

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: Технічне обслуговування та ремонт паливного насосу високого тиску суднового дизель-генератору МАК 6М20С

Виконав:
студент групи 41-ЕМ-20з
_____ ***Бондаренко С.С.***
(підпис)

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

Первомайськ - 2024 р.

Анотація

Представлена дипломна робота містить у собі 80 сторінок, 34 рисунки. При підготовці проекту було використано 13 джерел інформації.

У роботі розроблений комплекс заходів щодо удосконалення проведення ремонтних та експлуатаційних робіт з обслуговування та ремонту паливного насосу високого тиску суднового дизельгенератора. Також розглянуті питання охорони праці та техніки безпеки при виконанні робіт.

Ключові слова:

ДВИГУН ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ, ПАЛИВНА СИСТЕМА, ПАЛИВНИЙ НАСОС ВИСОКОГО ТИСКУ, ФОРСУНКА

Abstract

The presented degree project contains 80 pages, 34 drawing. By preparation 13 sources of the information have been used.

The project developed a set of measures to improve the repair and maintenance work on the maintenance and repair of high pressure fuel pump of diesel ship. Also consider health and safety when working.

Keywords:

INTERNAL COMBUSTION ENGINE, GASEOUS FUELS, GAS-DIESEL, INJECTION

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ.....	6
1.1 Призначення і конструктивний тип судна.....	6
1.2 Склад енергетичної установки.....	8
1.3 Опис конструкції двигуна дизельгенератора	9
РОЗДІЛ 2. Розрахунок робочого циклу двигуна.....	23
2.1 Методика розрахунку робочого циклу двигуна.....	23
2.2 Обґрунтування вибору основних параметрів робочого циклу двигуна	24
3.3 Розрахунок робочого циклу	26
РОЗДІЛ 3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ	32
3.1 Огляд конструкції та принцип дії сучасних ПНВТ	32
3.2 Кавітаційно-ерозійні руйнування в ПНВТ	35
3.3 Загальні вказівки по контролю, діагностуванню та ремонту ПНВТ	37
3.4 Ремонт та технічне обслуговування паливної апаратури двигуна	44
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
4.1 Нормативно-правова та законодавча база охорони праці на судах.....	66
4.2 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які мають місце під час експлуатації, ремонту та технічного обслуговування деталей газорозподільного механізму	69
4.3 Небезпечні фактори в машинному відділенні.....	70
4.4 Шкідливі фактори в машинному відділенні.....	72
4.5 Техніка безпеки при ремонті паливного насоса високого тиску	76
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	79

					ПННІ НУК 142.41.24.01.ПЗ			
Вим..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бондаренко С.С.			Технічне обслуговування та ремонт паливного насоса високого тиску суднового дизель-генератору МАК 6М20С			
Перевір.		Галинкін Ю.М.						
Н. Контр.		Галинкін Ю.М.						
Затв		Нестеренко В.В.						
						Лист.	Лист	Листів
							3	80
						41-ЕМ-20		

ВСТУП

Тенденції сучасного суднобудування характеризуються використанням двигунів, що мають високий ступінь форсування робочого процесу і відносно невеликий розрив між робочими і максимально допустимими рівнями теплової та механічної напруженості. У двигунах застосовують важкі сірчисті палива і прагнуть максимально повно використати під час експлуатації потужність двигунів внутрішнього згоряння, причому як головних, так і допоміжних. Ці обставини висувають підвищені вимоги до рівня технічної експлуатації, організації її на судах і кваліфікації обслуговуючого персоналу. Тому очевидна необхідність вивчення досвіду експлуатації двигунів, ознайомлення з їх характерними поломками і дефектами.

Паливна апаратура відноситься до найважливіших елементів дизелів. Від якості і ефективності її функціонування залежить величина потужності, що виробляє двигун, економічність, надійність та ресурс двигуна.

Одним з ключових елементів паливної апаратури є паливні насоси високого тиску, які використовуються для відмірювання (дозування) порції палива, що подається в циліндр, забезпечення необхідного моменту початку подачі палива (кута випередження), тривалості і характеристики впорскування (закону подачі), стиснення палива до заданих тисків упорскування.

Завдяки простоті конструкції та відносно низькій вартості найбільше розповсюдження отримали паливні насоси золотникового типу. Основним елементом якого є плунжерна пара (плунжер та втулка). Деталі плунжерної пари виготовляються з високою точністю та потребують підвищеної уваги під час експлуатації.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						4
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Ціль даної роботи – розробити комплекс заходів з обслуговування та ремонту паливного насосу високого тиску двигуна фірми МАК М20, що використовується у дизельгенераторі судні «ALGOMA MARINER».

Задачі, розв'язувані в роботі полягають у наступному:

- проаналізувати особливості конструкції й експлуатації двигуна фірми МАК М20;
- проаналізувати комплекс заходів з обслуговування та ремонту паливного насосу високого тиску;
- розробити ряд заходів з охорони праці при виконанні ремонтних робіт.

					ПННІ НУК 131.41.24.01.ПЗ	Аркуш
						5
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СУДНА ТА ЙОГО СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ

1.1 Призначення і конструктивний тип судна

Algoma Mariner (ІМО 9587893) є другим і останнім судном серії з двох суден, оснащене функцією самозавантаження, що побудовано для перевезення насипних вантажів для канадського судновласника Algoma Central Corporation з першим судном серії Algobay, поставленим у 2010 році. Судно було побудовано компанією Cheng Xi Shipbuilding Heavy Industries Co., Ltd в травні 2011, рис. 1.1.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд судна Algoma Mariner

Хоча як Algoma Mariner, так і Algobay – судна однієї серії зі схожими щодо вантажоперевезень та розвантажувальних можливостей характеристиками і мають однакові розвантажувальні механізми, Algoma

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						6
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Mariner має абсолютно іншу кормову частину, машинне відділення та житлові приміщення, рис. 1.2. Корма корпусу Algoma Mariner є абсолютно новою конструкцією для суден типу Deltamarin, відноситься до класу суховантажних суден Equinox. Оптимізований корпус і кермо призначені для підвищення ефективності використання палива та збільшення швидкості вантажних операцій.

Це нове судно оснащено одним головним малообертовим двигуном, що забезпечує кращу паливну ефективність. Це поєднується гребним гвинтом регульованого шагу та сучасною передовою системою керування, яка якісно виконує команди оператора та оптимізує споживану потужність оскільки має можливість змінювати швидкість обертання двигуна та шаг гвинта за будь-якого заданого навантаження, що забезпечує значне покращення ефективності в порівнянні з іншими суднами подібного класу.

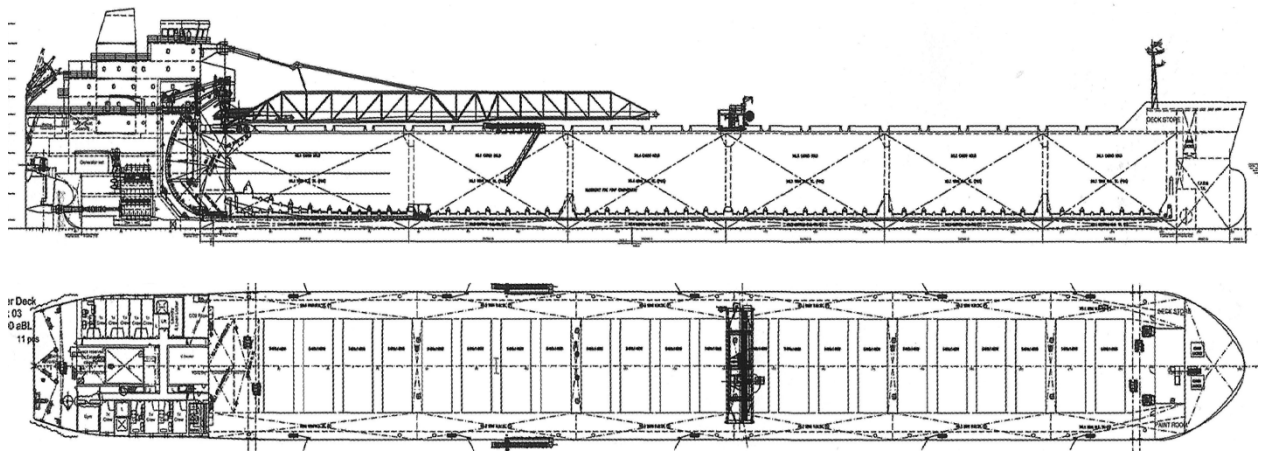


Рисунок 1.2 – Креслення судна Algoma Mariner

Система генерації та розподілу електроенергії також повністю використовує переваги електронного контролю та моніторингу з тієї ж платформи, що і система управління двигуном. Система керування живленням (power management system – PMS) контролює попит на енергію на судні та гарантує наявність достатньої генерувальної потужності у будь-який час. Він автоматично запускає та зупиняє генератори, спираючись на попит

									Аркуш
									7
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата					

ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ

на електроенергію, а також має різні режими роботи, щоб відповідати конкретним умовам експлуатації, таким як вивантаження що виникає при переміщенні ленти конвеєру, що забезпечує достатню потужність у будь-який час.

Судно має шість вантажних трюмів, загальна місткість 39 000 м³, судно здатне перевозити приблизно 26 000 тонн вантажу (на каналі Сент-Лоуренс); і приблизно 38 000 тонн (максимальна потужність у прибережних водах). Все саморозвантажувальне обладнання встановленого на борту, сертифіковане для перевезення небезпечних матеріалів відповідно до вимог Transport Canada.

1.2 Склад енергетичної установки

У якості головного двигуна використовується малообертовий двигун фірми MAN Diesel, що працює на важкому паливі, модель 6S46MC-C7-T1, виробником якого є Hudong Heavy Machinery Company. Потужність головного двигуна 7200 кВт при 124 об⁻¹, що забезпечує швидкість судна 14 вузлів при 85 % MCR. Машинне відділення було розроблене як безоператорне машинне відділення (Unmanned Machinery Space – UMS), який передбачає віддалену та резервну сигналізацію та системи моніторингу.

Для вироблення електричного струму використовуються три дизельгенератори MAK 6M20C. Кожен з них розвиває 1200 кВт при 900 хв⁻¹, електрична потужність генераторів змінного струму складає 1020 кВт при 575 В.

Algoma Mariner оснащено двома котлами Ольборг потужністю 1500кВт, 1000кВт. Також на судні встановлено два козлових електрогідравлічних крани Collomatic (Wilf's) та Hatlapa.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						8
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.3 Опис конструкції двигуна дизельгенератора

Двигуни сімейства МАК М20 створювалися в основному для використання на швидкісних контейнерних судах, ролкерах і поромах для механічного приводу гребних гвинтів і роботи в складі дизель-електричних установок. Поперечний переріз двигуна зображено на рис. 1.3.

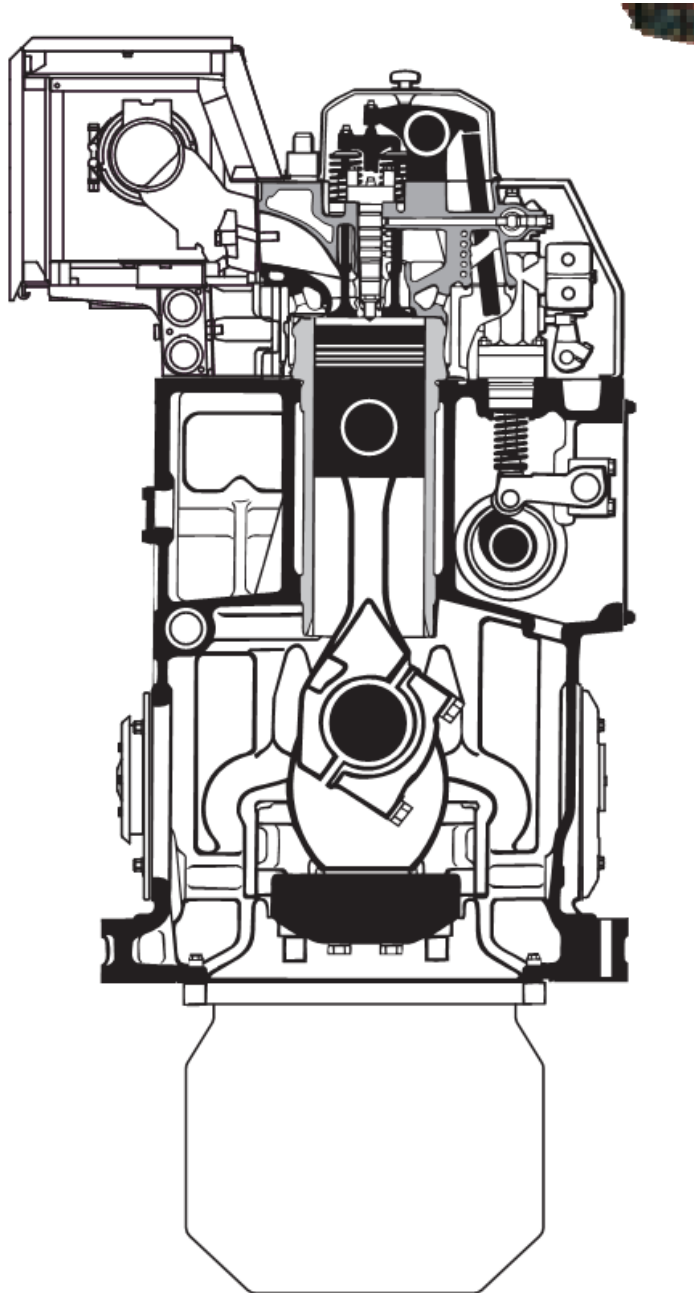


Рисунок 1.3 – Поперечний переріз двигуна

За своїм конструктивним виконанням двигун подібний до тих, що раніше випускалися фірмою, двигун МАК М20 і створювався з використанням досвіду їх виробництва та експлуатації.

При розробці, основну увагу приділено впорскування палива, конфігурації камери згоряння і надуву. Фірма забезпечує співвідношення зазначених величин, щоб домогтися оптимальних результатів відносно витрати палива, емісії шкідливих речовин та температурного рівня. При цьому отриманий робочий процес з низькою витратою палива, аналогічний процесу з постійним тиском надуву; досягнутий незначний знос форсунок; збільшений термін служби поршнів і випускних клапанів завдяки їх низькому температурному рівню.

Камера згоряння виконана просторою (за оцінкою фірми), щоб процес розподілу паливоповітряної суміші вийшов оптимальним і ні циліндрична втулка, ні кришка циліндра, не зазнавали перегрівання під час експлуатації. Двигун характеризується високим стиснення і в результаті - низькою емісією азоту і оптимальним процесом спалахування навіть самих важко займистих сортів палива.

Також для двигуна характерне плавне збільшення тиску газів і досягнуті завдяки цьому невеликі механічні навантаження, відносно низька витрата палива.

Остов двигуна являє собою монолітний, чавунний сухий блок-картер, рис. 1.4. На верхню площину блоку встановлюється висока сорочка, зверху на неї спирається кришка циліндра і між ними утворена ємність охолодження. З неї охолоджуюча вода переходить в кришку циліндру, а частина води (з кришки) відбирається на охолодження турбокомпресору. В останній модифікації турбокомпресор не охолоджується, що виключає можливість корозії його корпусу.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						10
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		



Рисунок 1.4 – Блок-картер двигуна

Блок-картер не містить охолоджуючої води, тому корозійні пошкодження виключені. Циліндрова втулка охолоджується тільки там, де це найбільш необхідно: у верхній частині навколо камери згоряння. Канал наддувочного повітря вбудований в блок-картер. Надувного повітря надходить по каналах блок-картера і сорочки водяного охолодження в кришці циліндра до впускних клапанів. При проведенні робіт на кришці циліндра відпадає необхідність в монтажі або демонтажі трубопроводу надувного повітря, отже, виключаються будь-які нещільності в з'єднанні трубопроводу або його руйнування.

Відносно наддуву на двигуні М20 виконуються вимоги високого ККД турбокомпресора для забезпечення низької витрати палива, високого ступеня стиснення при достатньому надлишку повітря. Фірма МАК вважає, що цим обумовлені низькі температури вузлів і показники емісії оксиду азоту, незначне димоутворення і робота з мінімальним забрудненням. Імпульсний наддування забезпечує невелику схильність до забруднення і запобігає термічному перевантаженню на режимах часткового навантаження.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						11
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Монтаж двигуна на судновому фундаменті здійснюється з використанням патентованих антивібраторів, (рис. 1.5), що забезпечують демпфірування вібрації і структурного шуму, які виникають при роботі двигуна.

