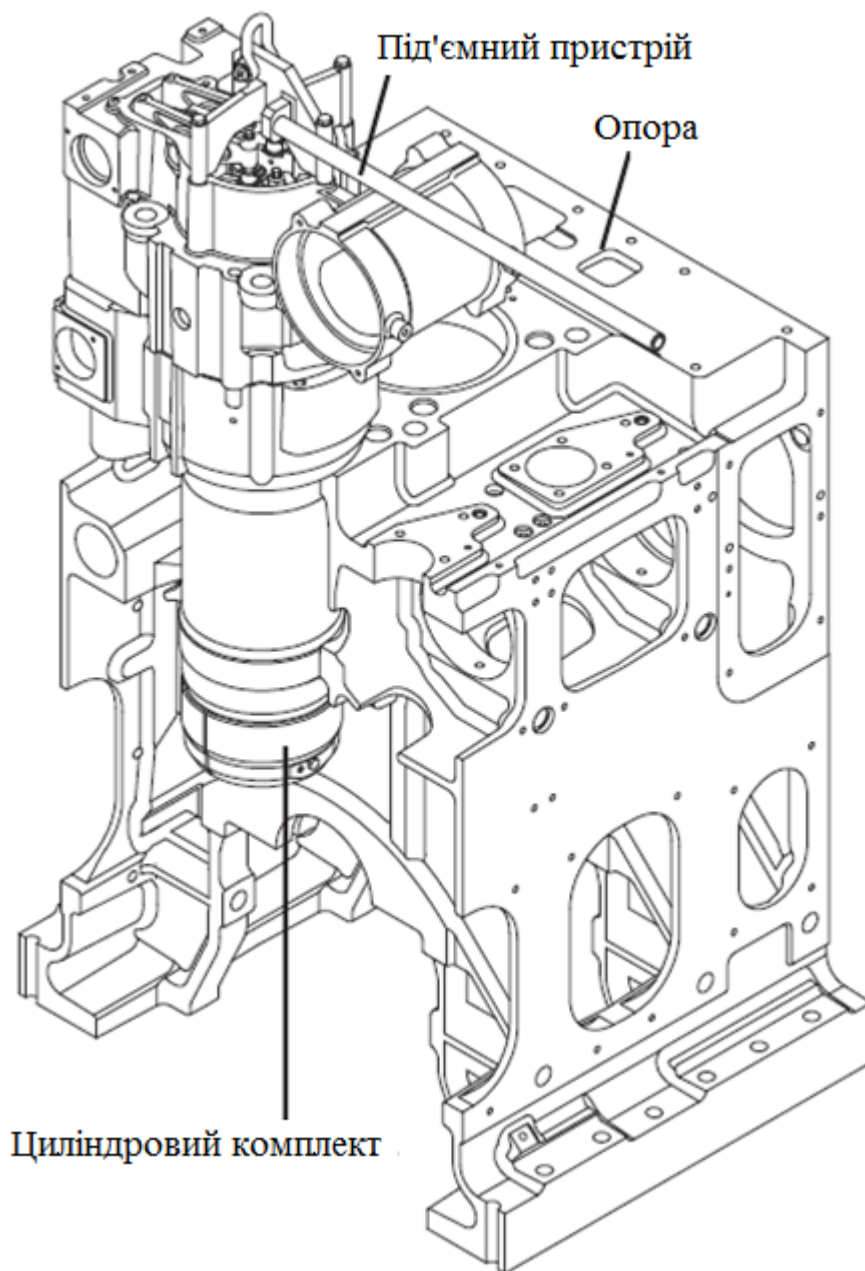


Рисунок 3.5 – Монтаж опорного пристосування для циліндрового комплекту

Виймка циліндрового комплексу з двигуна

19) Акуратно підніміть циліндровий комплект з двигуна.

Увага! Будьте обережні і не пошкодьте різьбу на гідравлічних болтах при підйомі циліндрового комплексу.

21) Опустіть і закріпіть циліндровий комплект на спеціальному робочому столі або на дерев'яних опорах на палубі і зніміть під'ємний пристрій.

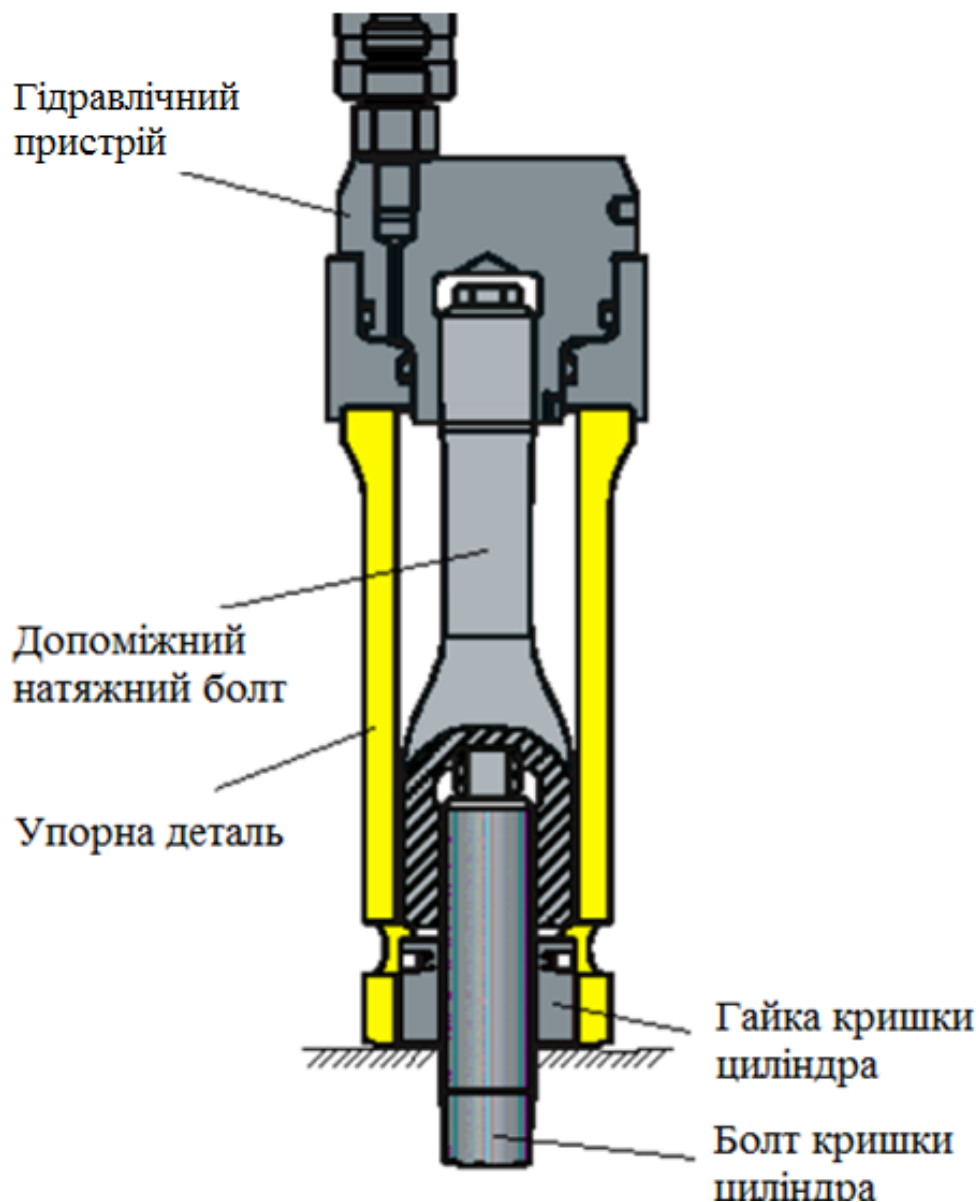


Рисунок 3.6 – Гідравлічний пристрій для демонтажу гайок кришки циліндра

3.4.2 Розбирання циліндрового комплекту

Виймка поршня і шатуна

- 1) Переверніть комплект дном вгору.
- 2) Зніміть опорне пристосування з втулки циліндра і шатуна.
- 3) Встановіть ремболт в нижній частині шатуна.
- 4) Вийміть поршень і стрижень шатуна.
- 5) Переверніть комплект назад у вихідне положення.

Зняття кришки циліндра

- 6) Зніміть п'ять шестигранних болтів з охолоджувальної водяної сорочки.
- 7) Встановіть підйомне пристосування на кришку циліндра.
- 8) Зніміть кришку циліндра за допомогою підймального пристрою, рис. 3.7.
- 9) Зніміть штанги і штовхачі клапанів.