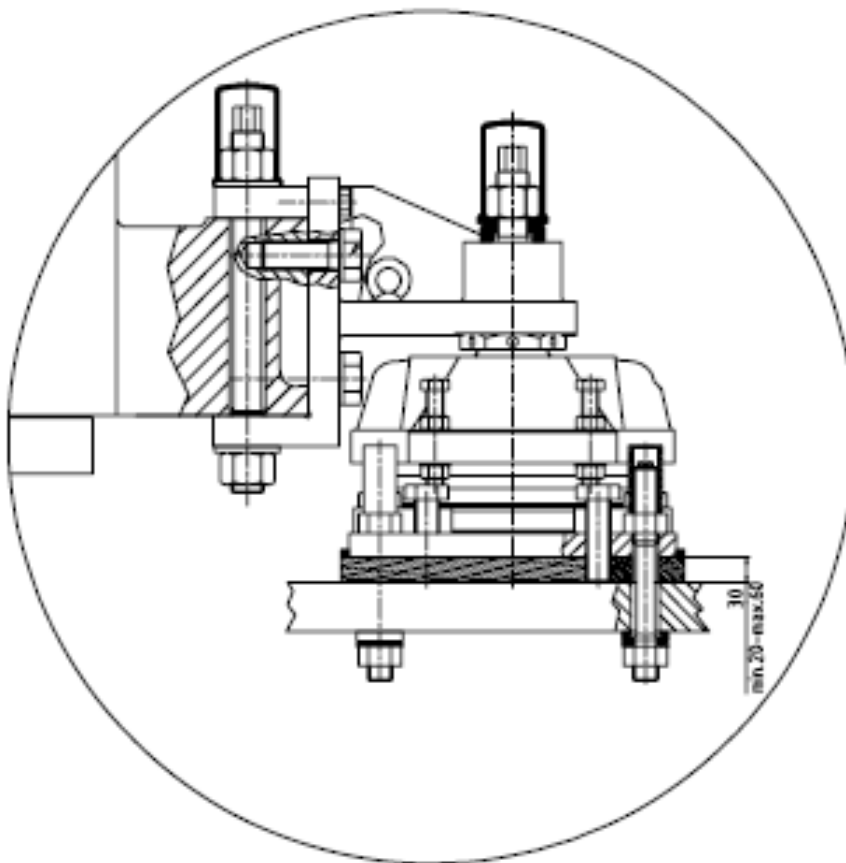


Рисунок 1.5 – Кріплення двигуна до суднового фундаменту

У втулку циліндра, до її верхньої частини, встановлюється антиполіровочне кільце, поверхня втулки азотована, термін служби – 60 тис. годин, рис. 1.6. Циліндрова втулка завдяки жорсткому буртику стійка до деформації, вона забезпечена калібрувальною вставкою, що запобігає відкладенню коксу на втулці, що також збільшує термін служби і забезпечує низьку витрату масла.

Колінчастий вал цільнокований, підвісний.

Розподільний вал складовий і складається із секцій по числу циліндрів, що істотно спрощує його демонтаж і заміну окремих секцій, рис. 1.7.

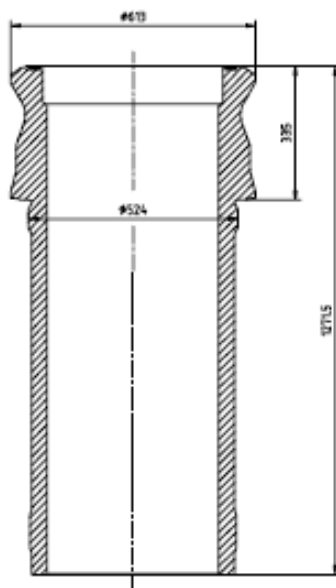


Рисунок 1.6 – Втулка циліндра

Для зменшення тертя и зносу штовхачі клапанів и ПНВТ вводяться в дію проміжним важелем, рис. 1.8. Для зміни часу відкриття клапанів або зміщення моменту упорскування палива ці важелі легко регулюються шляхом їх установки на валу з ексцентриком (або введенням елементів електронного управління).



Рисунок 1.7 – Розподільний вал

Маховик і привід шестерні розподільного валу встановлений за допомогою конусної посадки на колінчастому валу методом гарячого пресування. Шестерня кулачкового вала приводиться в дію проміжною шестернею. Витримані точно міжосьові відстані забезпечують простоту монтажу без установки зазору між зубами. Всі шестерні керуючого приводу загартовані.

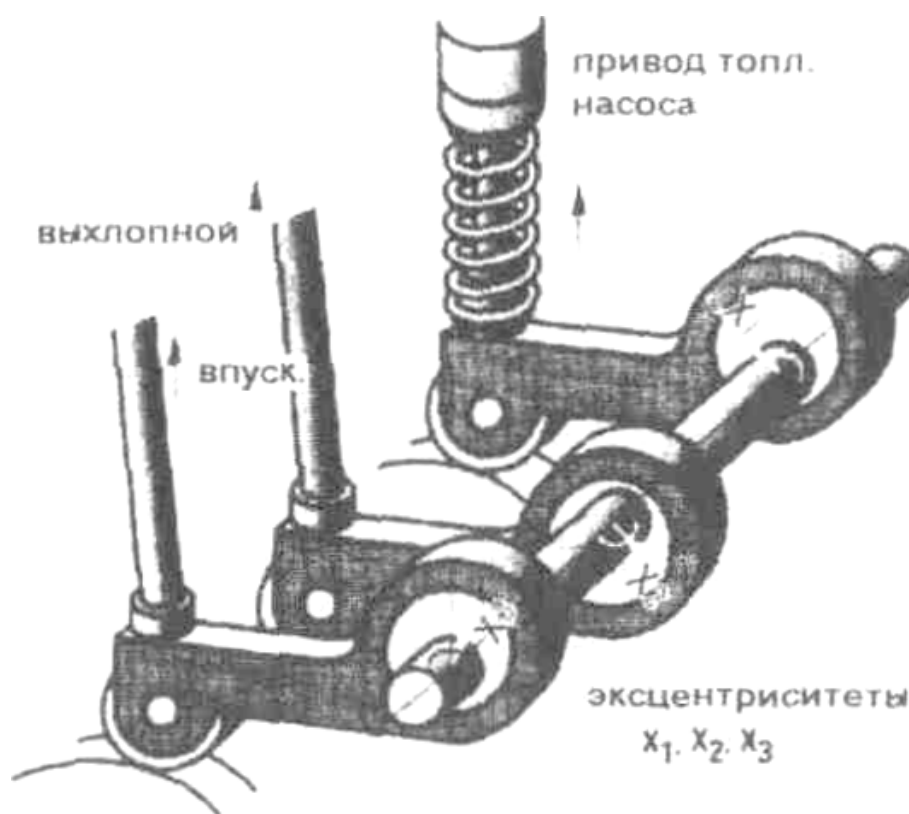


Рисунок 1.8 – Регульований привід плунжера ПНВТ і клапанів

Поршень охолоджуваний, складовий – головка сталева, спідниця алюмінієва, щоб забезпечити надійну передачу сил і тиску газів до 190 бар (19 МПа) і вище (максимальний тиск згоряння), рис. 1.9. У голівці поршня розташовуються два компресійних і одне маслозъемне кільця. Канавка першого кільця для підвищення зносостійкості зміцнена. Робоча поверхня верхнього кільця покрита спеціальним шаром і має відшліфовану сферичну

форму. Таке виконання канавок і кілець забезпечує тривалий термін служби і низьку витрату масла. Термін служби кілець сягає 30 тисяч годин.

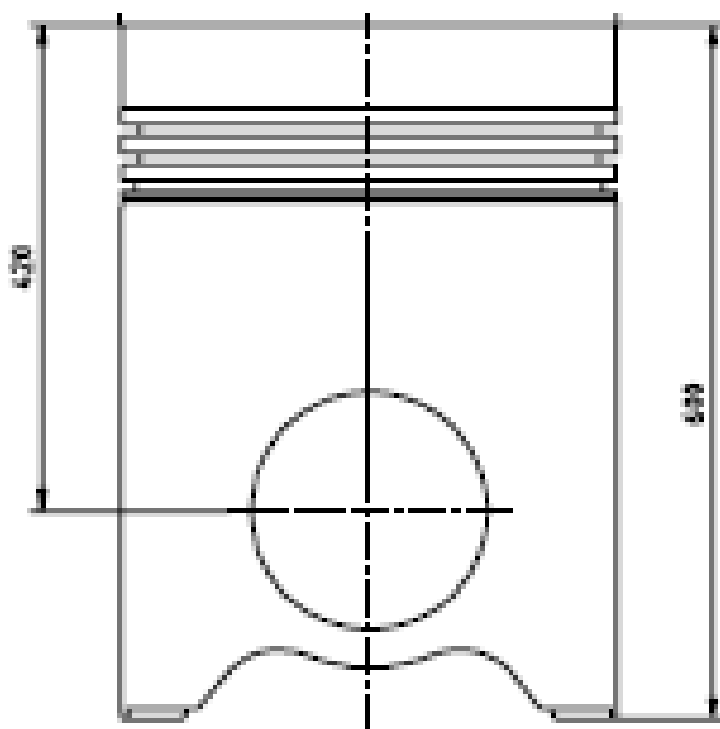


Рисунок 1.9 – Поршень

Шатун сталевий, круглого перетину, нижня головка з прямим роз'ємом. Вкладиші мотильових і рамних підшипників тонкостінні, двошарові або тришарові, застосовуються також підшипники карнавного типу, рис. 1.10.

З метою полегшення приробляння підшипників і шийок валу від задирів, які можуть виникати від можливих неспіввісностей при його укладанні, фірма вдається до електролітичного покриття вкладишів м'яким цинком або оловом, товщиною кілька тисячних міліметра. Термін служби підшипників – 30 тис. годин.

Оскільки інтеграція дає переваги при монтажі та технічному обслуговуванні, в процесі розробки двигуна М20 пошук вівся не тільки в напрямку спрощення або розширення вже реалізованих рішень, але і для здійснення нових ідей. Подальше спрощення було досягнуто, зокрема, на кришці, замикаючої порожнину зубчастої передачі, де масляний трубопровід

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						15
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

був замінений на канавки в кришці, що дозволило виключити нещільності в масляних трубопроводах і їх руйнування. На панелі навішуються також насоси, які просто вставляються в них і затягуються кріпильними болтами. При цьому контролювати зазор між зубами не потрібно.

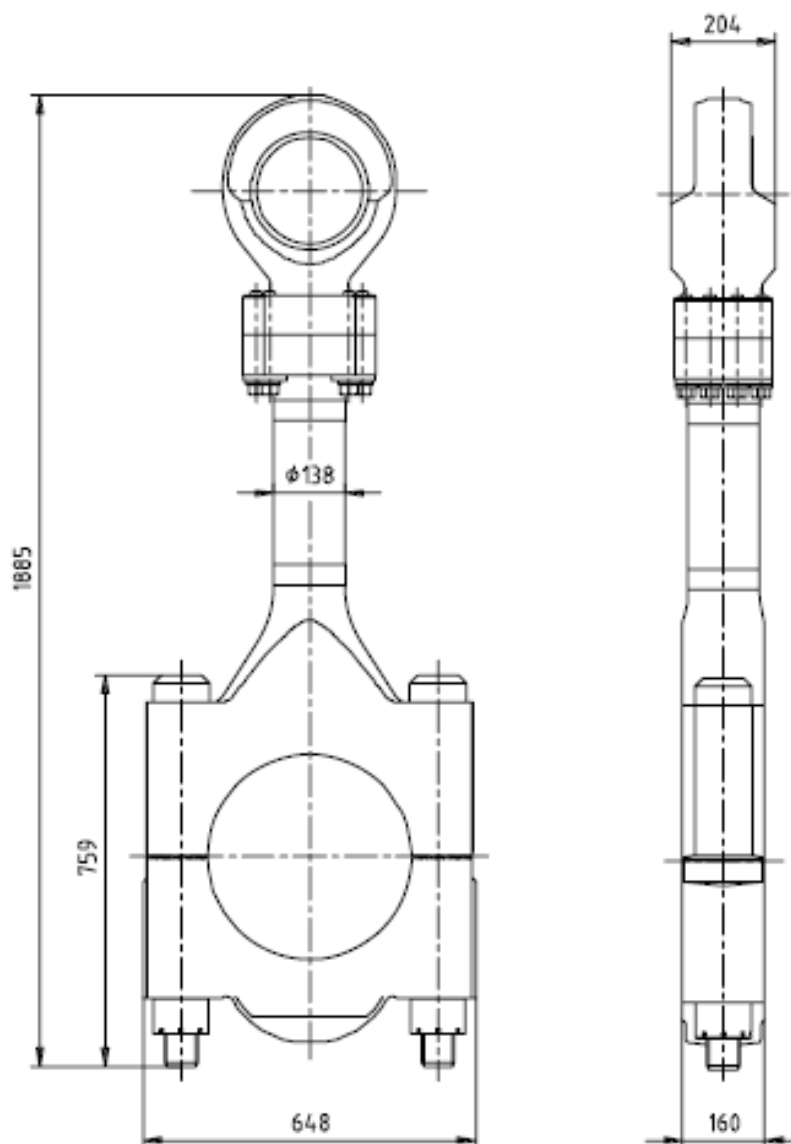


Рисунок 1.10 – Шатун

Двигуни М20 відрізняються простотою і зручністю при монтажі на судні. Всі робочі середовища: паливо, мастило і охолоджувальна вода -

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		16

підводяться з боку, де розміщується муфта, і їх трубопроводи легкодоступні. Паливні та масляні фільтри навішуються прямо на двигун.

Турбонаддув організований за імпульсною схемою, турбокомпресори мають неохолоджуваний корпус, в них застосовані підшипники ковзання з мастилом від загальної системи циркуляційного мастила. Емісія NO_x у вихлопних газах складає 12 г/кВт·г, що лежить нижче межі ІМО.

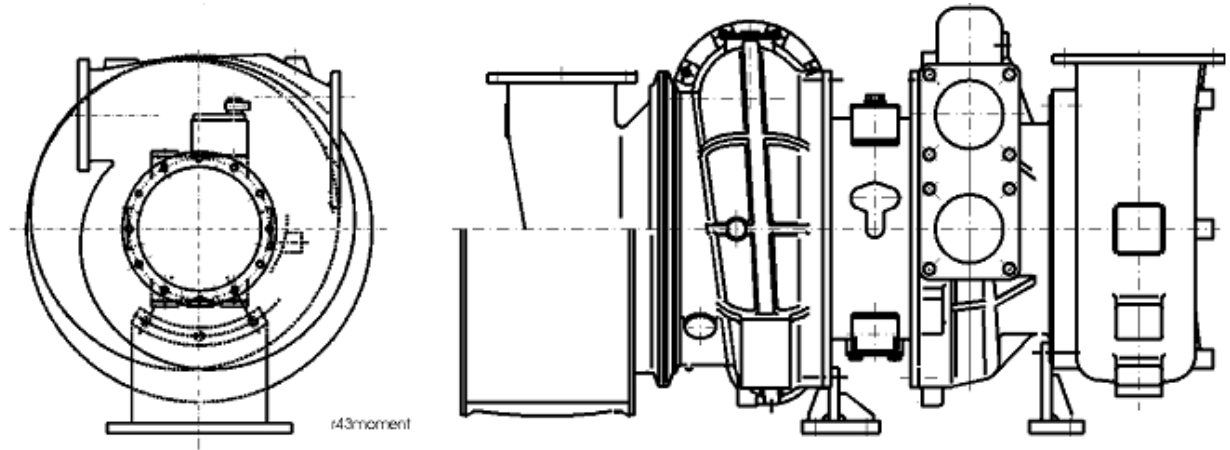


Рисунок 1.11 – Турбокомпресор

Вихлопна система видаляє з двигунів вихлопні гази поза машинне відділення, через трубопровід, в атмосферу.

Паливна апаратура. Форсунки багатоотворові, охолоджувані маслом, що відбирають із загальної системи змащення. Термін служби розпорошувачів становить 8 тис. годин. ПНВТ золотникового типу «Бош» з регулюванням по кінцю подачі. Привід плунжера ПНВТ здійснюється через важіль з роликом, сидячим па осі з ексцентриком, поворот якої механічно пов'язаний з тягою управління подачею палива. Поворот ексцентрикової осі викликає поздовжнє переміщення важеля ролика щодо паливного кулачка. Переміщення на зустріч обертанню кулачка призводить до більш раннього початку подачі палива, переміщення в протилежну сторону - викликає більш пізній початок подачі.

Паливна система дизельних двигунів МаК призначена для спалювання широкого спектру палив. Схема паливної системи зображена на рисунку 1.12.