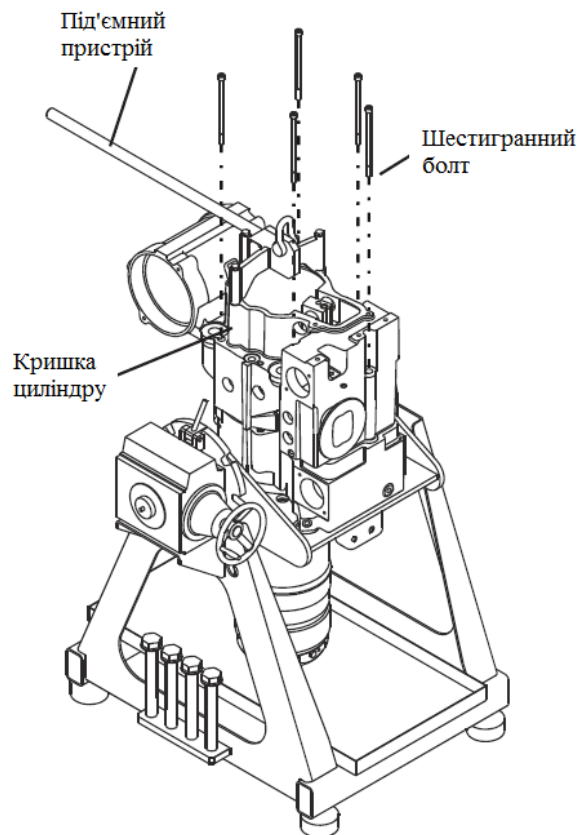


Рисунок 3.7 – Зняття кришки циліндру

3.4.3 Перевірка впускного і випускного клапанів і спрямовуючої клапана

Ремонт шпинделів впускних і випускних клапанів

- 1) Встановіть кришку циліндра на стіл або на дерев'яні опори на палубі і зніміть підйомне пристосування.
- 2) Зніміть вісь коромисла і коромисло. Зніміть траверсу (місток) шпинделів клапанів.
- 3) Встановіть знімач пружини клапана (В), рис. 3.8.
- 4) Стисніть пружини клапана, загвинчуючи гайку А, див. рис. 3.8.
- 5) Вийміть конічні кільця ("сухарі"), див. рис. 3.9.
- 6) Відпустіть пружини знову, послабивши гайку А.

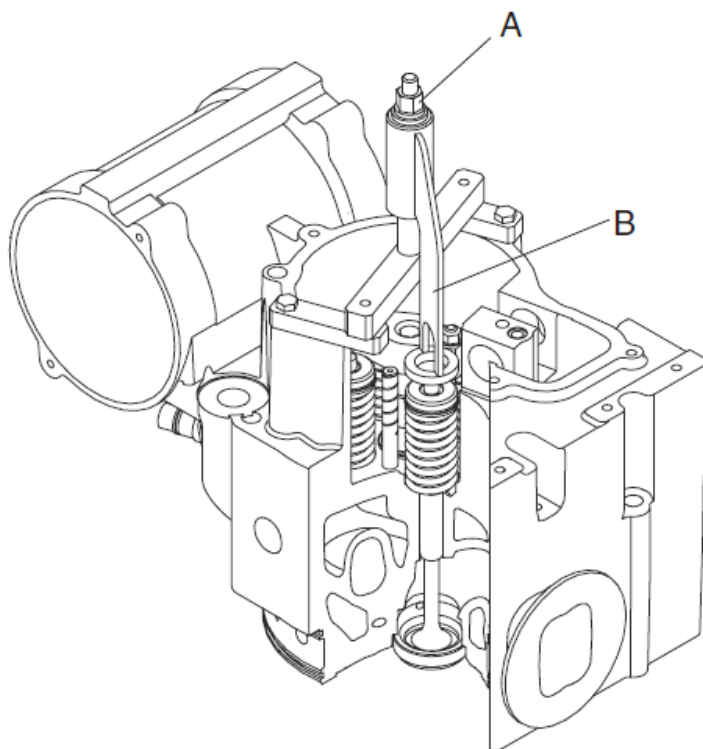


Рисунок 3.8 – Монтаж знімача пружини клапана

- 7) Зніміть ротатор клапана і пружину.
- 8) Виштовхніть шпиндель клапана.
- 9) Повторіть пункти 4 - 8 для зняття шпинделів інших клапанів.

Перевірка клапанів / сідел клапанів

Якщо сідло клапана прогоріло або має великі глибокі задираки, воно повинно бути відшліфоване за допомогою шліфувального верстата для сідел клапанів.

Перевірка направляючої клапана

10) Очистіть направляючу клапана.

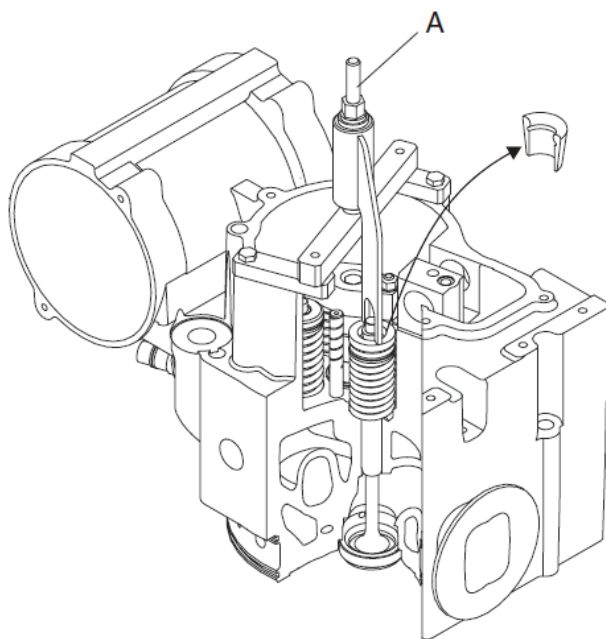


Рисунок 3.9 – Виїмка "сухарів" - пружина клапана затиснута вниз

11) Перевірте і виміряйте знос

Якщо внутрішній діаметр направляючої шпинделя клапана (див. рис. 2.11), заміряний нижче О-кільця, перевищує зазор, 16,2 мм для впускного та випускного клапанів (холодний двигун 5-50 °С), напрямна клапана повинна бути замінена.

12) Змініть О-кільце всередині направляючої клапана.

Монтаж шпинделя клапана

13) У частині монтажу шпинделя клапана див. пункти 3-8 в зворотному порядку.

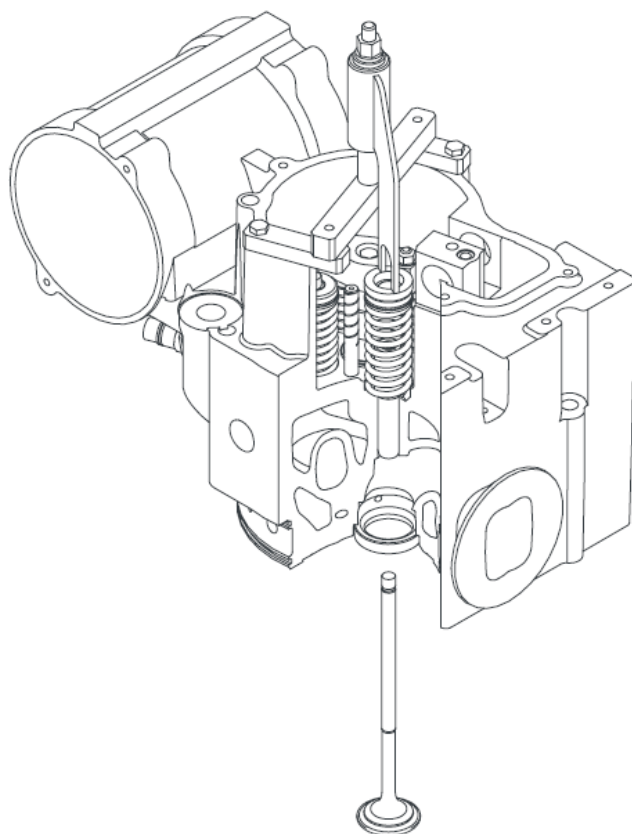


Рисунок 3.10 – Пружина клапана звільнена

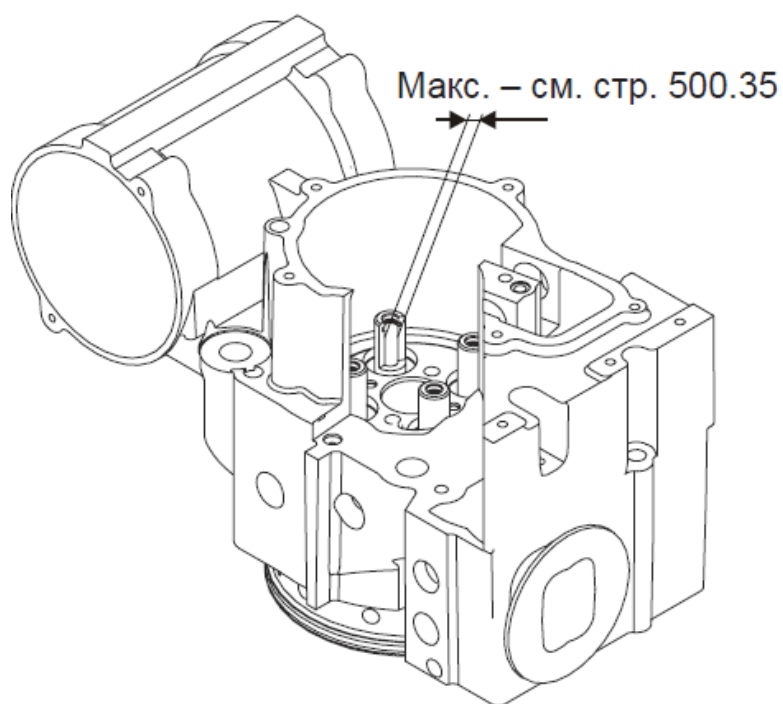


Рисунок 3.11 – Вимірювання зносу направляючої шпинделя клапана

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		51

3.4.3 Відновлення посадки клапана

Відновлення сідел клапанів проводиться за допомогою шліфувальної машинки, направляючий шток якої повинен бути встановлений в направляючу шпінделя клапана. При роботі зі шліфувальною машинкою см. Окремі інструкції.

Це вірно лише для сидла випускного клапана. Сідло впускного клапана не має такого поглиблення в зв'язку з меншим його зносом.

Шліфування сідел клапана

Шліфування сидла клапана повинна бути виконана в наступній послідовності:

- 1) Пришліфуйте посадкову поверхню з подачею під кутом $"A"=30^{\circ}\pm 0,05^{\circ}$
- 2) Продовжуйте шліфування до отримання чистої і рівної поверхні.
- 3) Проведіть остаточне шліфування з подачею в напрямку з середини назовні. Зазвичай цим досягається найкраща якість поверхні.

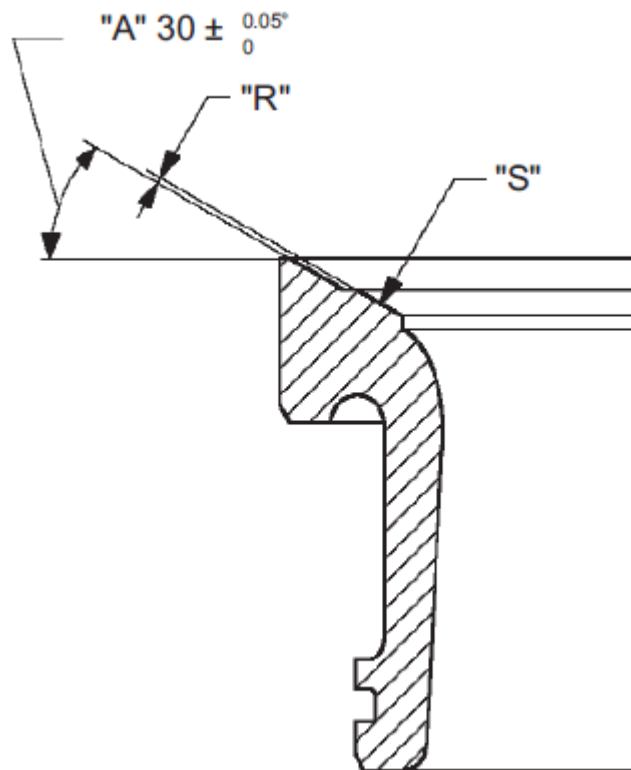


Рисунок 3.12 – Сідло клапана

Демонтаж сидла клапана

Якщо відновлення сидла клапана неможливо, тому що його розміри перевищують допустимі для притирання, то сидло клапана має бути замінено.

Демонтаж сидла клапана проводиться за допомогою спеціального знімного пристосування, див. рис. 3.13.

Демонтаж сидла клапана проводиться таким чином

- 1) Приваріть за допомогою електрода старе сидло клапана в 3 місцях близько 5 сек.
- 2) Зачекайте 60 секунд, поки сидло охолоне і звільниться.
- 3) Встановіть знімач і витолкніть сидло клапана. (Якщо час очікування не дотримано, знімач може бути пошкоджений).
- 4) Сидло клапана легко знімається поворотом ручки

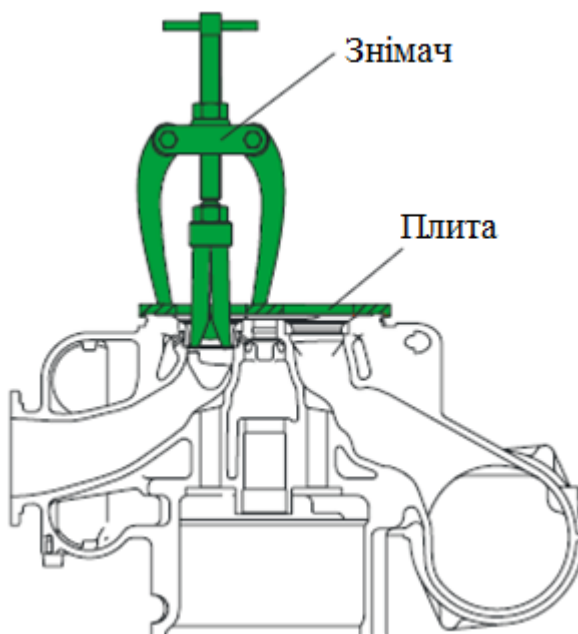


Рисунок 3.13 – Зняття сидла клапана

5) Перед монтажем нового сидла клапана отвір повинен бути ретельно очищено і перевірено на вм'ятини. Відмітини, які можуть бути перешкодою при монтажі сидла клапана, повинні бути видалені.

6) Перед монтажем охолодіть сидло клапана до -25 °С, інакше О-кілеце може бути пошкоджено. Нанесіть Локтайт 648.

7) Покладіть О-кільце на сідлі клапана і перед установкою його в отвір покрийте маслом або Локтайтом 648, як показано на рис. 3.14.

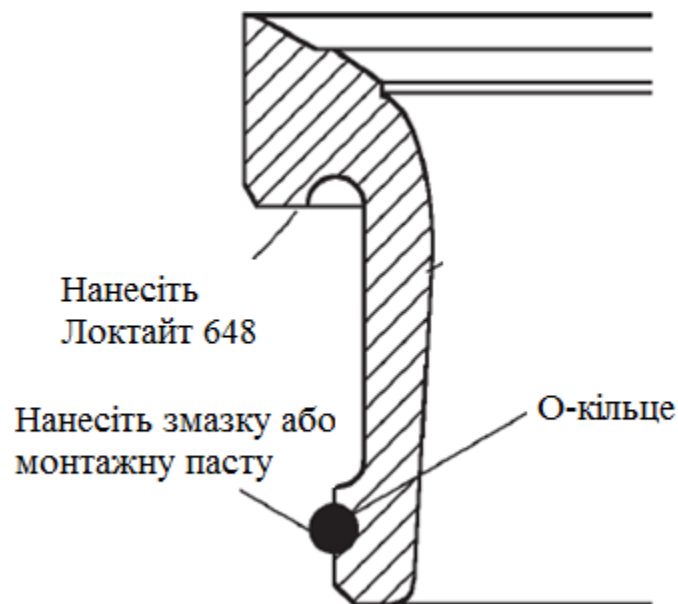


Рисунок 3.14 – Покриття маслом / Локтайтом

8) Перед монтажем шпинделя клапана сідло клапана має бути прошліфоване так, щоб забезпечити правильне його центрування в направляючій клапана і сідлі клапана.