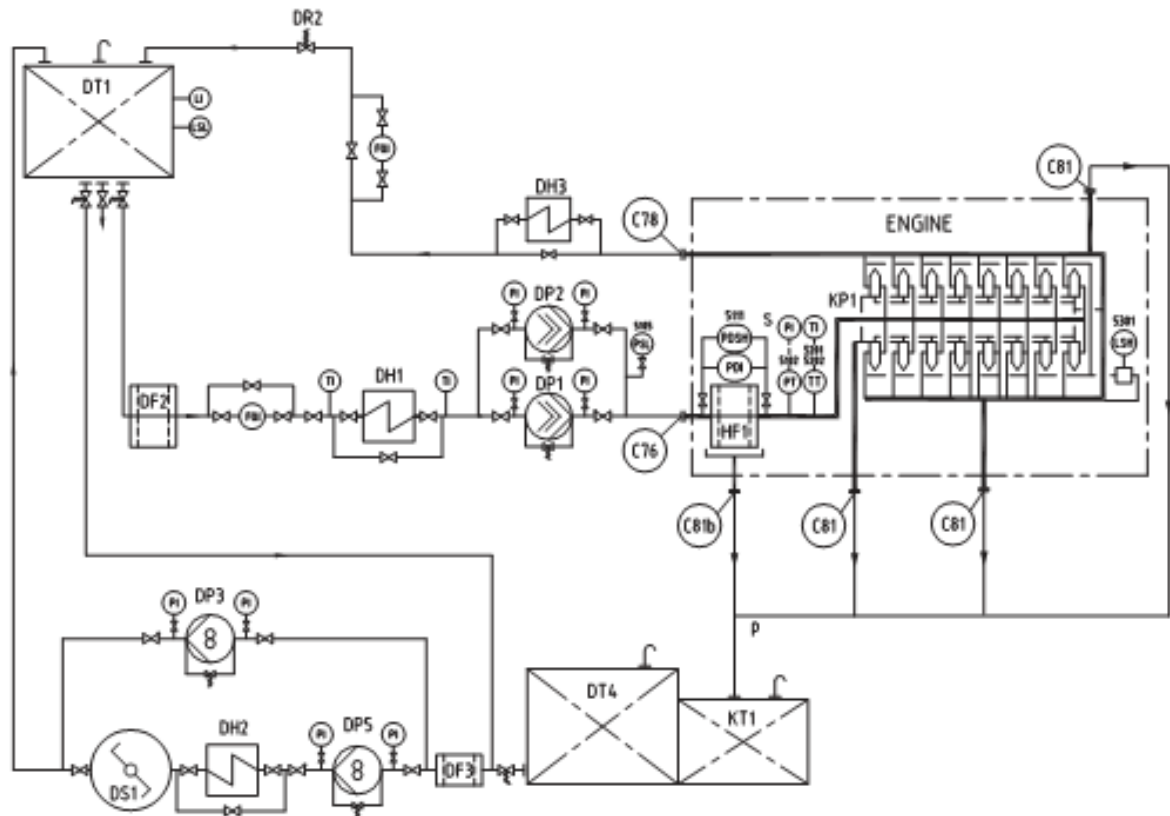


Рисунок 1.12 – Схема паливної системи двигуна

Вона складається з первинного фільтра палива *DF2*, фільтра грубої очистки палива *DF3*, підігрівача дизельного палива *DH1*, електричного підігрівача для дизельного палива (сепаратор) *DH2*, паливно-масляного радіатора для роботи *MDO DH3*, живильного насосу дизельного палива *DP1*, резервного живильного насосу дизельного палива *DP2*, насосу для перекачування дизельного палива *DP3*, насосу для перекачування дизельного палива *DP5*, клапана регулювання тиску палива *DR2*, сепаратора дизельного палива *DS1*, бака дизельного палива *DT1*, бака дизельного палива *DT4*, індикаторного паливного фільтра *HF1*, паливного насосу *KP1*.

Система охолодження

МаК двигуни як правило, використовують два замкнутих контури для охолодження води. Висока температура (НТ) контуру охолодження використовується для охолодження наддувочного повітря і двигуна. Низька температура (ЛТ) контуру охолодження охолоджує повітря заряду і масло. Крім того, вода ЛТ контур охолодження може бути використана для охолодження додаткового обладнання, наприклад, генератора або коробки передач. Вода для охолодження двигуна повинна бути ретельно відібрана, лікувати і її якість повинна контролюватися.

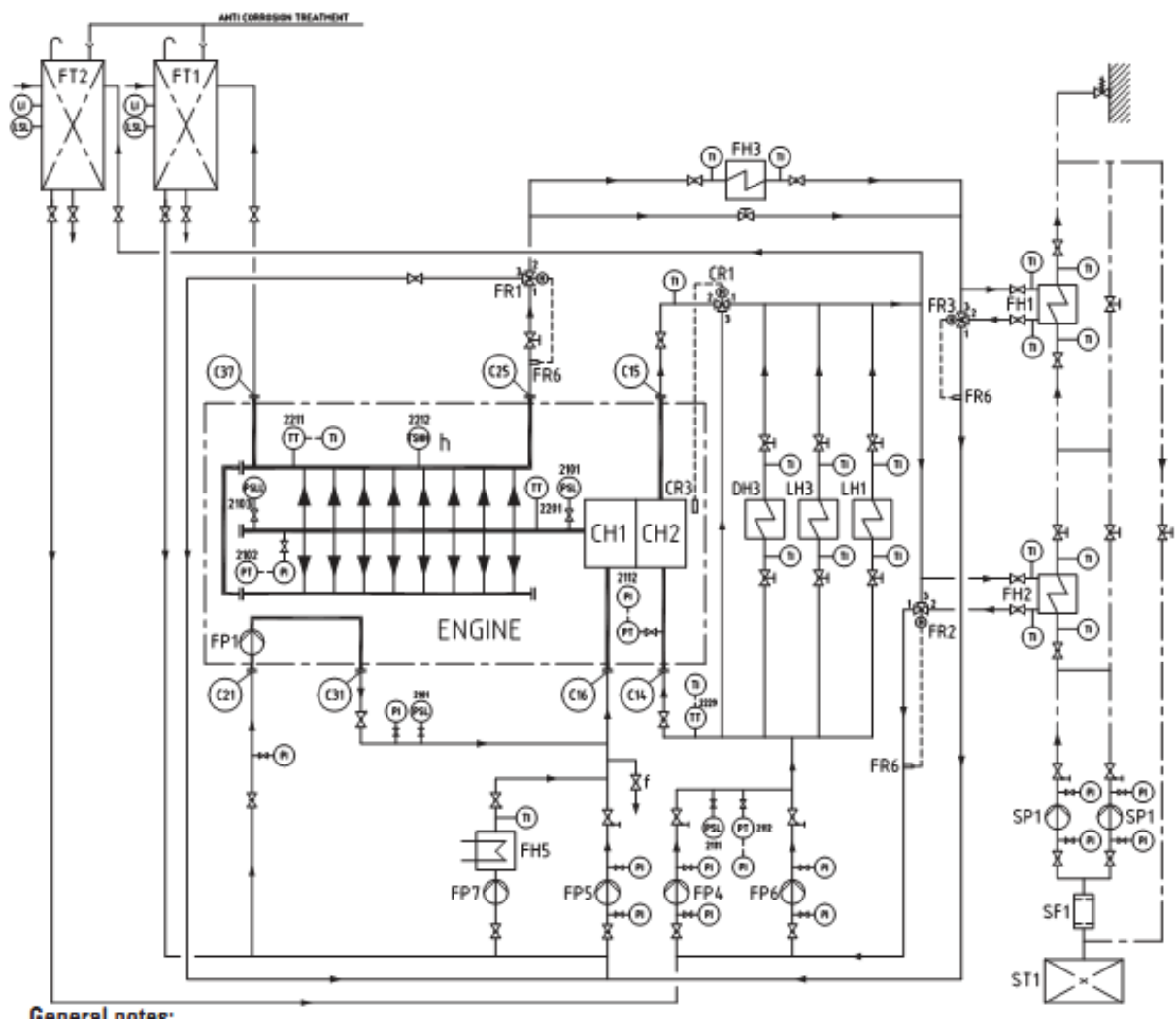


Рисунок 1.13 – Схема системи охолодження двигуна

При використанні необробленої охолоджувальної води можливе виникнення корозії, ерозії та кавітації на стінках системи охолодження.

Відкладення можуть погіршити теплообмін і в результаті перегріву компонентів для охолодження.

Профілактики за допомогою антикорозійних присадок має бути здійснена до першого введення в експлуатацію ще на заводі.

Масляна система двигуна закладається з датчика температури *FR6*, дуплексного масляного фільтра *LF1*, самоочисного масляного фільтра *LF2*, захисного фільтру *LF3*, фільтра *LF4*, охолоджувача мастила *LH1*, підігрівача мастила *LH2*, масляного насосу *LP1*, предлубрикаторного насосу *LP5*, насоса для перекачки (сепаратор) *LP9*, клапана, регулюючого температуру мастила *LR1*, клапана для регулювання тиску нафти *LR2*. Схема масляної системи зображена на рисунку 1.10.

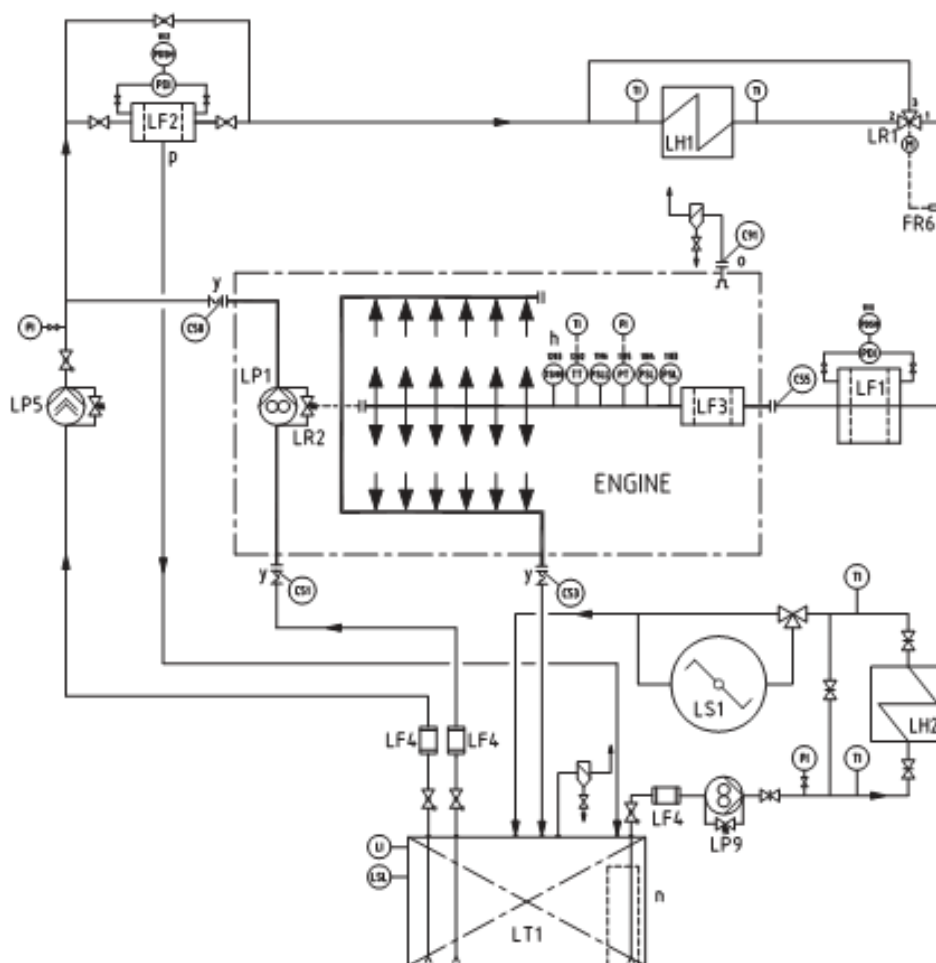


Рисунок 1.14 – Схема масляної системи двигуна

Мастила в двигуні виконує кілька основних функцій: перевезення бруду і частинок зносу в фільтрах, охолодження біляшовної частини, таких як поршневі кільця, гільзи циліндрів, клапани і головки блоку циліндрів, захист підшипників від ударів, змащування металевих поверхонь / зменшення зносу і тертя, нейтралізація агресивних продуктів згоряння, захист від корозії металевих поверхонь.

Хороша вихлопна система має мінімальний зворотній тиск . Накопичення вихлопних газів, як правило, шкідливо, так як призводить до зниження витрати повітря через двигун. Окрім того, допустимий тиск має тенденцію до підвищення температури вихлопних газів, що скорочують строк експлуатації скоротити випускного клапана і турбокомпресора.

Втрата тиску повинна бути зведена до мінімуму в цілях оптимізації витрати палива і теплового навантаження на двигун. Максимальна швидкість потоку 40 м / с. Максимальна втрата тиску 0,3 кПа.

Захист навколишнього середовища в судноплавстві набуває все більшого значення. Міжнародна судноплавна організація ІМО визначила ряд правил (поряд зі стандартом 180), який з 1999 р діє у всьому світі (стосовно граничних значень емісії для оксидів азоту NO , і сірки SO).

Проведені фірмою МАК дослідні роботи в області визначення шкідливих викидів свідчать, що граничне значення ІМО по емісії NO , отримують конструктивними змінами в двигуні. На дизелі M20 такі показники були отримані внаслідок: великого відносини ходу поршня до діаметру циліндра; високого ступеня стиснення; інтенсивного упорскування палива; спрямованого процесу упорскування; оптимізованого управління фазами газорозподілу; високого максимального тиску робочого циклу.

Однак, вже зараз очевидно, що ці вимоги будуть посилюватися. Тому фірма МАК працює в напрямку подальшого зниження шкідливих викидів шляхом використання каталізаторів.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						21
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Таким чином, новий двигун М20 фірми Мак характеризується низькою витратою палива і масла, відрізняється високою експлуатаційною надійністю, невеликою трудомісткістю при технічному обслуговуванні, незначними та монтажі, відповідає сучасним вимогам за екологічними показниками.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						22
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 проекті 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;

					ПННІ НУК 131.41.24.01.ПЗ	Аркуш
						23
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

- дати уяву про загальні параметри циклу та фактори, що впливають на 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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						24
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

робиться з вибором оптимального значення P_k . З урахуванням переліченого встановлюємо $\alpha = 2,23$.

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 $\xi_z = 0,94$; $\xi_b = 0,97$.

Ступінь підвищення тиску при згорянні λ . Ступінь підвищення тиску λ залежить від бистрохідності двигуна, ступеня наддуву, організації процесів сумішоутворення та ряду інших факторів. Приймаємо $\lambda = 1,3$.

Підігрів заряду від стінок циліндру ΔT_a . Приймаємо $\Delta T_a = 15$ К.

Коефіцієнт округлення індикаторної діаграми ζ . Величину цього коефіцієнту вибирають на підставі дослідних даних, звертають увагу на тип двигуна та особливості системи газообміну. Приймаємо $\zeta = 0,99$.

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 складу [6]:

$C = 0,870$ - кількість вуглецю;

$H = 0,128$ кг - кількість водню;

$S = 0,001$ кг - кількість сірки

$O = 0,002$ кг - кількість кисню.

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

Кількість циліндрів i . Згідно даних двигуна - прототипу $i=6$

Діаметр циліндру D . Згідно даних двигуна - прототипу $D=0,20$ м.

Хід поршня S . Згідно даних двигуна - прототипу $S=0,24$ м.

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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						25
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

3.3 Розрахунок робочого циклу

Розрахунок процесу наповнення

Температура повітря за компресором, К

$$T_k = T_0 \times \left(1 + \frac{\frac{P_k}{P_0}^{0,286} - 1}{\eta_{k.ad}} \right) = 293 \times \left(1 + \frac{\frac{0,4}{0,1013}^{0,286} - 1}{0,81} \right) = 467,03$$

Температура повітря перед двигуном, К

$$T_s = T_k - \eta_o \times (T_k - T_0) = 467,03 - 0,8 \times (467,03 - 293) = 313,88$$

Температура заряду наприкінці процесу наповнення, К

$$T_a = \frac{T_s + \Delta T_a + \gamma_r \times T_r}{1 + \gamma_r} = \frac{313,88 + 15 + 0,02 \times 800}{1 + 0,02} = 340,37$$

Тиск повітря перед двигуном, МПа

$$P_s = P_k - \Delta P_{ox} = 0,4 - 0,005 = 0,395$$

Тиск заряду наприкінці процесу наповнення, МПа

$$P_a = \xi_a \times P_s = 0,97 \times 0,383 = 0,38$$

Коефіцієнт наповнення

$$\eta_n = \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1} \times \frac{P_a}{P_s} \times \frac{T_s}{T_a} \times \frac{1}{1 + \gamma_r} \times (1 - \eta) = \frac{15}{15 - 1} \times \frac{0,38}{0,395} \times \frac{313,88}{340,37} \times \frac{1}{1 + 0,025} \times (1 - 0,025) = 0,935$$

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.

У розрахунку приймається, що процес стиску відбувається по політробі з показником n_l величина якого забезпечує одержання такої ж роботи в процесі стиску, як і при змінному показнику у дійсному процесі [7].

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

$$n_l = 1,363$$

Тиск в кінці процесу стиску, МПа

$$P_c = P_a \times \epsilon^{n_l} = 0,38 \times 15^{1,363} = 15,35$$

Температура в кінці процесу стиску, К

$$T_c = T_a \times \epsilon^{n_l - 1} = 340,37 \times 15^{1,363 - 1} = 909,05$$

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 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						27
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

$$x_z = \frac{\xi_z}{\xi_b} = \frac{0,94}{0,97} = 0,969$$

Коефіцієнт молекулярної зміни в точці z

$$\beta_z = 1 + \frac{\beta_0 - 1}{1 + \gamma_r} \times x_z = 1 + \frac{1,0276 - 1}{1 + 0,025} \times 0,969 = 1,026$$

Максимальна температура згоряння, К

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

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

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

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

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

Це рівняння розв'язується методом послідовних наближень, для чого у першому наближенні приймаємо $T_z = 1800$ К. Після вирішення декількох рівнянь отримуємо:

$$T_z = 1876$$

Максимальний тиск згоряння, МПа

$$P_z = \lambda \times P_c = 1,3 \times 15,35 = 19,95$$

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						28
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок процесу розширення

Ступінь попереднього розширення

$$\rho = \frac{\beta_z}{\lambda} \times \frac{T_z}{T_c} = \frac{1,026}{1,3} \times \frac{1876}{909,05} = 1,629$$

Ступінь подальшого розширення

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho} = \frac{15}{1,629} = 9,21$$

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:

$$n_2 = 1,28$$

Температура в кінці процесу розширення, К

$$T_b = T_z \times \frac{1}{\delta^{n_2-1}} = 1876 \times \frac{1}{9,21^{1,28-1}} = 100,70$$

Тиск в кінці процесу розширення, МПа

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} = \frac{19,95}{9,21^{1,28-1}} = 1,16$$

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 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						29
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$= \frac{16,731}{15-1} \times 1,3 \times (1,629-1) + \frac{1,3 \times 1,665}{1,363-1} \times 1 - \frac{1}{9,31^{1,363-1}} - \frac{1}{1,28-1} \times 1 - \frac{1}{15^{1,28-1}} = 2,83$$

Дійсний середній індикаторний тиск, МПа

$$P_i = P'_i \times \zeta \times (1 - \eta_n) = 2,83 \times 0,99 \times (1 - 0,08) = 2,82$$

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

$$g_i = 433 \times \frac{P_s \times \eta_n}{\alpha \times L_0 \times T_s \times P_i} = 433 \times \frac{0,395 \times 0,935}{2,23 \times 0,495 \times 313,88 \times 2,82} = 0,164$$

Індикаторний ККД

$$\eta_i = \frac{3600}{g_i \times Q_n} = \frac{3600}{0,164 \times 42720} = 0,514$$

Визначення ефективних показників

Середній ефективний тиск, МПа

$$P_e = P_i \times \eta_m = 2,82 \times 0,91 = 2,56$$

Ефективний ККД двигуна

$$\eta_e = \eta_i \times \eta_m = 0,514 \times 0,91 = 0,468$$

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

$$g_e = \frac{g_i}{\eta_m} = \frac{0,164}{0,91} = 0,180$$

Ефективна потужність двигуна,

$$N_e = 13,1 \times D_c^2 \times S_c \times z \times P_e \times n \times i = 13,1 \times 0,20^2 \times 0,24 \times 0,5 \times 2,56 \times 900 \times 6 = 1169$$

Порівняння заданої та отриманої потужності двигуна

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						30
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\Delta N = \frac{N_e - N'_e}{N_e} \times 100\% = \frac{1169 - 1200}{1200} \times 100 = 2,58\%$$

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

					ПННІ НУК 131.41.24.01.ПЗ	Аркуш
						31
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ

3.1 Огляд конструкції та принцип дії сучасних ПНВТ

Паливні насоси, зазвичай звані паливними насосами високого тиску (ПНВТ), виконують такі функції:

- відмірювання (дозування) порції палива, яка подається в циліндр (величини циклової подачі) в повній відповідності з заданим режимом роботи двигуна.
- забезпечення необхідного моменту початку подачі палива (кута випередження), тривалості і характеристики впорскування (закону подачі).
- стиснення палива до заданих тисків упорскування.

Основним елементом насоса (рис. 3.1) є плунжерна пара, що складається з плунжера 1 і прецизійно виготовленої втулки 2. Зазор між ними для зведення до мінімуму витоків палива витримується в межах 5...12 мкм (в залежності від розмірів пари і в'язкості використовуваного палива). Плунжер приводиться в рух паливним кулачком, зворотний хід відбувається за рахунок сили стиснутої пружини. Регулювання подачі здійснюється розворотом плунжера і його косою кромкою 3, щодо відсічного отвору 4. Подача палива до форсунки здійснюється через нагнітальний клапан 5.

У золотникових насосах знаходять застосування три способи регулювання.

При першому способі регулювання (по кінцю подачі) – (рис. 2.2 (а)) початок подачі палива (точка А) залишається незмінним незалежно від числа обертів і навантаження двигуна.



Рейка з'єднана з тягою управління двигуна і, при зміні режиму роботи двигуна, регулятором, при необхідності зменшити або збільшити подачу палива, переміщається в прямому або зворотному напрямку. У насосах цього типу кінець подачі при всіх навантаженнях відбувається на ділянці кривої руху плунжера, коли швидкість його досягає максимуму і тим самим забезпечуються високі тиски і швидкості уприскування.

Це, в свою чергу, визначає хороше розпилювання та згоряння палива. Чіткий кінець подачі забезпечується нагнітальним клапаном 9 з розвантажувальним паском.

При другому способі регулювання (по початку подачі) – (рис. 3.2 (б)) початок подачі палива змінн. n_{msz} (точки A1, A2 і A3), а кінець подачі незмінний (точка B).

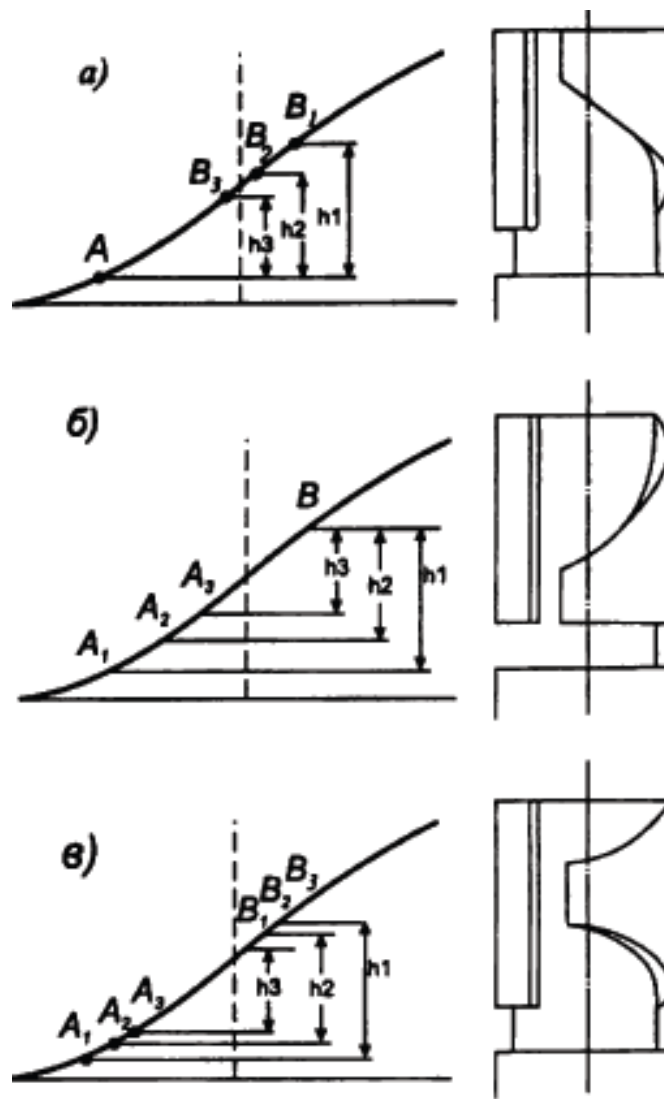


Рисунок 3.2 – Способи регулювання подачі практично на всій ділянці паливоподачі палива в циліндр

У цих насосах коса кромка, яка регулює величину подачі палива, розташовується у верхній частині плунжера і при його розвороті і русі вгору рано чи пізно перекриває впускний (відсічний) отвір у втулці, з цього моменту починається активний хід плунжера. А це означає, що рано чи пізно починається стиск і подача палива. Кінець активного ходу відповідає початку відсічення – сполучення відсічного вікна з проточкою в нижній частині плунжера, яка, як і в попередній конструкції, через поздовжню проріз сполучується з надплунжерним простором.

У цьому насосі зі зміною циклової подачі одночасно змінюється і кут випередження впорскування палива. Зменшення його подачі призводить до зменшення кута випередження, що забезпечує більш м'яке і своєчасне згоряння палива на режимах малих навантажень і обертів дизелів, що працюють на гребний гвинт. Важливо також, що початок подачі зміщується на ділянку великих швидкостей плунжера (від точки A_1 до точки A_3), що означає більш інтенсивний ріст тисків в початковій стадії уприскування. Це сприяє поліпшенню розпилювання та згоряння палива, що для малих навантажень і обертів особливо важливо, так як при зниженні обертів тиск уприскування пропорційно падає.

При третьому способі регулювання (по початку і кінцю подачі – змішане регулювання) початок (точки A_1, A_2, A_3) і кінець подачі (точки B_1, B_2 і B_3) змінні, так як в цих насосах плунжери мають дві косі кромки, керуючі початком і кінцем подачі (з рис. 3.2 (в)). При зміні навантаження двигуна і викликаню цим зміною кількості палива, що впорскується, відбувається зміна як початку, так і кінця подачі. Такий спосіб регулювання забезпечує збереження раніше згадуваних переваг перших двох способів регулювання, але, одночасно виключає і їх недоліки. Це обумовлює широке застосування в сучасних дизелях насосів зі змішаним регулюванням.

3.2 Кавітаційно-ерозійні руйнування в ПНВТ

Цей вид руйнувань в міру форсування двигунів і пов'язаних з цим зростанням тисків упорскування набув істотних розмірів. Виникнення кавітаційно-ерозійних руйнувань спостерігається в регулюючих органах і в елементах паливної системи. Під сідлом клапана з'являється кільцевий простір 1 (рис. 3.3), тиск в якому різко падає викликаючи появу бульбашок пари і розчиненого в паливі повітря. Під впливом хвиль тисків, що виникає при ударах в каналах напрямної 2 об корпус ПНВТ, бульбашки лопаються. В

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						35
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

їх розріджену зону спрямовуються потоки палива, що створюють точкові удари великої сили (до тиску 1000 МПа), що і викликає ерозійне руйнування тарілок і сідел клапанів (рис. 3.3, а).

У золотниковому ПНВТ (рис. 3.4, б) відбувається відсічення тиску в кінці подачі, близького до максимуму, і тому потік палива в перерізі вікна набуває велику швидкість. При цьому напрямок її по ходу потоку змінюється (див. S_1 , S_2 , S_3), що створює сприятливі умови для виникнення кавітації з утворенням в кутку 8 вакуумних бульбашок, схлопування яких призводить до виникнення гідравлічних ударів, що викликають ерозійне руйнування бічної поверхні плунжера. У свою чергу удар потоку об корпус 5 ПНВТ і його поворот (по стрілці А) призводять до сильної ерозії корпусу, а в деяких випадках і поверхні 6 вікна втулки 4.

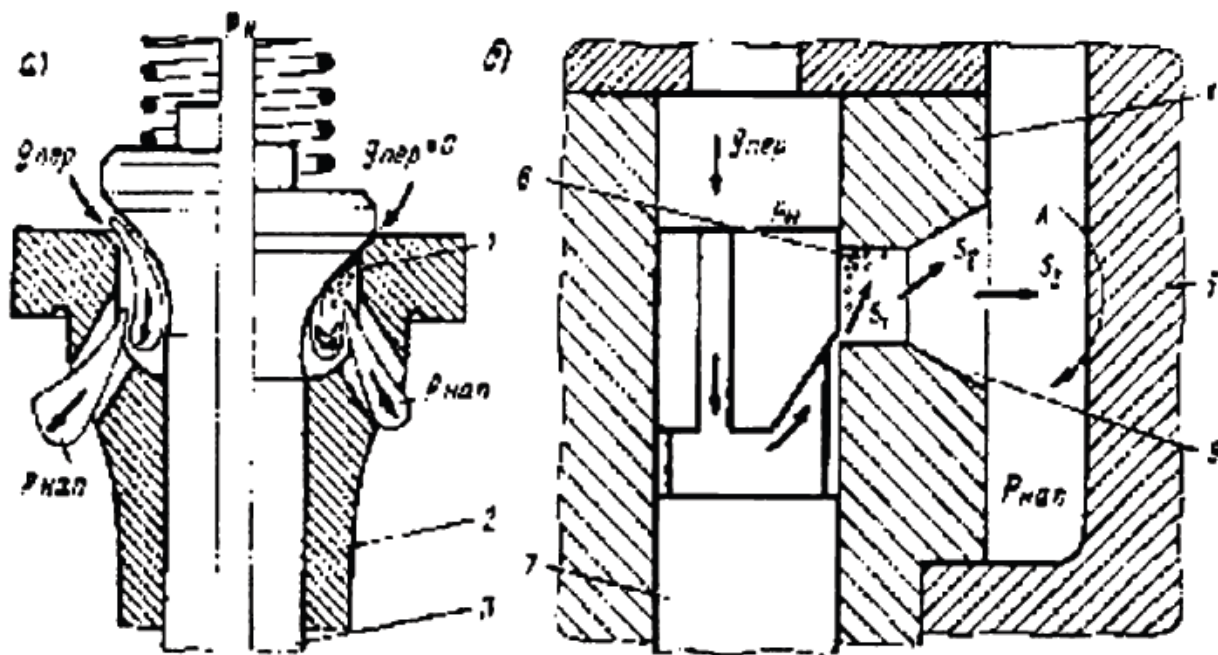


Рисунок 3.3 – Ерозійні руйнування в ПНВТ

Продукти зносу елементів ПНВТ у вигляді металевих частинок потоками палива розносяться по всій системі від насоса до форсунки, викликаючи їх зношування, що нерідко приводить до заклинювання плунжерних пар і голок.

3.3 Загальні вказівки по контролю, діагностуванню та ремонту ПНВТ

Роботу паливних насосів і їх приводів контролюють щодня. Оглядають чи відсутні сліди витікання по різьбовим з'єднанням і в сполученнях деталей. Звертають особливу увагу на наявність течі палива в сполученнях корпусу з плунжерною втулкою і в самій плунжерній парі. В однокісних насосах вони накопичуються на штовхачах і їх можна виявити через вікно в корпусі насоса (рис. 3.4). У блочному насосі протікання палива потрапляють в його картер, розріджують масло і викликають небезпеку задиру кулачкових шайб і роликів штовхачів. Побічно їх наявність виявляють через погіршення якості масла.

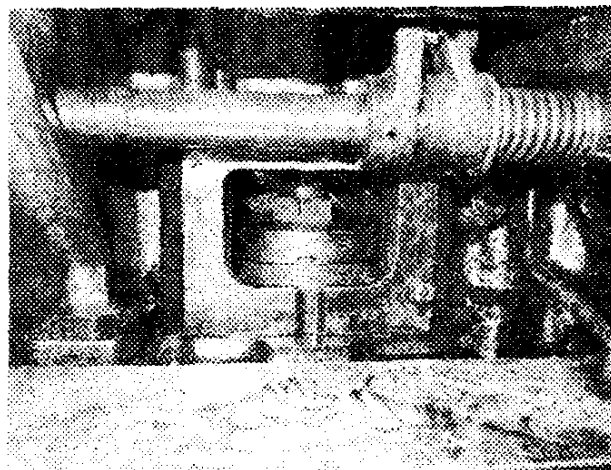
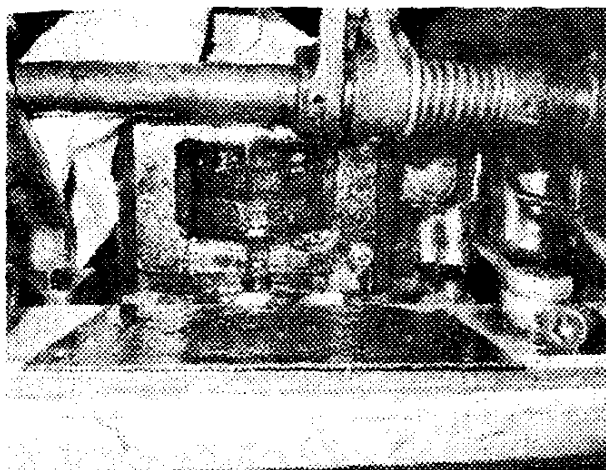


Рисунок 3.4 – Забруднений та очищений штовхач ПНВТ

Виявляють на дотик підвищену температуру корпусів, вібрацію, сторонні стуки. Їх відхилення можуть свідчити про пошкодження приводу (задири роликів, кулачкових шайб). Крім того, підвищена температура може бути наслідком нестачі палива для охолодження через зношування паливопідкачуючого насоса.

Досить чутливим засобом контролю роботи розподільних валів і штовхачів є детектори масляного туману. Задири на поверхнях кулачкових

шайб, роликів штовхачів призводять до зростання температур цих деталей. Інтенсивне виділення тепла в "гарячих точках" посилює випаровування масла і концентрація масляного туману в районі штовхачів і в картері підвищується.

Основну увагу слід приділяти параметричному контролю паливних насосів по температурам випускних газів і тискам згоряння по циліндрах.

В процесі експлуатації деталі паливних насосів зношуються, в тому числі механічними домішками, що містяться в паливі. До них відносяться нагнітальні, всмоктувальні і перепускні клапани, а також плунжери з плунжерними втулками. Знос цих деталей призводить до збільшення протікання палива через зазори, тобто погіршення щільності насосів. В результаті порушується закон подачі палива (кількість палива, що подається в циліндр по куту повороту колінчатого вала) і процес упорскування (зміна тиску уприскування по куту повороту колінчатого вала): паливо буде пізніше впорскуватися в циліндри, фактичні циклові подачі в порівнянні з геометричними будуть зменшуватися, а розпил палива погіршуватися. Знос кулачних шайб, роликів штовхачів, регулювальних болтів, шайб призводить до аналогічних явищ.

Погіршення розпили палива викликає затримку самозаймання палива, зміщення згоряння на більш пізній період. При цьому тиску згоряння знижується, а температури випускних газів зростають. До таких же наслідків призводить більш пізнє уприскування палива. Зниження фактичної циклової подачі палива викликає менш інтенсивне згоряння палива при менших тисках і температурах.

Так як ці процеси для кожного циліндра індивідуальні, то для двигуна в цілому збільшується нерівномірність тисків згоряння, температура випускних газів і розподіл навантаження по циліндрах, тобто механічна і теплова напруженість, вібрація двигуна в цілому.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						38
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

При цьому необхідно враховувати вплив на зазначені параметри технічного стану турбокомпресора, охолоджувача наддувочного повітря, форсунки.