Відновлення шпинделя клапана

Відновлення шпинделя клапана виконується на токарному верстаті, при цьому шпиндель клапана, який обертається, обробляється шліфувальною машинкою, закріпленою на різцетримачі.

Шліфування шпинделя клапана

- 1) Шліфуйте посадкову поверхню з подачею під кутом "А" = $30^\circ \pm 0,5$
- 2) Продовжуйте шліфування до отримання чистої, рівної поверхні.
- 3) Після завершення шліфування перевірте розмір "Н" 1, рис. 3.15.

"Н" 1 повинен бути не менше, ніж 5,4 мм. Якщо цей розмір менше, ніж зазначено, то шпиндель необхідно замінити.

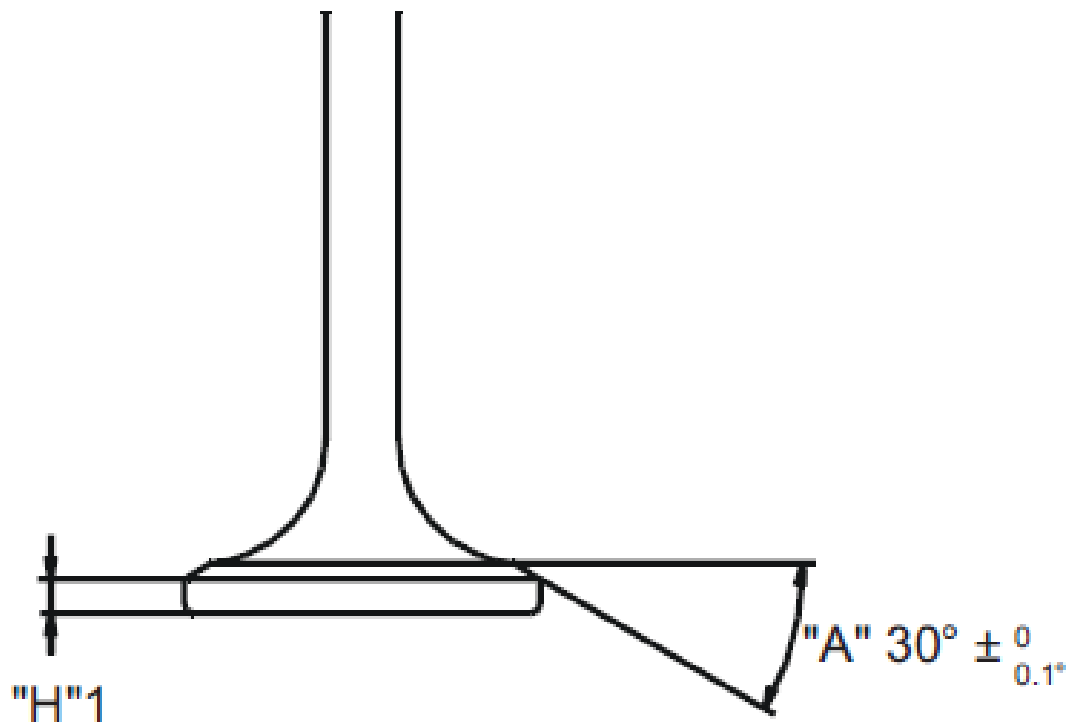


Рисунок 3.15 – Шпиндель клапана

3.4.4 Заміна направляючої клапана

Якщо внутрішній діаметр направляючої клапана перевищує 16,2 мм, направляюча повинна бути замінена.

Демонтаж направляючої клапана

1) виколоти направляючу клапана з днища кришки циліндра за допомогою борідка, рис. 3.16.

Монтаж направляючої клапана

2) Ретельно очистіть отвір в кришці циліндра.

3) Перед монтажем охолодіть нову направляючу клапана до близько -70 °С азотом.

4) Вставте направляючу клапана в отвір, рис. 3.17.

5) Переконайтеся, що направляюча клапана повністю увійшла всередину.

6) Вставте нове О-кільце в верхню частину направляючої клапана, рис. 2.17.

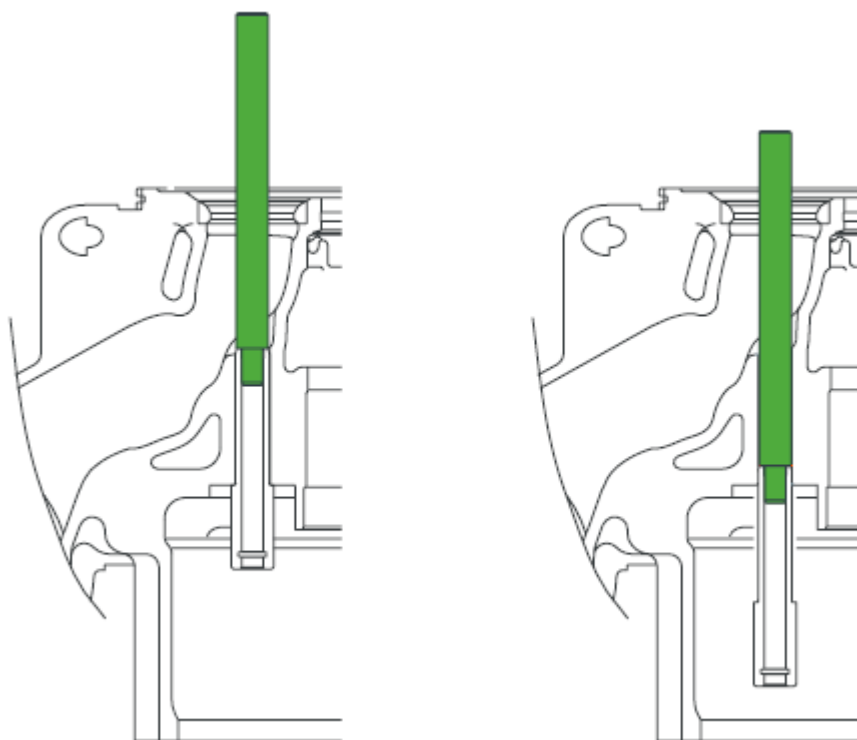


Рисунок 3.16 – Демонтаж направляючої клапана

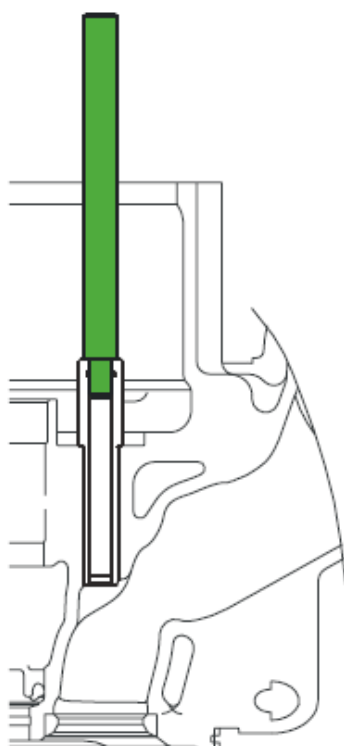


Рисунок 3.17 – Монтаж направляючої клапана

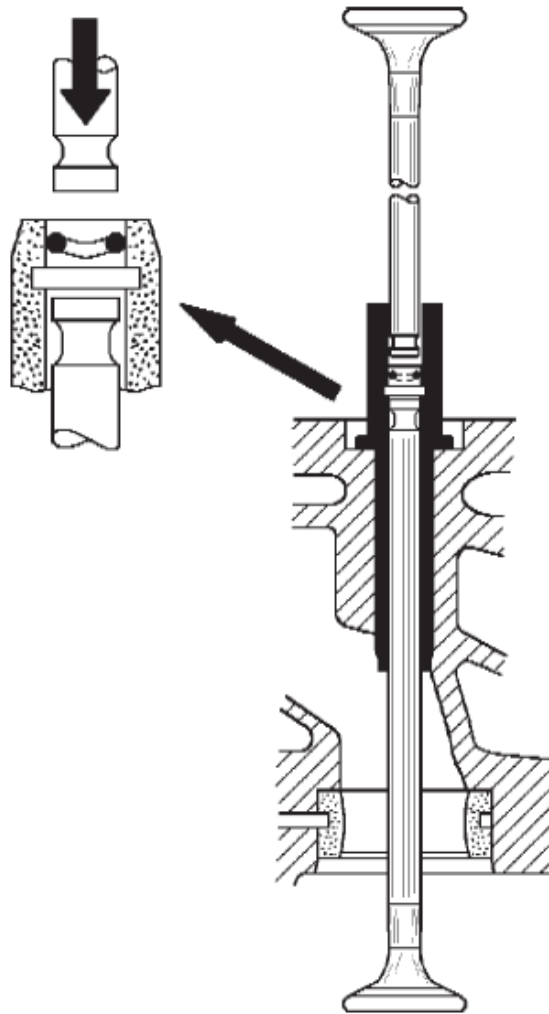


Рисунок 3.18 – Установка нового О-кільця в направляючу клапана

3.4.5 Перевірка розподілвалу і його приводу

1) Зніміть кришки для забезпечення доступу до зубчастих коліс, розподілвалу і картеру.