При відхиленні вказаних параметрів від допустимих виявляють конкретні несправності паливного насоса шляхом контролю його щільності, кута випередження подачі палива, рівномірності подачі палива по циліндрах, огляду деталей насоса і приводу. Як правило, дані роботи виконують також попереджувально в терміни, встановлені заводом-виробником, як правило, не рідше одного разу на рік.

Щільність нагнітального клапана паливного насоса перевіряють способом, рекомендованим заводом-виробником.

Якщо передбачене ручне прокачування паливного насоса, повертають колінчастий вал в положення, при якому ролик штовхача буде перебувати на циліндричній частині кулачної шайби, тобто плунжер насоса буде в нижньому положенні з повним ходом. Рукоятку управління двигуном встановлюють в положення повної подачі палива. Від'єднують трубку форсунки і відводять її в сторону. Замість неї приєднують трубку з манометром на кінці або трійник з манометром, заглушивши його вільний штуцер глухою гайкою. Накидну гайку на насосі злегка затягують. За допомогою рукоятки ручного прокачування насоса (рис. 3.5) витісняють повітря з насоса до тих пір, поки з-під злегка затягнутої гайки не стане виходити паливо без повітряних бульбашок. Потім гайку остаточно затягують. Підвищують тиск до рекомендованого заводом-виробником (зазвичай трохи нижче тиску уприскування). При щільному приляганні клапана до сидла, тобто відсутності перетоків в нагнітальну порожнину плунжерної пари, воно не повинно помітно знижуватися за досить довгий проміжок часу, який визначається за рекомендаціями заводу-виробника.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						39
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

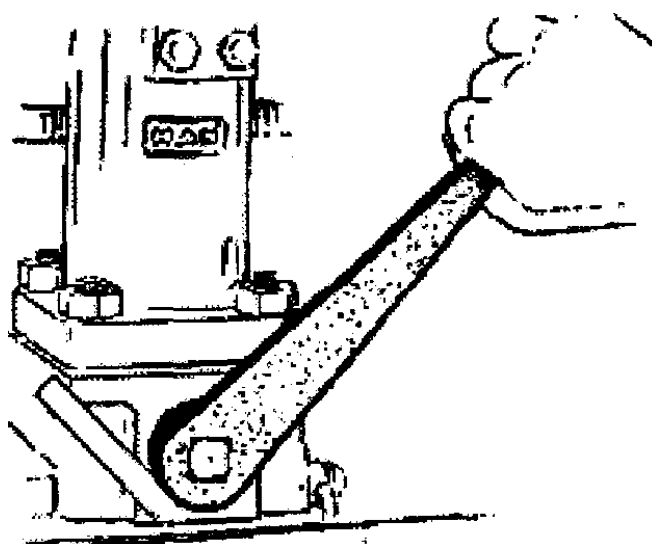


Рисунок 3.5 – Прокачка паливного насоса

При їх відсутності можна керуватися наступними рекомендаціями. При початковому тиску близько 50 МПа (500 кгс/см²) падіння тиску на 10 МПа (100 кгс/см²) повинно відбуватися не менше ніж за 5 хв. При початковому тиску близько 30 МПа (300 кгс/см²) падіння тиску на 10 МПа (100 кгс/см²) має відбуватися не менше ніж за 10 хв. Більш швидке падіння тиску свідчить про недостатню щільності клапана і необхідності його притирання.

При наявності всмоктуючого клапана, його нещільність буде також приводити до полегшеного ходу плунжера при ручному прокачуванні насоса. Тому при незадовільних результатах опресовування плунжерної пари слід також перевірити всмоктуючий клапан.

Не менш, важливою є різниця щільності плунжерних пар на одному дизелі, що фактично викликає різницю циклових подач насосів и нерівномірність розподілу навантаження по циліндрах. При необхідності її контролюють одночасно з перевіркою щільності плунжерних пар. Рукояткою для ручного прокачування насоса створюють підтримуючий тиск, близько тиску уприскування (зазвичай 20 МПа). Для плунжерних пар, які перебувають в експлуатації, щільність вважають достатньою, якщо час збереження тиску буде 5-7 секунд. Для нових вона винна бути в межах

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						40
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

15...30 секунд. Різниця щільності плунжерних пар, встановлених на одному дизелі, що не винна перевищувати $\pm 20\%$ від середньої щільності. В іншому випадку двигун не буде якісно відрегульований.

Щільність всмоктуючого клапана перевіряють тільки при незадовільних результатах опресування плунжерної пари. Для цього виймають нагнітальний клапан і глушать отвір плунжерної втулки (щоб виключити вплив їх можливої нещільності). Опресовування виконують через нагнітальний штуцер сусіднім насосом або переносним гідравлічним насосом. Норми щільності ті ж, що для нагнітального клапана.

Перевірка нульової подачі палива насосами полягає у визначенні положення паливної рейки, при якому одночасно вимикаються всі насоси двигуна. Для цього встановлюють рукоятку управління на "Стоп" і прокачують всі насоси. Рука не повинна відчувати опору.

Заводом-виробником нульова подача встановлюється з гарантією (рис. 3.6, а, б). Проріз 8 на голівці плунжера поступово заходить на вікно 7 втулки: спочатку вона торкається окружності вікна (рис. 3.6 б), а потім займає положення в центрі вікна (рис. 3.6, в). Тому за весь період суміщення перепускного каналу 8 з вікном 9 активний хід плунжера дорівнює нулю. Значить, нульова подача фактично починається раніше, ніж рукоятка управління прийде в положення "Стоп".

Проте, в процесі експлуатації можуть бути випадки її порушення, коли через втрату щільності плунжерних пар активний хід окремих секцій періодично збільшують, а нульову подачу не контролюють.

Колінчастий вал повертають в положення, при якому ролик приводу перевірки насоса знаходиться над циліндричною частиною кулачкової шайби. Рукоятку управління двигуном встановлюють в середнє положення (середньої подачі палива). Від'єднують нагнітальну трубку і, за допомогою важеля, прокачують насос. Паливо буде витікати з нагнітального штуцера. Паливну рейку за допомогою рукоятки управління двигуном переміщують в

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						41
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

сторону зменшення подачі, прокачують насос, до припинення витікання палива. Це положення паливної рейки буде відповідати початку нульової подачі. Повинен залишитися запас її ходу до положення "Стоп" в 3...5 мм.

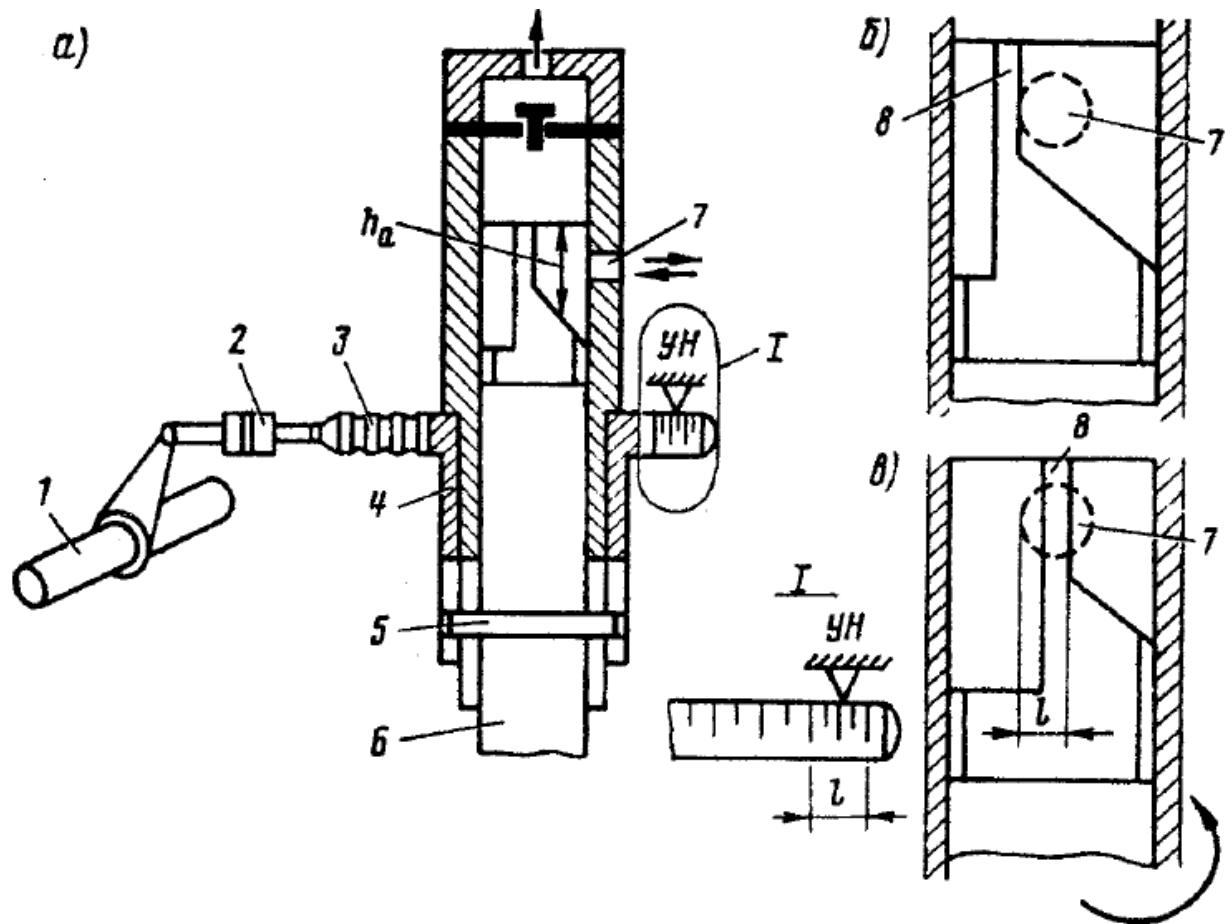


Рисунок 3.6 – Схема контролю нульової подачі палива

Перевірка початку подачі палива (кута випередження). Знос деталей ПНВТ і його приводу зазвичай викликає зменшення кута випередження подачі палива. Чим пізніше буде початок подачі палива, тим менш інтенсивно буде наростати тиск згоряння в циліндрі. Двигун буде працювати м'якше, але погіршаться фізико-хімічні процеси підготовки палива до самозаймання і подальшого згоряння, збільшаться втрати тепла з димовими газами і в охолоджуючу воду, знизиться потужність і ефективність роботи двигуна.

Кут випередження подачі палива встановлюється заводом-виробником в градусах повороту колінчастого вала до підходу поршня до ВМТ на ході стиснення. Початок подачі перевіряють при підвищеній різниці тисків згоряння по циліндрах різними способами в залежності від конструкції насоса.

Класичним є перевірка початку подачі палива моментоскопа. Він являє собою скляну трубку з внутрішнім діаметром 1,5-2,0 мм. 2 гумова трубка вона з'єднана зі сталеву трубка - ніпель 3, на який попередньо надіта накидної гайки 4. За допомогою цієї гайки і ніпель моментоскопа під'єднує до штуцера 5 насоса. Моментоскоп визначає закінчення закриття плунжера припливних отворів в плунжерній втулці, тобто початок подачі палива (див. рисунок 10.9).

Рукоятка управління двигуном встановлює в положенні "Робота" (найбільша подача палива). Рукояткою ручного прокачування насоса або обертання колінчастий вал видаляється повітря – в скляній трубці моментоскопу не повинні бути рух бульбашок повітря. Видалити зайве паливо струшуванням, щоб його рівень встановився посередині скляної трубки. Повільно повертає маховик дизеля і фіксує момент зрушування меніска палива в трубці, який і має відповідати початку подачі.

Спочатку підвищують знижений тиску згоряння, який свідчить про недовантаження циліндрів. Якщо підвищити в одному циліндрі тиск згоряння, то збільшиться його потужність. Відповідно будуть розвантажені інші циліндри і зменшено в них тиску згоряння.

Широко поширені конструкції насосів з регульовальним болтом, вкручувати в штовхач, а з іншого боку - що впирається в плунжер. Якщо, не змінюючи положення кулачної шайби, вивернути даний болт, то він підніме плунжер, який зі свого нижнього положення раніше досягне момент перекриття припливних отворів, тобто кут випередження подачі палива і тиск

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						43
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

згоряння збільшаться. Конкретні рекомендації встановлює завод-виготовлювач по гранях болта.

До аналогічного результату приведе установка більш товстих регулювальні шайби під плунжером на насоси з відповідним компонуванням. Установка прокладок під корпус насосної секції підніме її щодо кулачної шайби. Вона буде пізніше набігати на ролик штовхача і кут випередження подачі палива зменшиться. І навпаки – видаленням, наприклад, однієї прокладки товщиною 0,4 мм можна збільшити тиск згорання на 0,1 МПа (1 кгс/см²). При цьому плунжер опускається, збільшується час до перекриття припливних отворів і збільшується кут випередження подачі палива.

Зустрічаються конструкції насосів, в яких невеликі зміни кута випередження подачі палива досягаються зміщенням насоса в площині обертання кулачної шайби в межах спеціально встановлених обмежувачів.

3.4 Ремонт та технічне обслуговування паливної апаратури двигуна

3.4.1 Демонтаж та монтаж ПНВТ

1) Демонтаж

1.1) Спустошити паливну систему (кран спуску на протилежному боці з'єднання над подвійним паливним фільтром).

1.2) Демонтувати трубопроводи змащення (рис. 3.7) на паливному насосі.

1.3) Послабити з'єднання регулюючої рейки паливного насоса (рис. 3.7) з регулювальним валом і повністю всунути регулюючу рейку в паливний насос.

1.4) Послабити тримач стоп-циліндра (3) на паливному насосі.

1.5) Послабити натискні гвинти (11) (рис. 3.8), підкачати важелем елемент поперечного навантаження напірного паливопроводу впорскування з

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						44
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

кришкою (12) і потім потягнути наліво з головки циліндра і паливного насоса. Всунути гільзу (13) вліво в головку циліндра.

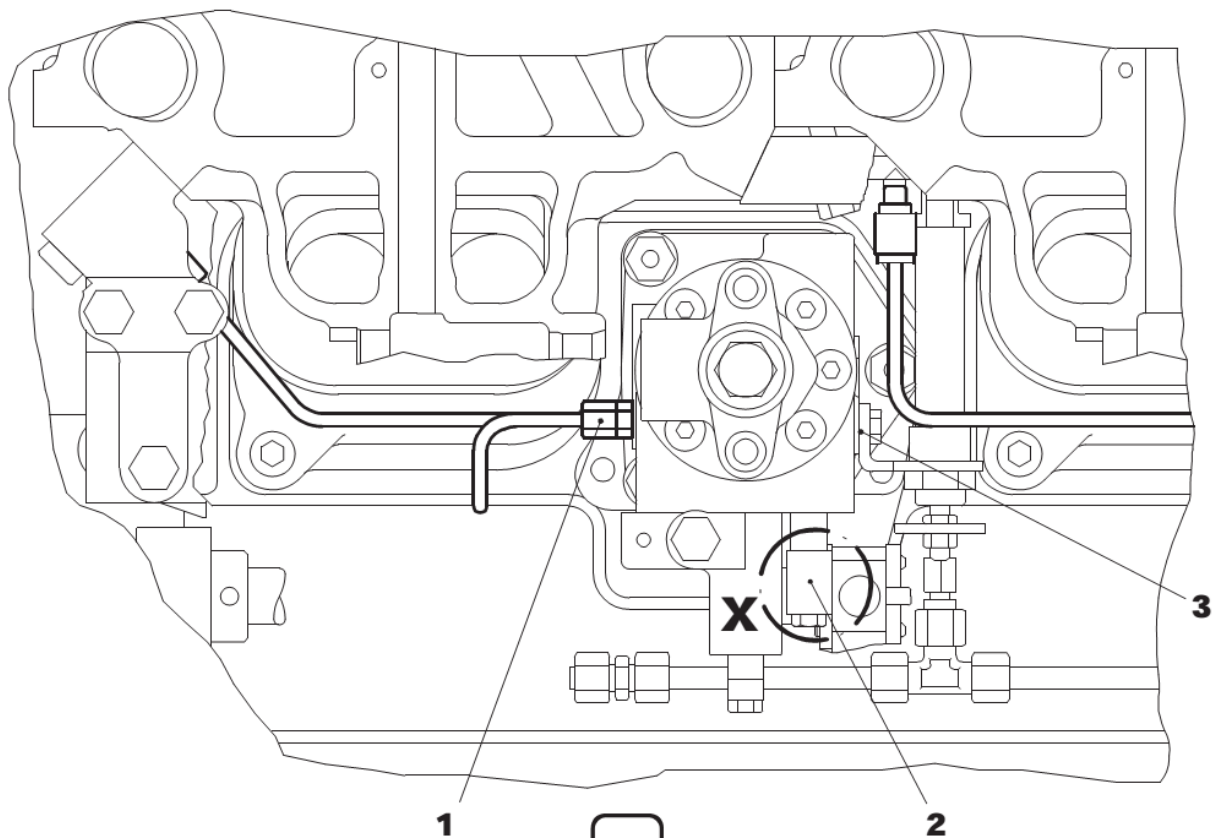


Рисунок 3.7 – Демонтувати трубопроводів змащення на ПНВТ

1.6) Послабити трубопровід-коллатор розподільника палива.

1.7 Рівномірно послабити гайки (14) кріпильних гвинтів на паливному насосі і підняти паливний насос з корпусу кривошипа циліндра.

Не видаляти дистанційні щитки (23), що належать циліндру (рис. 3.9).

Обережно! Натяг пружини приводу паливного насоса протидіє паливному насосу.