2) Перевірте всі зубчасті колеса на наявність тріщин, зносу і деформацій. Провертаючи двигун, перевірте зубчасті колеса по всьому колу.

3) Перевірте затяжку всіх болтів, гайок і болтових з'єднань, включаючи стопорні деталі, всюди в корпусі зубчастої передачі, корпус розподілвала і картер.

4) Перевірте всі сопла для подачі масла.

5) Встановіть кришки.

3.4.6 Перевірка і заміна підшипника розподільвала

Для перевірки доріжки ролика на кулачках

1) Провертаючи двигун, перевірте кулачки і особливо перевірте робочу доріжку ролика на всіх кулачках на наявність тріщин, викривлення і гребенів. Також перевірте ролики і штовхачі.

Примітка: якщо є плоскі плями (відмітини) на роликах і якщо деякі ролики малорухливі, вони повинні бути замінені новими.

Для перевірки підшипників розподільвала

2) Тертьові поверхні підшипників розподільвала не можуть бути перевірені без демонтажу розподільвал. Однак ненормальний знос одного або більше підшипників проявиться у вигляді гребенів по всьому колу цапфи розподільвала і в цьому випадку підшипник, без сумніву, буде також мати інший колір.

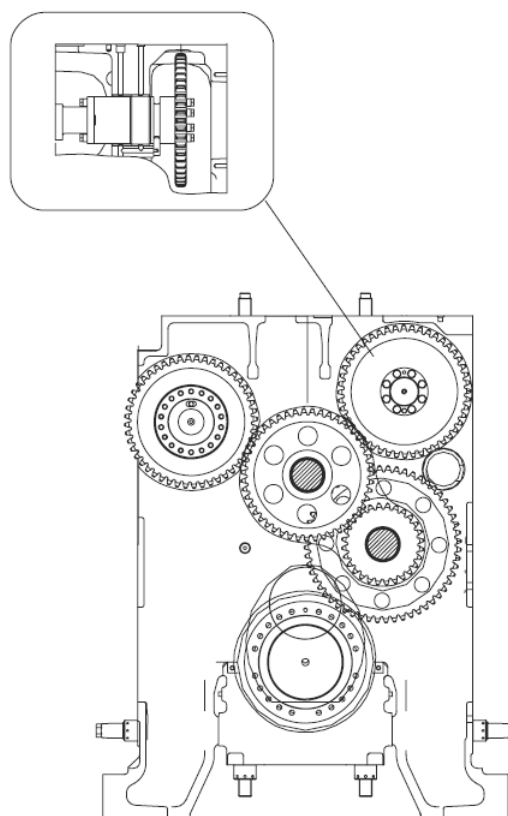


Рисунок 3.19 – Зняття зубчастого колеса і опорної плити підшипника.

Зазор в підшипнику вимірюється щупом, для виявлення необхідності заміни підшипників паливного і клапанного розподілвалів (0,2 мм).

Примітка: кулачки однакові, але для правильної зворотної зборки положення секції підшипника необхідно відмітити.

Якщо один або кілька підшипників розподілвала повинні бути замінені, розподілвал повинен бути повністю або частково демонтований.

3) Зніміть секцію розподілвал з обох кінців і вийміть секцію на обох сторонах якого замінюють підшипник.

4) Вставте викрутку між секціями розподілвала і секціями підшипника і штовхайте розподілвал вперед / назад.

5) Вийміть секцію розподілвалу і секцію замінюваного підшипника.

а) Тепер замінюваний підшипник вільний.

б) Зніміть вкладиші підшипника.

Перевірка втулки і каналу масла

6) Перевірте, щоб канал підводу масла до підшипника був вільний для проходу масла. Перевірте шийку розподілвалу на задири

7) Для установки підшипника він повинен бути охолоджений рідким азотом до -196 °С.

8) Вставте підшипник в станину. Простежте, щоб канали масла у вкладиші підшипника збігалися з каналами в станині.

Примітка: Перевірте, щоб підшипник був розташований посередині станини.

9) Покрийте всі цапфи секцій розподілвалу чистим мастилом і протолкніть секцію підшипника на своє місце.

10) Зберіть секції та встановіть болти (змащені molycote або подібною змазкою без міді).

11) Затягніть гайки динамометричним ключем.

3.4.7 Перевірка і регулювання зазору клапана

- 1) Проверніть двигун так, щоб ролик був на циліндричній частині кулачка, тобто впускні і випускні клапани закриті.
- 2) Зазор між траверсою (містком) і шпинделем клапана для впускного ті випускного клапанів 0,6 мм (холодний стан деталей).

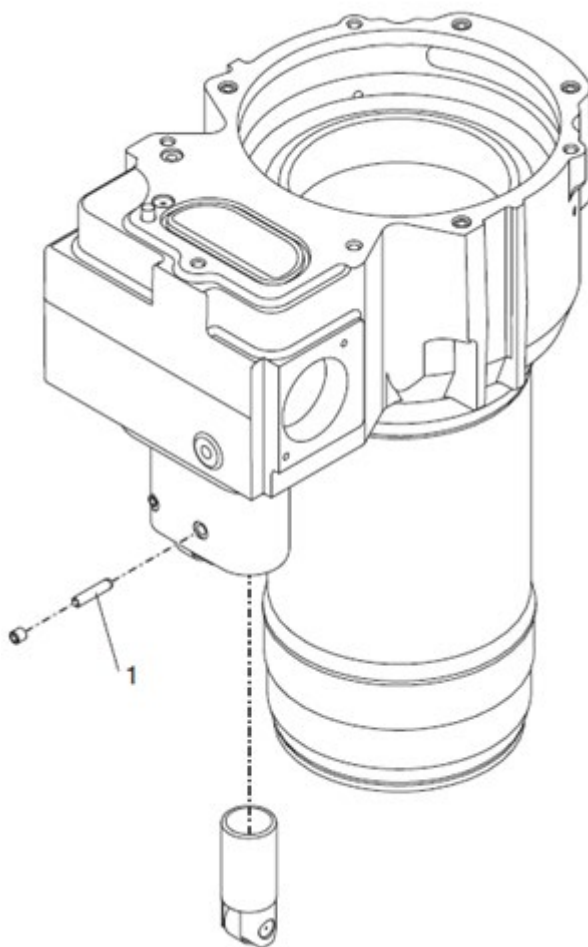


Рисунок 3.20 – Перевірка ролика і його направляючої.

3.4.8 Регулювання траверси клапана

При перебиранні регулювання траверси клапана може бути проведено перед монтажем коромисел.

- 4) Повертайте гвинт поки траверса не торкнеться обох клапанів.
- 5) Затягніть гайку на траверсі клапана.

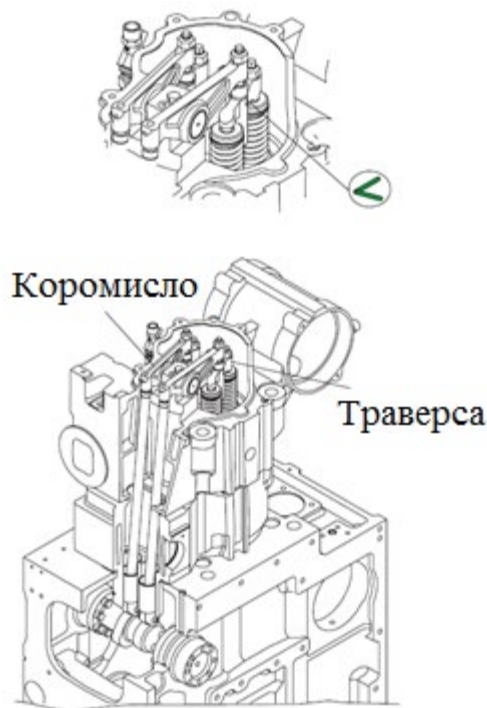


Рисунок 3.21 – Відпустіть регулювальний гвинт на коромислі і траверсі клапана. Відпустіть гайку на траверсі клапана.