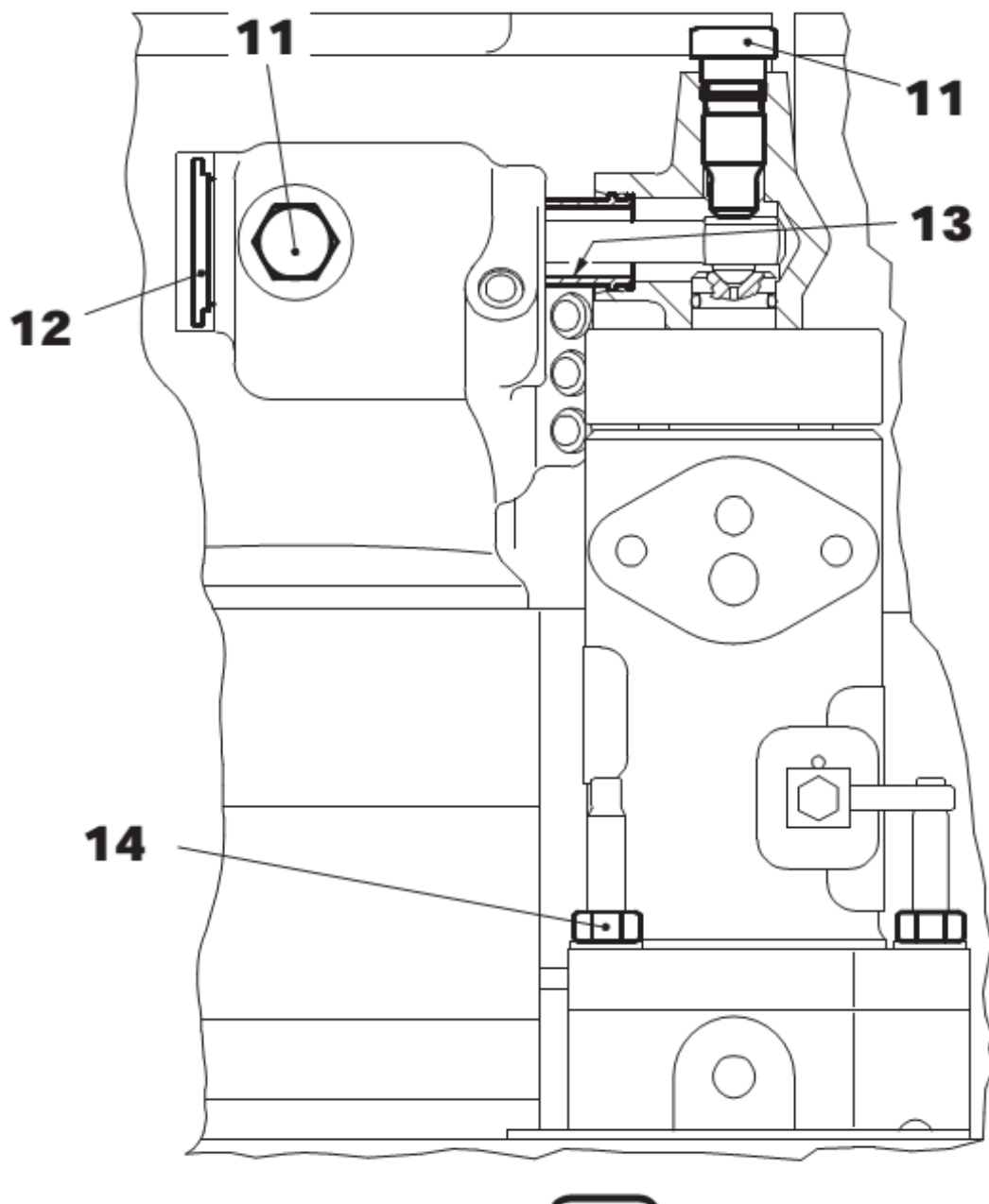


Рисунок 3.8 – Послаблення натискних гвинтів ПНВТ

2) Монтаж

Для полегшення монтажу перевірити колінвал двигуна так, щоб балансир (21) приводу паливного насоса розташовувався на основному колі носка впорскування.

2.1) Почистити поверхні прилягання паливного насоса.

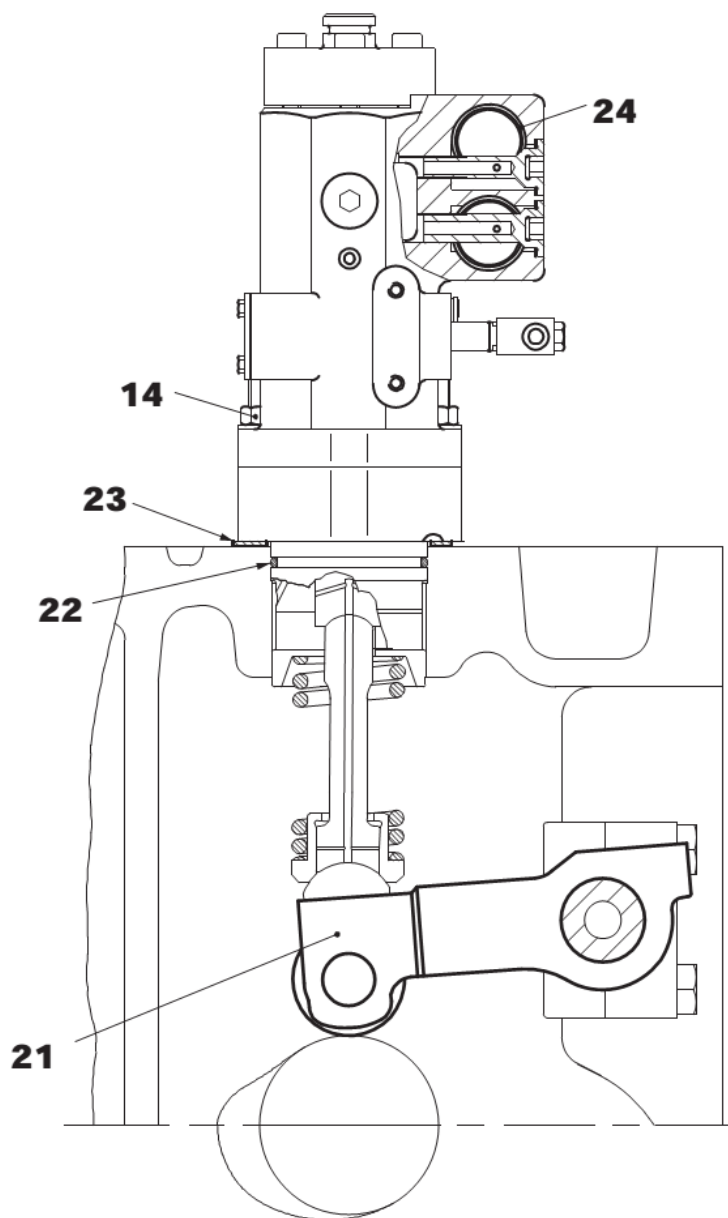


Рисунок 3.9 – Монтаж паливного насосу високого тиску

2.2) Оновити кільця круглого перетину нижньої половинки пружного диска (22) (рис. 3.9) і місця приєднання трубопроводу-коллектора розподільника палива (24).

2.3) Розмістити клапанну форсунку над гвинтами для кріплення.

2.4) Змастити різьблення і поверхню прилягання гайок (14) (рис. 3.9) пастою Molykote "G-Rapid Plus" і підтягнути паливний насос на його місце за допомогою рівномірного затягування гайок.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		47

Обережно! Натяг пружини приводу паливного насоса протидіє паливному насосу.

2.5) Затягнути гайки (14) з моментом обертанням $M = 50 \text{ Нм}$.

2.6) Підключити трубопровід мастила (1) (рис.3.7) до паливного насоса і пригвинтити тримач для стоп-циліндра (3).

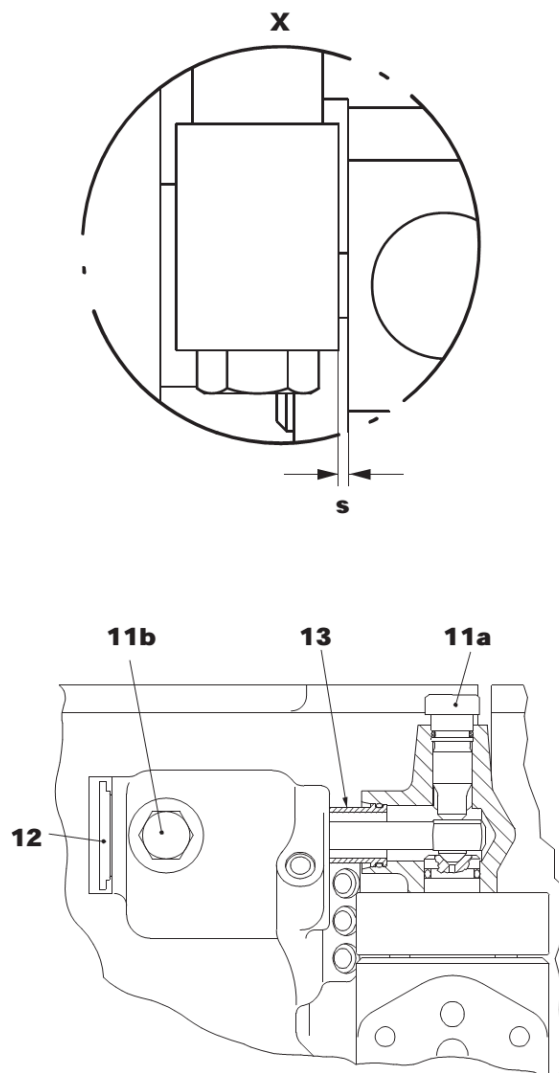


Рисунок 3.10 – Зазор між шарнірним важелем і регулюючою рейкою

Обслуговування:

2.7) З'єднати регульований вал з регулюючою рейкою (2) паливного насоса. Дотримувати зазор "s" між шарнірним важелем і регулюючою рейкою в 0,5 мм (рис. 2.10) і забезпечити легкість ходу регулюючої рейки.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						48
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

2.8) Всунути елемент поперечного навантаження напірного трубопроводу впорскування з кришкою (11) (рис. 3.10) в протилежній демонтажу послідовності в кришку циліндра і паливний насос. Затягнути спочатку нажимний гвинт (11a), потім нажимний гвинт (11b) з моментом обертання $M = 85 \text{ Нм}$.

Всунути гільзу справа в паливний насос (13).

2.9) Змонтувати трубопровід-коллектор розподільника палива.

2.10) Прокачати паливну систему резервним насосом.

При необхідності демонтувати паливний насос, почистити всі деталі і, якщо необхідно, замінити.

3.4.2 Розбирання та збирання

Інструменти:

Динамометричний (гайковий ключ) 20...90 Нм, допоміжний засіб – паста Molykote "G-Rapid Plus або рівноцінний продукт.

Всі деталі паливного насоса виготовляються в спеціальних майстернях з найвищим ступенем точності. Тільки так можна забезпечити їх бездоганне функціонування. При проведенні ремонтних робіт звертати увагу на те, щоб окремі вузли насоса такі, як наприклад, регулююча гільза, яка регулює рейка, циферблат та інші залишалися у відповідному корпусі.

Плунжер і спрямовуюча повинні замінюватися тільки разом. Для того, щоб мати можливість проведення недорогого ремонту елементів, які вимагають ремонту, зазначені елементи слід відправляти в комплекті і так, щоб не було можливості їх змішування. Притиральні поверхні повинні консервуватися, їх не можна торкатися пальцями.

1) Розбирання

1.1) Провести зовнішню чистку паливного насоса.

1.2) Видалити для огляду протиударні гвинти (1) і (2) (рис. 3.11).

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						49
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.3) Затиснути верх паливного насосу з його нижньою частиною (3).

Обережно, натяг пружини!

1.4) Рівномірно послабити гвинти з циліндричною головкою (34) (рис. 2.12).

Підняти нижню частину паливного насоса (33) з нижньою пружинною тарілкою (5) (рис. 3.11) з корпусу паливного насоса. Звертати увагу на фіксуєчий штифт.

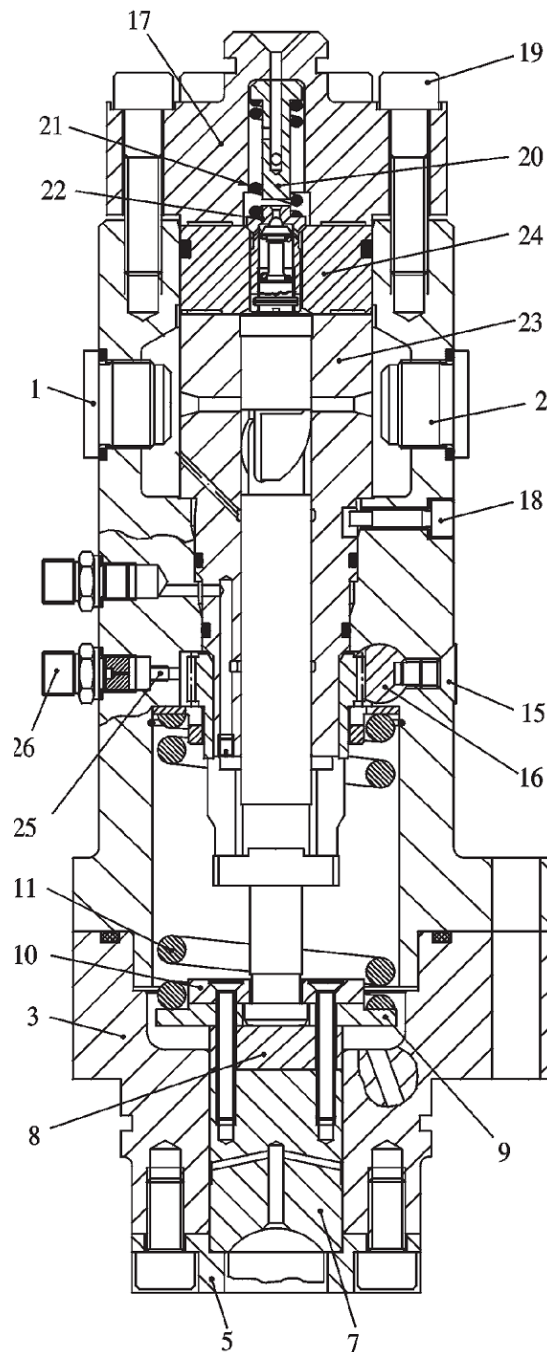


Рисунок 3.11 – Паливний насос високого тиску

1.5) Демонтувати з корпусу паливного насоса (6) наступні окремі деталі:

штовхач (7), опорну планку (8), розпірку (9), пазовий диск (10) (литий блок), пружину насоса (11), пружинну тарілку (12), регулюючу гільзу (13), поршень насоса (14).

1.6) Вигвинтити гвинт направляючої (15), витягти регулюючу рейку з паливного насоса (16) з корпусу паливного насоса (6) і перевірити зубчасте зачеплення.

1.7) Затиснути в верхньому напрямку корпус паливного насоса (6) з тримачем клапана (17). Вигвинтити орієнтуючий гвинт (18).

1.8) Послабити гвинти з циліндричною головкою (19) і підняти тримач клапана (17). Звертати увагу на упори (20), пружину напірного клапана (21) і напірний клапан (22).

1.9) Витягнути направляючу поршня (23) і зняти навантаження постійного тиску (24) за допомогою відповідного дерев'яного кругляка з корпусу паливного насоса (6)

1.10) Демонтувати дросельний гвинт спуску палива (30) (рис. 2.13) і дросельний гвинт подачі палива (31)

1.11) Почистити всі деталі газойлем і жорсткою щіткою і продути стисненим повітрям. Перевірити отвори мастила на прохідність.

1.12) Замінити всі кільця круглого перетину і кільця ущільнювачів.

Вкласти кільця круглого перетину в нескрученому стані в канавки, не тягти через гострі краї вузлів.

При візуальному контролі в особливості звертати увагу на наступні ознаки зносу:

— плунжер насоса: ризки на поверхні, знос напрямних кромок (внаслідок кавітації і ерозії)

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						51
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

– направляюча поршня: різки в ходовій поверхні поршня, ковзаюче сидло поршня в напрямній протиударних гвинтів, кавітація напірного клапану, пошкоджені ущільнюючі поверхні, пошкоджене внаслідок ударів сидло, зношена пружина стиснення, розпирка, штовхач, дефекти поверхні прилягання плунжера насоса і напрямної штовхача, отвори подачі та відведення палива в сполучному фланці з кавітацією, вимойками.