6) Додаткова перевірка: якщо коромисла зняті, точне регулювання траверси може бути перевірена за допомогою маркувальних чорнил. Нанесіть мітку на кінці обох шпинделів клапанів і помістіть траверсу на клапани - на обох поверхнях траверси повинні бути сліди чорнила.

регулювання коромисел

7) Розмістіть необхідний щуп, промаркований написом "правильний", між коромислом і траверсою.

8) Відрегулюйте зазор клапана за допомогою гвинта і затягніть гайку.

9) Затягніть гайку на траверсі клапана запропонованим крутним моментом.

10) Після затяжки контргайок на коромислах переконайтеся, що щупи, промарковані написом "правильний", можуть бути вставлені в зазори впускного і випускного клапанів. Також перевірте, що неможливо вставити щупи, промарковані написом "неправильний".

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Розрахунок приточно-витяжної вентиляції в машинно-котельному відділенні

4.1 Охорона праці

Судно, в зв'язку з наявністю на ньому різного устаткування і механізмів, являє собою об'єкт підвищеної небезпеки зі значною кількістю небезпечних та шкідливих факторів, що впливають на умови праці. Тому при конструюванні сучасних морських суден, охороні праці приділяється багато уваги оскільки праця на судні має високий ступінь небезпеки і ризику, адже йдеться про найдорожчу суспільну цінність – здоров'я і життя людей.

4.1.1 Нормативно-правова та законодавча база охорони праці на суднах

Міжнародна морська організація ІМО (International maritime organization, ІМО) - спеціалізована установа Організації Об'єднаних Націй. Основним напрямком діяльності є забезпечення механізму міжурядового співробітництва у вирішенні питань торговельного мореплавання: забезпечення безпеки на морі, запобігання забруднення з суден та боротьба з ним; спрощення формальностей; надання технічної допомоги.

Міжнародна конвенція по охороні людського життя на морі 1974 р., СОЛАС-74 (International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS-74) містить консолідований текст Конвенції СОЛАС-74. Основне завдання

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						62
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Конвенцій СОЛАС - визначення мінімальних стандартів з конструкції, устаткування та безпеки плавання суден [9].

Україна - учасник Конвенції. Міжнародна конвенція по охороні людського життя на морі 1974 р. є найважливішим із всіх міжнародних договорів, що відносяться до безпеки торгових суден. Перший варіант був створений в 1914 р., другий і подальші у 1929, 1948, 1960 роках, відповідно. Основне завдання Конвенцій СОЛАС - визначення мінімальних стандартів по конструкції, устаткуванню й безпеці плавання судів. Згідно Конвенції, кожне судно підлягає огляду з боку посадових осіб уряду або визнаною ним Організацією. Огляду, зокрема, підлягають корпус і механізми судна, рятувальні засоби і постачання суден, їх радіоустановки і станції радіолокацій. Судно та його устаткування повинні підтримуватися в стані, що відповідає вимогам Конвенції і що гарантує придатність для виходу в море без небезпеки для судна або людей, що знаходяться на борту.

Згідно СОЛАС (Правило 21), кожен уряд зобов'язується проводити розслідування будь-якої аварії, що відбулася з будь-яким з його суден. Інформацію про результати такого розслідування повинні передавати в ІМО. Держави-учасники зобов'язалися застосовувати вимоги конвенції й Протоколу до суден держав, що не є їх учасниками, з метою того, щоб такі судна не опинилися в сприятливішому положенні, ніж їх власні.

До нормативно-технічної бази з охорони праці при роботі у МКВ судна відносяться наступні, спеціально розроблені, документи:

1. Правила технічної експлуатації судового електрообладнання.
2. Правила техніки безпеки на суднах морського та річкового флоту України.
3. Правила технічної експлуатації морських і річкових суден (Суднові конструкції та суднові технічні засоби. Газові турбоагрегати. Котли парові та водогрійні. Електрообладнання. Допоміжні суднові технічні засоби).

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						63
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ПДМНВ-78/95 (International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW-78/95) - Міжнародна конвенція про підготовку та дипломування моряків та несення вахти.

Функції, що відносяться до аварійних ситуацій, охороні праці, медичному підходу, виживанню знаходяться в наступних розділах ПДМНВ.

Розділ А-VI/1. Для всіх моряків, до виконання своїх обов'язків на судні, відповідно до розділу А-VI/1 Кодексу ПДМНВ-95 обов'язкова ознайомлювальна підготовка:

- уміння спілкуватися (знання мови, маркування на судах);
- знання, що робити при падінні людини за борт;
- знання, що робити при виявленні пожежі або диму;
- знання, що робити при сигналі про пожежу або залишенні судна;
- знання місць збору й посадки, шляхів евакуації;
- уміння використовувати рятувальні жилети й знання місць їхнього зберігання;
- уміння оголосити тривогу й використовувати вогнегасники;
- уміння надати невідкладну медичну допомогу при нещасному випадку;
- уміння відкривати й закривати протипожежні й водонепроникні двері й закриття;
- та початкова підготовка;
- способи особистого виживання;
- протипожежна безпека й боротьба з пожежею;
- надання першої медичної допомоги;
- особиста безпека й суспільні обов'язки.

Кожна підготовка повинна підтверджуватися кожні п'ять років.

МКУБ – Міжнародний Кодекс по управлінню безпечною експлуатацією суден і запобіганням забрудненню (International Safety Management Code, ISM Code). метою даного Кодексу полягає в забезпеченні

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						64
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

міжнародного стандарту по управлінню безпечною експлуатацією суден і запобіганням забрудненню. Включений в СОЛАС-74 в 1994 р. МКУБ є застережливим документом, направленим на те, щоб відхилення від стандартів, які можуть так чи інакше вплинути на безпеку на морі, були заздальгідь виявлені й зроблені дії, які попередять їх розвиток. Відповідно до Кодексу, кожна компанія має розробляти, запроваджувати й підтримувати системи управління безпекою (СУБ). У МКУБ наводять рекомендації компаніям забезпечити належну кваліфікацію капітана, комплектування судна кваліфікованими, такими, що мають відповідні сертифікати й придатними в медичному відношенні моряками відповідно до національних і міжнародних вимог.

У СУБ, вживаною на суднах, повинно бути вказано, що капітан має надзвичайні повноваження, відповідальність і свободу дій відносно рішень, які він вважає якнайкращими на користь забезпечення безпеки пасажирів, екіпажа, судна, вантажу і попередження забруднення навколишнього середовища. Відсутність Сертифікату по МКУБ автоматично переводить компанію в розряд аутсайдерів. Вона випадає з міжнародного судноплавства, не підтвердивши якість своїх послуг і відповідність стандартам безпеки.

4.1.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які мають місце під час експлуатації, ремонту та технічного обслуговування деталей газорозподільного механізму

Судно у цілому в зв'язку з наявністю на ньому різного устаткування і механізмів являє собою об'єкт підвищеної небезпеки зі значною кількістю небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на умови праці на судні.

Особливо небезпечним ділянкою праці є машинно-котельне відділення, де можливі наступні небезпечні та шкідливі фактори:

Небезпечні:

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						65
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- машини, що рухаються, механізми, частини обладнання;
- небезпека ураження електричним струмом;
- термічні опіки;
- небезпека вибуху;
- небезпека виникнення пожежі

Шкідливі:

- підвищений рівень шуму;
- підвищена запиленість і загазованість;
- недостатня освітленість
- порушення метеумов в машинно котельному відділенні;
- підвищений рівень вібрації.

4.1.3 Небезпечні фактори в машинному відділенні

Машини, що рухаються, механізми, частини обладнання. Небезпека цього фактора полягає у травматизмі вахтового персоналу у зв'язку зі здійсненням різних рухів машинами, обладнанням, що знаходиться в приміщенні судна. У проекті судна передбачаються наступні міри безпеки: установка огорожень, установка запобіжних захисних засобів, призначених для автоматичного відключення агрегатів і машин, блокувальні пристрої, що виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону, пристрої що сигналізують, що дають інформацію про роботу обладнання, а також про небезпечні і шкідливі фактори, що при цьому виникають, системи дистанційного керування, яким притаманне здійснення контролю і регулювання роботи обладнання здійснюється з ділянок, віддалених від небезпечної зони. В відповідності з ГОСТ 24166-80 ці параметри витримуються.