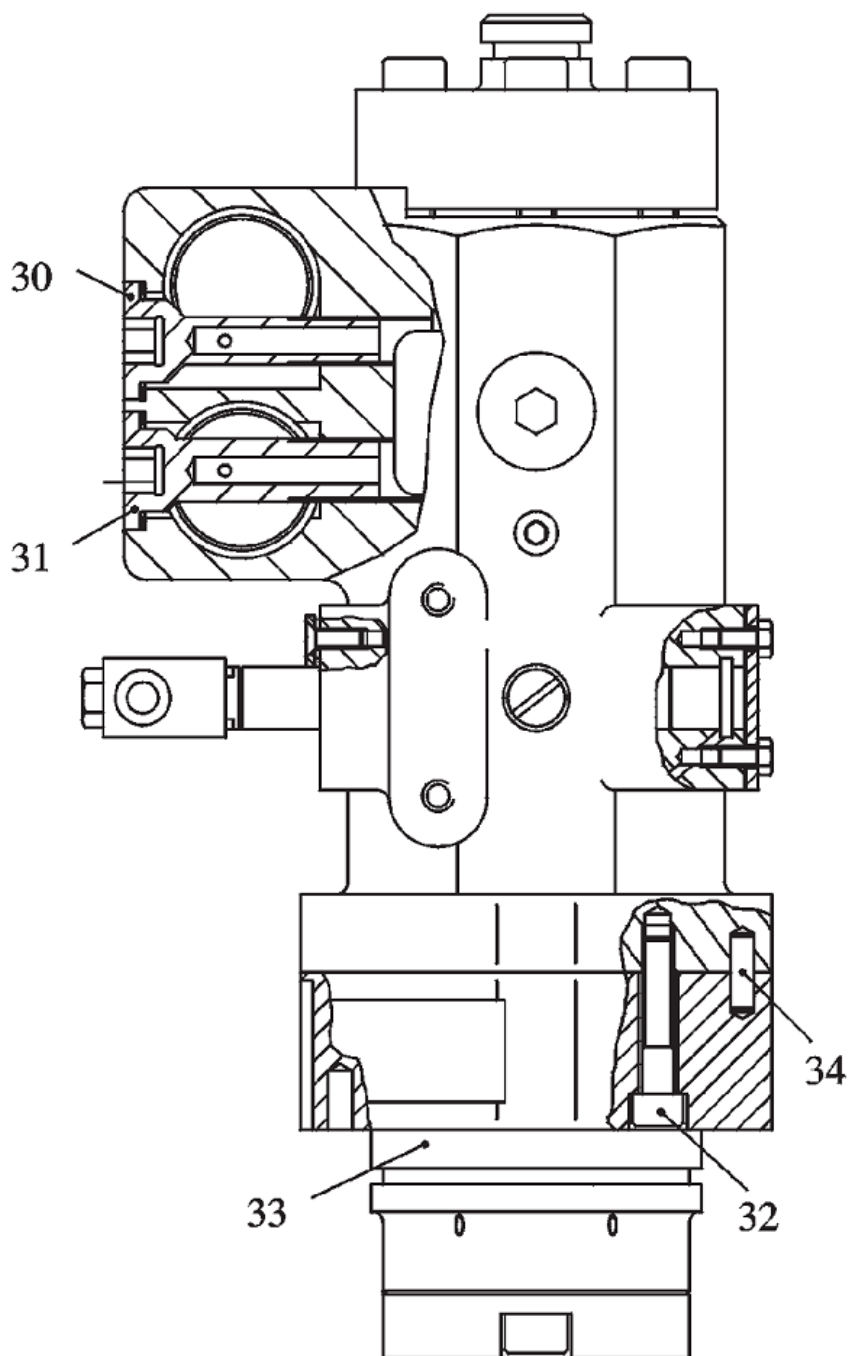


Рисунок 3.12 – Демонтаж дросельного гвинта спуску палива

2) Збирання

2.1 Монтаж проводиться в зворотному демонтажу послідовності.

При збиранні звертати увагу на орієнтування направляючої плунжера і на відповідність маркування гільзи - плунжера насоса.

2.2) Змастити тонким шаром абсолютно чистої пасти Molykote "G-Rapid Plus" поверхні ущільнювачів між поверхнею зняття навантаження та дотичних (24) (рис. 3.12) і направляючої поршня (23).

2.3) Змастити різьблення і поверхні прилягання наступних гвинтів пастою Молікоте Molykote "G-Rapid Plus" і перехресно затягнути їх з моментом обертання затяжки:

- гвинт з циліндричною головкою (4) $M = 25 \text{ Нм}$;
- гвинт з циліндричною головкою (19) $M = 45 \text{ Нм}$;
- протиударні гвинти (1) і (2) $M = 50 \text{ Нм}$.

При демонтажі нижньої тарілки клапана (5) гвинт з циліндричною головкою (25) $M = 45 \text{ Нм}$.

2.4) Перевірити легкість ходу регулюючої рейки.

3.4.2 Демонтаж та монтаж паливної форсунки

Клапанна форсунка Обслуговування / Демонтаж і монтаж

Допоміжні засоби – паста Molykote "G-Rapid Plus" та високотемпературна паста для різьблення Dag S-5080.

Перед початком робіт в системі впорскування рекомендується перехід при режимі важкого палива на легке паливо для того, щоб ретельно очистити паливну форсунку.

1) Демонтаж

1.1) У режимі генератора відключити резервний насос змащення мастилом та насос попереднього змащення.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						53
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

1.2) Послабити натискні гвинти (1) і (2) (рис. 3.13), і видалити їх. Підважити важелем елемент поперечного навантаження (3) з кришкою (4) і потягнути вліво відносно паливного насоса і головки циліндра.

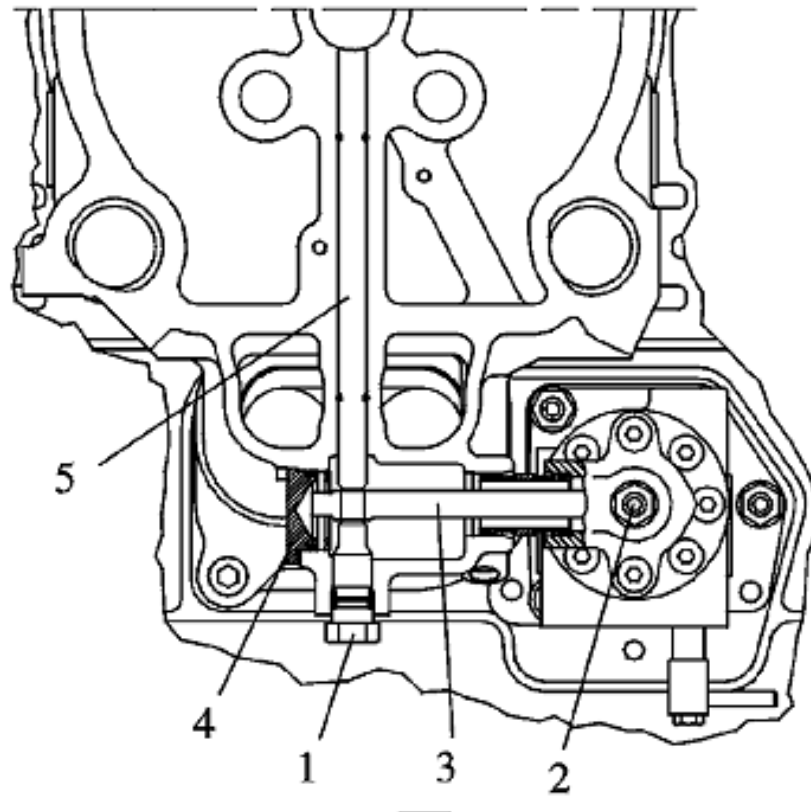


Рисунок 3.13 – Послаблення натискних гвинтів форсунки

1.3) Витягнути елемент радіального навантаження (5) приблизно на 20 мм.

1.4) Послабити гайки (15) (рис. 3.14) напрямних гвинтів (11) і видалити їх.

1.5) Зняти фланець (12) (рис. 3.14) і насадити його розгорнутим на 180° через установчі штифти (11) (див. рис. 3.13).

1.6) Пригвинтити інструмент для демонтажу (W1) (рис. 2.14) на регулювальний гвинт (13) тримача форсунки (14). Вигвинтити вгору тримач форсунки фланця (12) з гнізда.

1.7) Витягнути клапанну форсунку на рим-болтом (W1) (рис. 3.14) з головки циліндра.

1.8) Видалити кільце з магнітномягкого заліза (17). Почистити отвір і гніздо форсунок (16) в кришці циліндра.

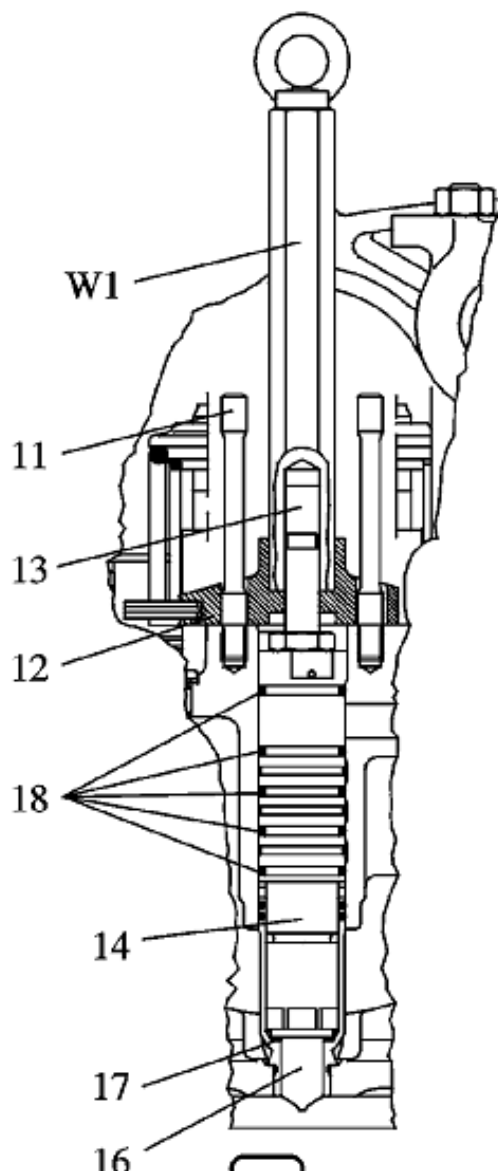


Рисунок 3.14 – Встановлення оснастки для демонтажу форсунки

1.9) Почистити ззовні клапанну форсунку і зробити перевірку функціонування форсунки впорскуванням (07.08.01 .пп).

1.10) Замінити кільце з магнітномягкого заліза (17) і всі кільця круглого перетину (18).

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		55

Використовувати тільки оригінальні запчастини МАК.

2) Монтаж

2.1) Злегка змастити різьбу установлювальних штифтів (11) (рис. 3.14), кільця круглого перетину (18) пастою Molykote.

Зайва паста повинна бути видалена!

Наявність зайвої пасти викликає небезпеку роздавлювання кілець круглого перетину в аретирній канавці головки циліндра!

Змастити кільце ущільнювача з магнітнотягкому залізі (17) і форсунці (16) високотемпературною пастою для змащування різьби проти пригорання.

2.2) Обережно вставити клапанну форсунку в головку циліндра. Змонтувати фланець (12) (рис. 3.15) і затягнути гайки (15) (рис. 3.15) моментом $M = 55 \text{ Нм}$.

2.3) Знову послабити гайки (15) на один оборот.

2.4) Всунути елемент радіального навантаження (5) (рис. 3.14).

2.5) Змонтувати елемент поперечного навантаження (3).

2.6) Поперемінно затягнути вручну натискні гвинти (1 і 2), так як елемент поперечного навантаження з конічним гніздом прилягає до клапанної форсунки.

2.7) Затягнути спочатку нажимний гвинт (2), потім – натискний гвинт (1) з моментом $M = 85 \text{ Нм}$.

2.8) Ще раз затягнути гайки (15) (рис. 3.16) моментом $M = 30 \text{ Нм}$.

Утворення тромбів, або коксовий осад на форсунках дають підстави припускати недостатнє охолодження форсунки. І навпаки, відання іржі і вимойки є наслідком занадто низької температури форсунок і / або занадто низької температури наддувочного повітря або води в наддувочного повітря.

Бездоганне функціонування форсунок всприска може бути оцінено виключно за характеристиками температур відпрацьованих газів або за характеристиками диму.

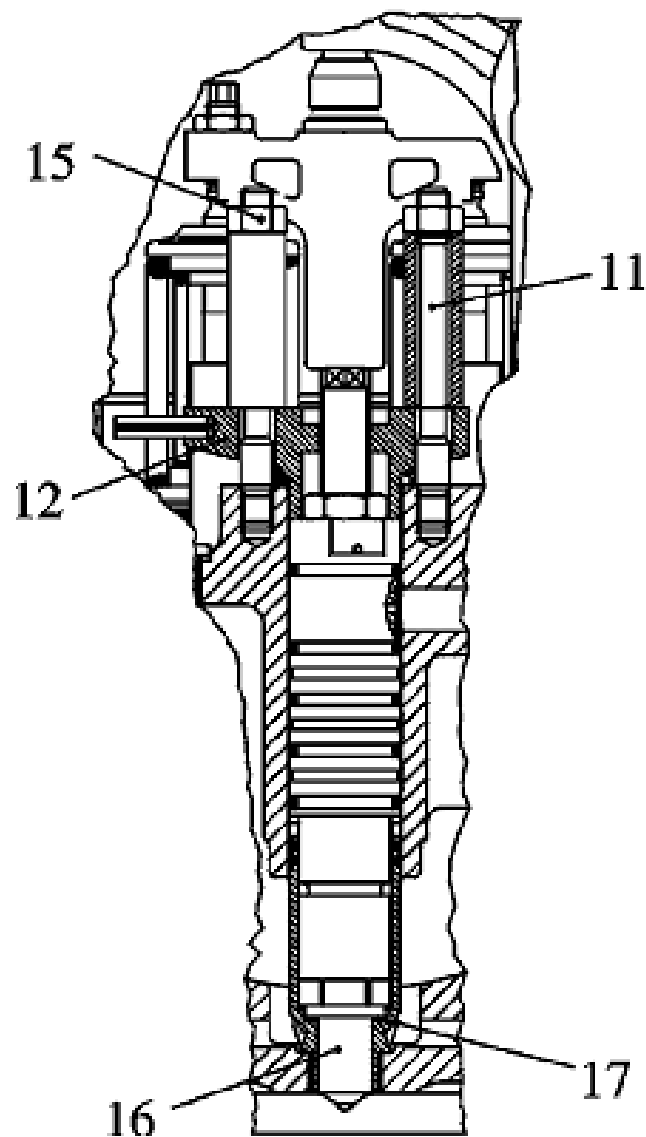


Рисунок 3.15 – Монтаж паливної форсунки

Контроль клапанної форсунки слід робити тільки при однозначному відхиленні температури відпрацьованих газів від середнього значення.

Погане впорскування в контрольному пристосуванні при форсунках важкого палива часто має своєю причиною дефектне прополаскування клапанної форсунки дизельним маслом перед перевіркою. Перш, ніж замінити форсунку впорскування, її необхідно ще раз ґрунтовно почистити.

Падіння тиску в отворі до 20 бар після закінчення короткого часу експлуатації (ознаки усідкі пружин і форсуночного голки) є нормальним.

3.4.3 Обслуговування та регулювання паливної форсунки

1) Очистити форсунку жорсткою щіткою (НЕ дрітчастою щіткою) від коксових опадів.

2) Провести контроль свердлення отворів форсунок на наявність гострих кромek, іржі і пошкоджень.

3) Вставити клапанну форсунку з адаптером (2) (рис. 3.16) в контрольний пристрій форсунок (W1) і підключити напірну трубу (W3).

4) Повільно піднімати насосом тиск до тих пір, поки клапанна форсунка не почнеться впорскувати. Тиск отворів форсунок дивись Сертифікат стендових і гальмівних випробувань А1.10.

4.1) При відхиленнях тиску впорскування послабити контргайку (1) і підгвинчувати регулювальний гвинт (2) до тих пір, поки не буде встановлено правильний тиск впорскування. Затягнути контргайку (1).

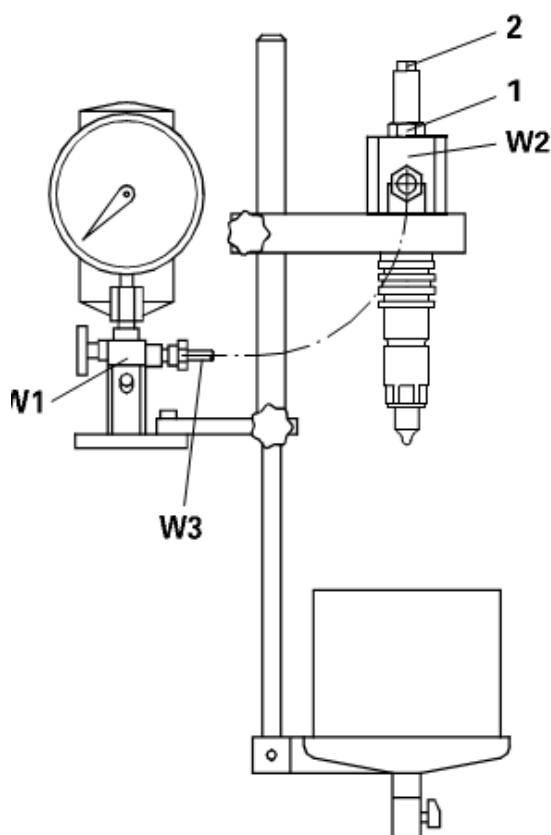


Рисунок 3.16 – Контрольний пристрій паливних форсунок

Ремонт паливної форсунки

Допоміжний засіб: Паста Molykote" G-Rapid Plus" або рівноцінний продукт

Демонтаж клапанної форсунки слід проводити тільки тоді, коли перевірка (07.08.01 .пп) покаже дефекти (наприклад, місця витоку, занадто малий тиск впорскування, погане впорскування).

Всі деталі системи впорскування виготовляються з найвищою точністю в спеціальних майстернях. Тільки так може бути забезпечено бездоганне функціонування. З цієї причини ремонт у користувача – неможливий і повинен обмежуватися необхідними роботами з технічного обслуговування такими, як

- чищення;
- перевірка тиску впорскування і герметичності;
- заміна зношених деталей із застосуванням оригінальних запчастин і елементів заміни.