Електричний струм. На сучасних судах весь судновий екіпаж, а не лише фахівці-електромеханіки, пов'язаний з обслуговуванням електроустаткування і різних електричних приладів. Для підвищення безпеки

праці на морських судах важливо, щоб кожен член екіпажа, незалежно від його спеціальності, добре орієнтувався в питаннях електробезпеки. За допомогою аналізу травматизму на флоті можна визначити наступні основні причини нещасних випадків від дії електричного струму: дотик або наближення на небезпечну відстань до неізованих токоведучих частин електроустаткування; поява напруги на нетокведучих металевих частинах електроустаткування (на корпусах електромашин, верстатів і ін.) в результаті пробою ізоляції, пошкодження заземлюючих і відключаючих пристроїв; помилкове включення мережі, з токоведучими частками якою працювали люди; виникнення крокової напруги на поверхні землі в зоні розтікання струму; зниження опору ізоляції токоведучих частин, своєчасно не виявлене унаслідок незадовільного контролю технічного стану; низька трудова дисципліна і порушення правил техніки безпеки.

Забезпечення недоступності частин, що знаходяться під напругою для випадкового дотику, усунення небезпеки поразки при появі напруги на корпусах, кожухах; захисне заземлення, занулення, захисне відключення; використання низької напруги; вживання подвійної ізоляції ГОСТ 12.1.030 – 81. ССБТ.

Небезпека вибуху. Під час роботи ДВЗ, рульової машини, гідронасосів та при проведенні ремонтних робіт можливе виділення значної кількості масляного туману, який при значній концентрації може спричинити небезпеку вибуху. Вибух представляє велику небезпеку для членів екіпажу, тому кожен з них повинен знати властивість речовин та механізм виникнення і розвиток процесу горіння та вибуху. У якості джерела ініціювання можуть бути нагріті тіла, електричні розряди, теплові прояви хімічних реакцій та механічної дії, іскри від удару і тертя, ударні хвилі. Компресорні установки належать до виробничого обладнання, яке при порушенні норм монтажу і експлуатації може створювати велику небезпеку. Вибух компресорної установки супроводжується, як правило, значними руйнуваннями і

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

людськими жертвами. Тому екіпаж судна має чітко і своєчасно виконувати свої обов'язки, та притримуватись техніки безпеки. Нормативні вимоги до вибуху регулюються ГОСТ 12.1.044 .

Небезпека виникнення пожежі. Утворення пожеж на суднах має свою специфіку внаслідок архітектурно-конструктивних і технологічних особливостей будівництва, та істотно відрізняється від пожеж у будівлях і спорудах. При пожежі на суднах частіше спостерігаються явища, що характеризують високу швидкість поширення небезпечних факторів пожежі та зумовлюють винятковість і складність евакуації людей. Під час пожежі на суднах спостерігається швидша теплопередача від осередку пожежі в суміжні приміщення, ніж у будівлях, унаслідок високої теплопровідності металевих конструкцій або руйнування в процесі нагрівання конструкцій із легких сплавів (пластмас). Переважно пожежа виникає в одному з приміщень (каюті, салоні, коморі) і деякий час розвивається непомітно.

Найчастіше пожежа на суднах виникає у житлових і службових приміщеннях, а також у машинних відділеннях через необережне користування вогнем, несправність обладнання, порушення правил технічної експлуатації енергетичних установок та протипожежних вимог. Важливим кроком у напрямку забезпечення пожежної безпеки суден був розроблений фахівцями УкрНДІПБ МНС України нормативний акт НАПБ Б 01.010-2007 **Правила пожежної безпеки для суден**, затверджений наказом МНС України від 29.03.2007 за № 191 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 16.04.2007 за № 373/13640. Міжнародний кодекс з систем пожежної безпеки (ІМО, MSC 98 (73); Особлива потреба в таких Правилах визначена в процесі досліджень, вивчення та аналіз чинних нормативних документів суднобудівної галузі, що регламентують вимоги пожежної безпеки [10].

4.1.4 Шкідливі фактори в машинному відділенні

Підвищений рівень вібрації та шуму. Систематичний вплив вібрацій машино котельному відділенні (ГД, ДГ, валопроводу і т.д.) може бути причиною вібраційної хвороби. Відповідно до ДСТ 121012-78 норми по обмеженню загальних вібрацій (підлоги, сидінь і т.п.) встановлюють величину логарифмічного рівня коливальної швидкості в основних діапазонах середньо геометричними значеннями: 2, 4, 8, 16, 32 Гц, а норма по обмеженню локальної вібрації в октавних смугах частот із середньо геометричними значеннями: 16, 32, 63, 125, 250, 500, 1000 Гц (гігієнічні норми встановлені для тривалості робочої зміни 8 годин.). Власні частоти більшості внутрішніх органів людини 6...9 Гц, голови 25...30 Гц.

Джерелом шуму на судні є головний двигун, дизель-генератори, допоміжні механізми, вентилятори та т.п. Для зниження шуму застосовують кожухи, глушники, звукоізоляцію, пружні ущільнювачі. Обслуговуючий персонал МВ забезпечується засобами індивідуального захисту. Для зниження вібрації машини встановлюють на амортизатори, застосовують звуковбирні матеріали. Обслуговуючий персонал забезпечується ковдрами, антивібраційними рукавицями. Джерелами теплових випромінювань є нагріті поверхні машин, механізмів, устаткування, трубопроводів, радіостанції. Інтенсивність теплового випромінювання, що допускається, 350...500 Вт/м². Навколо працюючих механізмів у МВ виникають шкідливі теплові, електромагнітні й інші випромінювання. Джерелами шкідливих випромінювань є: нагріті поверхні машин і трубопроводів, радіостанція, радіолокаційні станції. Для захисту персоналу застосовують герметизацію та теплоізоляцію механізмів, машин, паропроводів та газопроводів.

Рівні шуму в МВ сучасних судів знаходяться в межах 105 - 117 дБ. Існують тимчасові і перехідні норми, згідно яких для захисту від дії шуму варто обмежувати час перебування в зонах дії шуму і застосовувати

індивідуальні засоби захисту. Вушні вкладиші послабляють рівень шуму на 20 дБ, навушники - на 30 дБ, спільне застосування - на 35 дБ.

Кодексом передбачається обов'язкове застосування попереджувальних написів у входів до приміщення, для яких рівень шуму перевищує 85 дБ. На території з підвищеним рівнем шуму персонал має носити захисні навушники, які мають ізолювати вухо від негативного та небезпечного впливу шуму та вібрації. Для зниження шуму застосовують кожухи, глушники, звукоізоляцію, пружні ущільнювачі. Припустимий рівень широко-смугового шуму на робочих місцях регламентується ГОСТ 12.1.003-83.

Підвищений рівень електромагнітних випромінювань . Для захисту від впливу електромагнітних полів, створених антенами, генераторами, розподільними щитами, застосовують різні екрани, що відбивають чи поглинають електромагнітні випромінювання, використання засобів індивідуального захисту - комбінезони і халати з металізованої тканини. Рівні припустимого електромагнітного опромінення визначені ДСТ 121006-76 «Електромагнітні поля радіо частот». Загальні вимоги безпеки . Як уже було зазначено, судно належить до нового покоління, на усіх небезпечних зонах були передбачені відповідні етапи захисту від електромагнітних випромінювань.

Підвищена запиленість і загазованість. З основних забруднень, що можуть бути присутні у МВ - вуглеводні, сірчаний і сірчистий ангідрид, монооксид вуглецю і оксид азоту (IV) з концентрацією, що перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) , спричиняють виражений вплив на організм людини. Деякі з них, такі як оксиди азоту впливають на центральну нервову та кровоносну систему, вступаючи в реакцію з гемоглобіном, викликають запаморочення, слабкість, нудоту. Діоксид азоту має подразнюючу дію, уражаючи органи дихання. Вуглекислий газ в концентрації більше 1 % викликає задишку, при концентрації 25 % – явище

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						70
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

наркозу, що супроводжується пригніченням дихального центру та центральної нервової системи.

Захист від підвищеної запиленості і загазованості – вентиляція, а також газо та пиловловлюючі засоби індивідуального захисту й устаткування. Наявність шкідливих речовин в робочій зоні регламентується ДСТУ 12.1.005 –88. Нормативний документ, який регламентує параметри загазованості в приміщеннях є ДСТУ 2456 –94.

Температура повітря, вологість, швидкість повітря.

Серед шкідливих факторів, яким протидіє вентиляція можна виділити: температура, вологість та швидкість повітря і підвищена запиленість та загазованість робочої зони виробничих приміщень, які повинні оцінюватися відповідно до вимог санітарних правил і норм СанПіН 2.2.4.548-96 «Гігієнічні вимоги до мікроклімату виробничих приміщень»

Нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату для робочої зони виробничих приміщень, є ГОСТ 12.1.005-88 та ДСН 3.3.6.042-99. В основу принципів нормування цих параметрів покладено диференційну оцінку оптимальних та допустимих метеорологічних умов у залежності від категорії робіт, періоду року та виду робочих місць.

Підвищена температура повітря в робочому приміщенні викликає швидку стомлюваність організму, перегрів. Це веде до зниження працездатності і може стати причиною травматизму. Низька температура може викликати місцеве чи загальне охолодження організму. Для підтримки нормальної температури передбачається вентиляція з підігрівником і охолоджувачем повітря. Для підтримки гарного самопочуття людей немаловажне значення має температура поверхонь огорожуючих приміщень. Вона повинна бути не нижче температури повітря в приміщенні більш ніж 6°C і не менше крапки роси. Нормування параметрів мікроклімату полягає у встановленні їх оптимальних або допустимих величин стосовно

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

конкретних виробничих умов. Воно проводиться з урахуванням таких характеристик: ступеня важкості виконуваної роботи; пори року; кількості надлишкового тепла, що надходить у робочу зону від устаткування.

Освітленість. У МВ судна застосовується штучне освітлення. Нерівномірність освітлення робочих місць підвищує стомлюваність органів зору від частоті переадаптації зору - при перекладі погляду з більш освітленої поверхні на менш освітлену. Наявність тіней на робочих поверхнях, а також близькості, відбитої від робочих поверхонь устаткування створюють несприятливі умови для роботи органів зору. Найкращий розподіл світла на робочих місцях створює загальне освітлення. При аварійному висвітленні освітленість робочих поверхонь повинна бути не менш 25% установлених для робочого освітлення норм, а на сходах трапа і проходах - не менш 5 лк. Норми освітленості регламентуються діючими нормами штучного освітлення на судах морського флоту ДСТ 2506-81. У МВ загальне освітлення на палубі згідно цих норм повинне бути не менш 20 лк, на шкалах приладів - 75 лк, на сходах трапа - 20 лк.

4.2 Техніка безпеки при ремонті деталей газорозподільного механізму

Перед початком робіт необхідно переконатися, що

- двигун зупинений;
- пускове повітря перекрито;
- охолоджуюча вода перекрита;
- паливо перекрито;
- циркуляція мастила припинена;
- натиснуто блокування.

При виконанні суднових робіт члени екіпажу зобов'язані користуватися спецодягом, спецвзуттям і запобіжними пристосуваннями (касками, окулярами, рукавицями, протигазами тощо). У несправному або забрудненому спецодязі й спецвзутті члени екіпажу до роботи не допускаються. Адміністрація судна повинна стежити за регулярною заміною та забезпеченням регулярного прання та ремонту спецодягу й спецвзуття.

Необхідно стежити за тим, щоб усі органи управління, горловини цистерн і запірні пристрої паливної, масляної, водяної і інших суднових систем мали чіткі написи або знаки, що визначають їх призначення. Усі вентилі, клапани й клинкет повинні мати покажчики напрямку «Відкрито» і «Закрито». Забороняється користуватися органами управління, що не мають фіксуючих пристроїв, які виключають їх мимовільне зсування та переміщення.

Перед пуском механізмів або пристроїв необхідно:

- відповідно до інструкції з обслуговування переконатися в справності устаткування й арматури, аварійно-попереджувальної сигналізації й засобів захисту, а також у відсутності на і біля механізмах сторонніх предметів;

- попередити людей, що знаходяться поблизу механізмів і устаткування, про майбутній пуск.

На працюючих машинах і механізмах забороняється:

- кріпити гайки й вибирати слабіну в системах руху;
- заміряти зазори;
- чистити й обтирати частини, що рухаються, а також виконувати змащення тертьових частин вручну,
- без спеціальних пристосувань, призначених для забезпечення безпеки при змащенні (шприців, мазничок та ін.);
- виконувати будь-які ремонтні роботи;
- виконувати інші небезпечні роботи на ходу судна, які можуть привести до травматизму.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						73
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Запасні частини, пристосування й реманент повинні бути надійно закріплені у своїх гніздах. Їх кріплення потрібно оглядати й перевіряти щоразу після виконання робіт для яких вони використовувалися, а також перед виходом судна в море.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						74
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході підготовки та написання даної дипломної роботи було проаналізовано конструктивні особливості чотиритактного середньо обертового двигуна 8L21/31 фірми MAN що використовується у якості головного суднового двигуна судна «STELLA MARIS».

Результати аналізу показали, що в значній мірі ефективність та надійність роботи двигуна залежить від технічного стану деталей газорозподільного механізму дизеля, що в свою чергу забезпечується правильним обслуговуванням та ремонтом цих деталей.

В роботі приділена значна увага розробці комплексу заходів з технічного обслуговування та ремонту клапанів, направляючої клапанів, відновленню посадки клапана, заміні сідла клапана, регулювання траверси, заміні підшипників розподіл валу.

В окремому розділі розглянуто питання охорони праці при ремонті и обслуговуванні деталей газорозподільного механізму.

					ПННІ НУК 131.41.24.02.ПЗ	Аркуш
						75
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. VesselFinder [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vesselfinder.com/ru/vessels/details/9614696>
2. Mitsubishi Heavy Industries [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://power.mhi.com/products>
3. Pounder, C.C. Msrine diesel engines and gas turbines. – London, DousWoodyard, 2009. – 887 p.
4. Лукін, А.І. Конструкція суднових двигунів. [Текст]: Навчальний посібник / А.І. Лукін, Миколаїв, УДМТУ, 1999. – 62 с.
5. Методичні вказівки до виконання практичної роботи розрахунок робочого процесу дизельного двигуна з дисципліни «Теорія двигунів внутрішнього згоряння» // Доценко С.М., Діденко О.В - Первомайськ ППІ НУК, 2012. – 36с.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Теорія двигунів внутрішнього згоряння” Доценко С.М. – Первомайськ ППІ НУК, 2014.
7. Гомонай, В.І. Етиловий спирт як екологічне паливо для двигунів внутрішнього згорання / Гомонай В.І., Богоста А.С., Лобко В.Ю., Тацькар А.Р. // Наук. вісник Ужгород. ун-ту (Сер. Хімія). – 2011, №1(25), С. 82-87.
8. Говорун А.Г., Корпач А.О., О.М. Захарченко. До використання спиртових сполук як палива для двигунів внутрішнього згоряння дорожніх транспортних засобів// Вісник північного наукового центру Транспортної академії України. “Автошляховик України”. – окремий випуск № 8, травень 2005, с.31-33.
9. Cung, K. D. Experimental study on engine and emissions performance of renewable diesel methanol dual fuel (RMDF) combustion [Text] / Khanh Duc Cung, Julian Wallace, Vickey Kalaskar, Edward Mike Smith III, Thomas Briggs, Daniel Christopher Bitsis Jr. // Fuel. – Volume 357, Part B, 1 February 2024, Page 129-664.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.02.ПЗ	Аркуш
						76
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

10. Лабораторний практикум. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Теорія ДВЗ». Коваленко І.М., Доценко С.М. Малютін П.В. Первомайськ ППІ, 2007.

11. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу, теплового балансу, теоретичної та дійсної індикаторної діаграми газодизельного двигуна з дисципліни «Теорія ДВЗ». // Доценко С.М., Бельський Ф.В.- Первомайськ ППІ НУК, 2013. – 52с.

12. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу, теплового балансу, теоретичної та дійсної індикаторної діаграми бензинового двигуна з дисципліни «Теорія ДВЗ». // Доценко С.М., Бельський Ф.В.- Первомайськ ППІ НУК, 2013. – 52с.

13. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу дизельного двигуна на альтернативних видах рідкого палива з дисципліни «Теорія двигунів внутрішнього згоряння». // Доценко С.М.– Первомайськ: ПФ НУК, 2021 - 50 с.

14. Методичні вказівки до виконання розрахунку робочого процесу, теплового балансу, теоретичної та дійсної індикаторної діаграми газового двигуна з дисципліни «Теорія ДВЗ». // Доценко С.М., Бельський Ф.В., Гірікович В.С.- Первомайськ ППІ НУК, 2010. – 36с.