Для забезпечення недорогого ремонту, елементи, що підлягають ремонту, слід надсилати в комплекті, вони повинні бути застраховані від змішування.

1) Розбирання

1.1) Послабити гайку (1) (рис. 3.17) і, за рахунок викручування установочного шпінделя (3), зняти навантаження з пружини стиснення (2).

1.2) Послабити гайку форсунки (4) поворотом вліво і вигвинтити.

1.3) Зняти голкою елемент форсунки (5), не пошкодивши поверхню і не доторкнувшись до них пальцями. Звертати увагу на циліндричний штифт (6).

1.4) Вигвинтити регулювальний гвинт, провести візуальний контроль пружини стиснення і болта стиснення (7).

1.5) Почистити всі деталі газойлем.

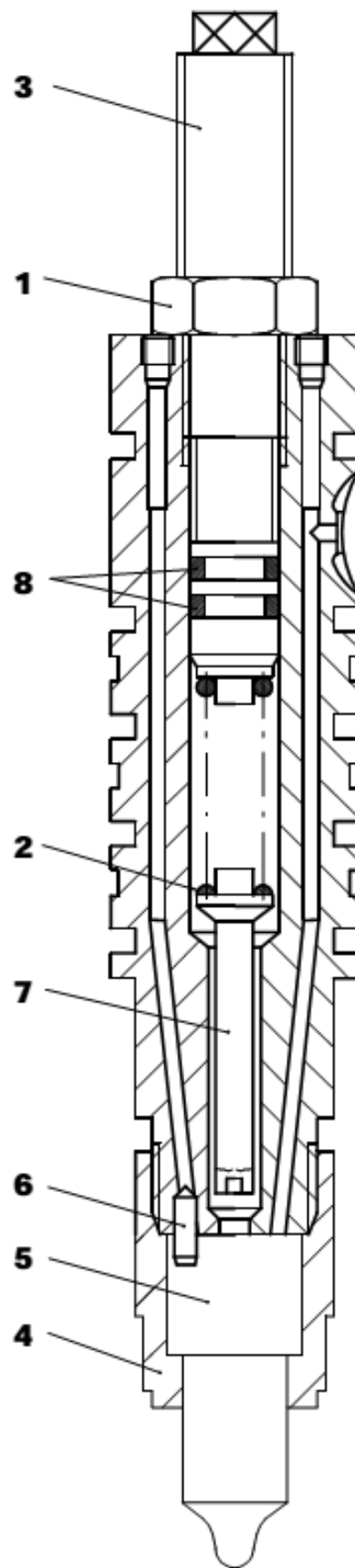


Рисунок 3.17 – Паливна форсунка

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		60

1.6) Вставити голку форсунки з газоллю в елемент форсунки і перевірити, чи потрапить голка форсунки під власною вагою в гніздо. При зависанні або защемленні голки замінити її разом з елементом.

1.7) Піддати візуальному контролю всі деталі, особливо гніздо і ущільнювальні поверхні. Дефектні деталі замінити.

2) Збирання

2.1) Досушити витерти чистим папером всі поверхні ущільнювачів.

2.2) Замінити круглі кільця ущільнювачів (8).

2.3) Змастити пастою "(Molykote" G-Rapid Plus " різьблення корпусу клапанної форсунки.

2.4) Монтаж клапанної форсунки проводиться в зворотній демонтажу послідовності.

2.5) Затягнути гайку форсунки (4) з моментом обертання $M = 250_{-20}$ Нм.

2.6) Відрегулювати клапанну форсунку згідно 07.08.01 .пп.

3.4.3 Обслуговування та ремонт здвоєного паливного фільтра

Допоміжні засоби – рідина "Filterclean" фірми Vecom або рівноцінний продукт.

Проводити обслуговування і технічний нагляд фільтра з найбільшою ретельністю для того, щоб уникнути перешкод в системі впорскування палива.

У режимі важкого палива ніколи не охолоджувати фільтри наповненими!

Періодичність чищення фільтра залежить в значній мірі від умов експлуатації двигуна, якості палива і якості сепарації палива і, таким чином, від варіанту виконання установки.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						61
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Після введення в експлуатацію нової установки або після проведення робіт на системі трубопроводів палива проводити контроль фільтра після закінчення 24 годин і, якщо необхідно, почистити.

Обслуговування

1) Переключити на чисту фільтрувальну камеру. Процес перемикання (дивись заводську табличку на кришці фільтра).

2) Чистка

2.1 Під час нормального режиму двигуна фільтри чистити, коли стають видні 50 % червоного поля індикації різниці тиску (1) (рис. 3.18) або лунає аварійна сигналізація фільтра.

2.2) Зняти кришку відключеною фільтрувальної камери.

Зняти тиск в фільтрувальній камері!

2.3) Відкрити злив грязі і спустошити фільтрувальну камеру.

2.4) Послабити самофіксуючу гайку (2) (рис. 3.18) на тяговому якорі (3) і по-окремо витягти сітчасті елементи (X).

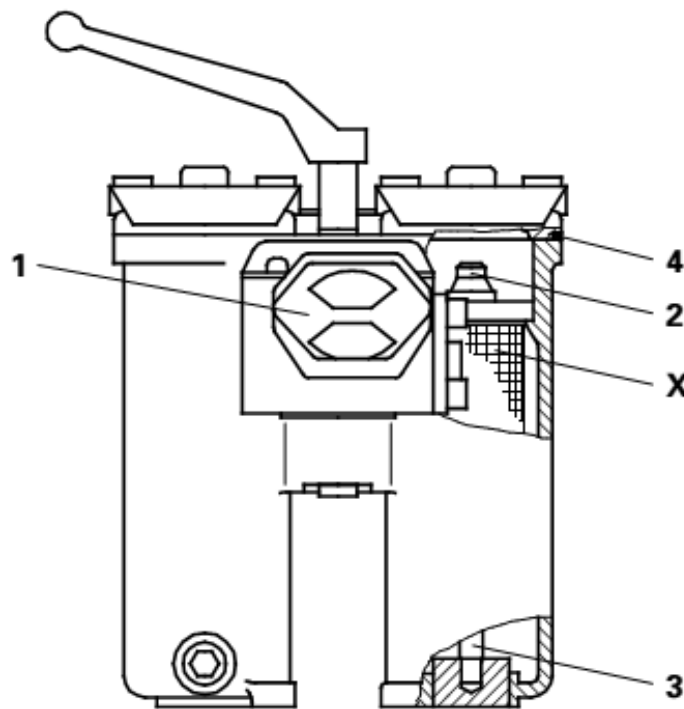


Рисунок 3.18 – Здвоєний паливний фільтр

2.5) Помістити окремі сітчасті елементи в посудину з чистячою рідиною і почистити м'якою щіткою

2.6) Продути зсередини очищені сітчасті елементи миючим пістолетом W1 (рис. 2.19), рухаючи його зверху вниз (чиста сторона). Тиск повітря прибл. 0,4 МПа.

2.7) Для видалення присохлого бруду (залакіровка, утворення кірок, волокно, стружки) помістити сітчасті елементи в посудину з чистячою рідиною і замочити їх згідно з інструкціями виробника миючого засобу на 4 години.

Рівень рідини повинен досягати тільки до нижнього краю верхнього краю сітки для того, щоб запобігти затікання брудної рідини зверху на чисту сторону.

2.8) Витягти сітчасті елементи і обробити їх відповідно до послідовності проведення робіт 2.5 і 2.6.

2.9) Якщо необхідно, повторити процес чистки відповідно до послідовності робіт 2.7 і 2.8.

2.10) Прополоскати сітчасті елементи в чистому розчині для чищення та ще раз продуті.

2.11) Провести контроль тканини окремих сітчастих елементів зсередини і зовні на наявність пошкоджень і, якщо буде потрібно, замінити їх.

Окремі сітчасті елементи підключені паралельно. При пошкодженні одного сітчастого елемента весь фільтр в цілому не працездатний.

2.12) Позаду тканини розмістити сильне джерело світла і перевірити наскільки ефективною була чистка.

2.13) Знову змонтувати сітчасті елементи (х) (рис. 3.19) один в іншому, вставити в фільтрувальну камеру і злегка затягнути гайку (2).

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						63
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

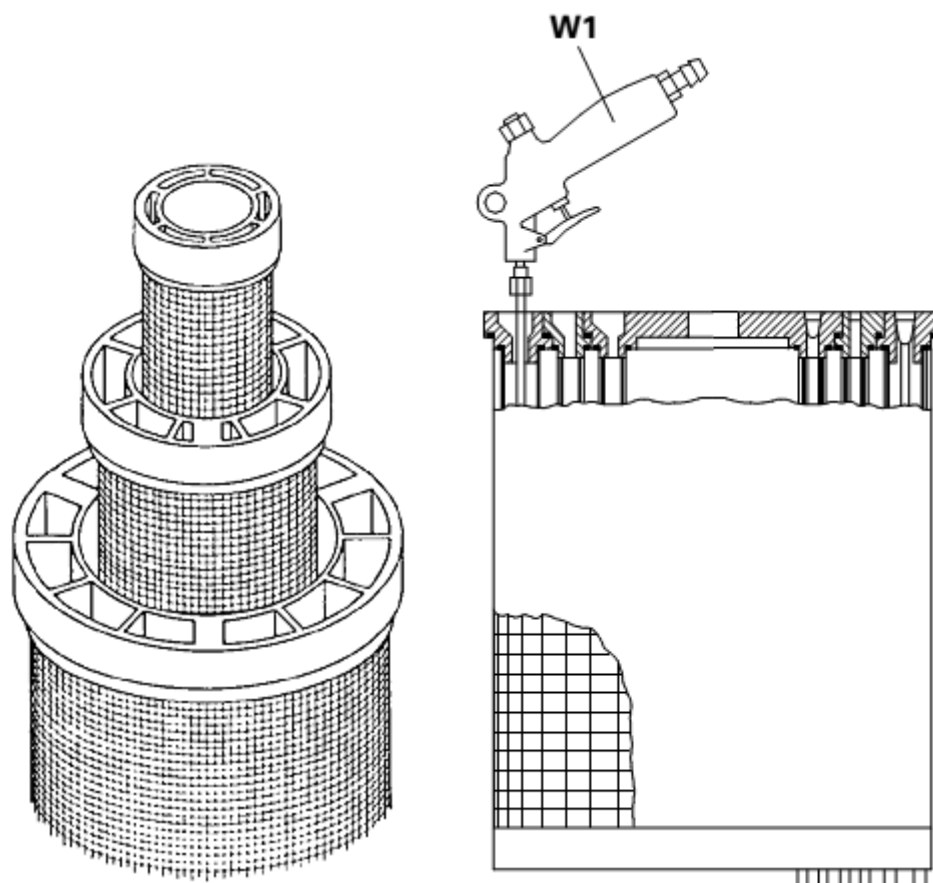


Рисунок 3.19 – Фільтрувальні елементи паливного фільтра

2.14) Замінити ущільнення (4) і змонтувати кришку.

2.15) Заповнити фільтрувальну камеру і спустити повітря (дивись заводську табличку на кришці фільтра).

3.4.4 Обслуговування та ремонт трубопроводу-колектора розподільника палива

1) Демонтаж

1.1) Спустошити трубоводи-коллектории розподільника палива (2).

(Кран для спустошення на стороні протівомуфти через подвійний фільтр палива).

1.2) Демонтувати облицювання.

1.3 Демонтувати пружинні стопорні кільця (1) тільки з одного боку.

1.4 Всунути до упору паливоподаючі трубопроводи (2) в паливопідкачуючий насос (5).

1.5 Демонтувати паливопідкачуючий насос (3) (07.02.01 .пп).

1.6 Витягти паливопідкачуючі трубопроводи (2) з насоса (5).

2) Монтаж

2.1) Вкласти нові кільця круглого перетину (4) з зеленим мастильним змащенням в обох паливопідкачуючих насосах.

2.2) Всунути до упору без пружинних стопорних кілець наконечники паливоподаючих трубопроводів в паливопідкачуючий насос (5).

2.3) Змонтувати паливопідкачуючий насос (3).

2.4) Всунути до упору паливопідкачуючі трубопроводи (2) в паливопідкачуючий насос (3).

2.5) Змонтувати пружинні стопорні кільця (1).

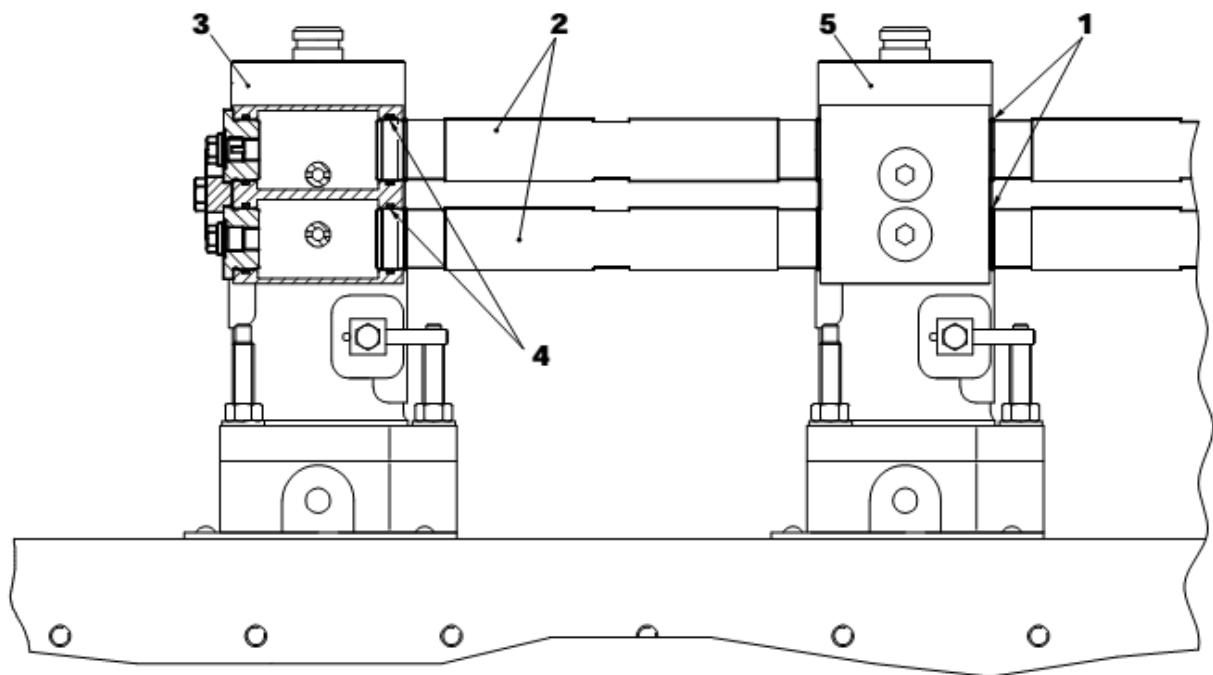


Рисунок 3.20 – Трубопровід-колектор розподільника палива

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

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 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 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.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						66
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 суднового 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).

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.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 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 заздалегідь виявлені й зроблені дії, які попередять їх розвиток. Відповідно до

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						68
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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.

4.2 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:

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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						69
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

Шкідливі:

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

4.3 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 неізольованих токоведучих частин

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						70
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

електроустаткування; поява напруги на нетоковедучих 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 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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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].

4.4 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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						72
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 звукобійні 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,

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						73
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

звукоізоляцію, пружні ущільнювачі. Припустимий рівень широко-смугастого 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 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.

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						74
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 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

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						75
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

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 сходінках 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 сходінках трапа - 20 лк.

4.5 Техніка безпеки при ремонті паливного насосу високого тиску

Перед початком робіт необхідно переконатися, що

- двигун зупинений;
- пускове повітря перекрито;
- 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 клинкети повинні мати покажчики напрямку «Відкрито» і «Закрито». Забороняється користуватися органами управління, що не мають

					ПННІ НУК 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						76
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

фіксуючих пристроїв, які виключають їх мимовільне зсування та переміщення.

Перед пуском механізмів або пристроїв необхідно:

- відповідно до інструкції з обслуговування переконалися 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.

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 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						77
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У ході підготовки та написання даного дипломного проекту було проаналізовано конструктивні особливості чотиритактного середньообертового двигуна МАК М20. В результаті проведеного аналізу було встановлено, що, завдяки створенню сучасної концепції фірмою виробником та використанню оригінальних технічних рішень, двигун широко застосовуватися на судах.

Проте, завжди актуальною для суднових двигунів внутрішнього згоряння лишатиметься проблема надійної роботи всіх механізмів та двигуна в цілому. Для вирішення цієї проблеми необхідно своєчасно та ефективно проводити технічне обслуговування та ремонт механізмів та систем, оскільки їх елементи піддаються значному навантаженню. Одними з найбільш навантажених є деталі паливного насосу високого тиску, тому, в ході виконання роботи, значна увага приділена його ремонту та обслуговуванню.

Також проведено розрахунок робочого циклу двигуна за методикою Грінівецького - Мазінга, встановлено, що вказані параметри не перевищують значень, наведених фірмою-виробником.

В окремому розділі розглянута нормативно-правова та законодавча база охорони праці на судах, проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які мають місце під час експлуатації, ремонту та технічного обслуговування деталей газорозподільного механізму. Пророблено питання техніки безпеки при ремонті деталей газорозподільного механізму.

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 131.4.1.24.01.ПЗ	Аркуш
						79
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.