

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

Кафедра «Енергетичне машинобудування»

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

_____ 2022 р.
« ____ » _____

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: Підвищення ефективності роботи газового двигуна за рахунок зменшення величини тиску механічних втрат.

Виконав:

студент групи 61-ТЕМмаг-21

_____ ***Миронюк Д. А.***

(підпис)

Керівник роботи:

доцент кафедри ЕМ, к.т.н., доцент

(посада, науковий ступень, вчене звання)

_____ ***Доценко С. М.***

(підпис)

Первомайськ - 2022 р.

Анотація

Представленні аналіз факторів які впливають на величини тиску механічних втрат. Більшу частину втрат на тертя приходить на поршневу групу (55-65%). Це обумовлено високими значеннями температури поршневих кілець, високим тиском поршневих кілець на втулку циліндра. Ці недоліки стають більш відчутними під час збільшення теплових навантажень що відбувається при роботі на газоподібному паливі. Для збільшення надійності роботи пропонується конусне кільце. При роботі цього типу кілець весь тиск буде концентруватися на нижній вузькій кромці.

Проведенні розрахунки величини зменшення механічних втрат за рахунок зміни конструкції робочого профіля компресійних кілець.

Ключові слова: газоподібне паливо, робочий профіль компресійного кільця, механічні втрати, поршнева група, ефективні показники двигуна.

Annotation

The analysis of factors affecting the pressure of mechanical losses is presented. Most of the friction losses are in the piston group (55-65%). This is due to the high temperature values of the piston rings, the high pressure of the piston rings on the cylinder bushing. These disadvantages become more noticeable during the increase in thermal loads that occur when working on gaseous fuels. To increase the reliability of work, a tapered ring is offered. When working this type of ring, all pressure will be concentrated on the lower narrow edge. Carrying out calculations of the amount of reduction in mechanical losses by changing the design of the working profile of compression rings.

Keywords: gaseous fuel, working profile of the compression ring, mechanical losses, piston group, engine efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ОПИС ДВИГУНА	
1.1 Інформація про об'єкт використання двигуна	8
1.2 Опис конструкції базового двигуна	10
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ	
2.1 Вибір основних параметрів для розрахунку робочого процесу	14
2.2 Розрахунок робочого процесу газового двигуна	17
2.3 Розрахунок та побудова індикаторної діаграми	27
2.4 Розрахунок теплового балансу дизельного двигуна	32
2.5 Динамічний розрахунок двигуна	38
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ТИСКУ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ	
3.1 Аналіз факторів які впливають на величини тиску механічних втрат	47
3.2 Пропозиції по вибору параметрів компресійного кільця	48
3.3 Розрахунки, що підтверджують працездатність розробки	49
3.4 Розрахунок величини зменшення механічних втрат в двигуні	51
Висновок	54
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
4.1 Заходи з охорони праці	55
4.2 Охорона навколишнього середовища	57
4.3 Заходи щодо зниження шуму та вібрації	59
4.4 Протипожежні заходи	63
4.5 Техніка безпеки при експлуатації газового двигуна	66

					<i>ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ</i>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Миронюк Д.			<i>Пояснювальна записка</i>	Літ.	Арк.
Перевірів		Доценко С.М					3
							3
Н. контр.		Доценко С.М				61-ЕМ-21	
Затвердив		Нестеренко					

ВИСНОВКИ

67

ЛІТЕРАТУРА

69

ДОДАТКИ:

1. Габаритне креслення ГК Ф-А1
2. Поперечний переріз двигуна СК Ф А-1
3. Повздовжній переріз двигуна СК Ф-А1
4. Шатунно - поршнева група Ф-А1
5. Кільце компресійне РК Ф-А1
6. Специфікація двигуна Ф-А4

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Аркуш
						4
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Газоподібні палива разом із рідкими моторними паливами, такими як бензин та дизельне паливо, найбільш широко використовуються для поршневих двигунів внутрішнього згорання. Газоподібні палива мають як переваги так і недоліки.

Переваги газоподібного палива в порівнянні з бензином та дизельним паливом:

- *Антидетонаційна стійкість.* Октанове число зріджених нафтових вуглеводневих газів - 103-105, що практично не припускає детонації.

- *відсутність шкідливих домішок.* Газ не містить шкідливих домішок (свинець, сірка), які на хімічному рівні руйнують деталі камери згорання, каталітичний нейтралізатор і лямбда-зонд.

- *дифузія.* Газ легко змішується з повітрям і рівномірно наповнює циліндри однорідною сумішшю. Газова суміш згоряє повністю, не створюючи нагару на поршнях, клапанах і свічках запалювання;

- *стабільність агрегатного стану.* Газ надходить у двигун в газоподібній фазі, не змиває масляну плівку зі стінок циліндрів і не розріджує масло в картері.

- *швидкість горіння суміші.* Газ горить повільніше від бензину, знижуючи навантаження на циліндро - поршкову групу, двигун працює "м'якше" і тихіше.

- *екологія.* Вміст шкідливих речовин у викидних газах знижується в автомобілях з газовим обладнанням на 69%.

- *витік газу* менш пожежонебезпечний, ніж витік бензину. Рідке паливо, випаровуючись, протягом тривалішого часу створює вибухонебезпечну суміш із повітрям. Запалюється суміш бензину з повітрям в ширших межах (при нижчих і вищих концентраціях), ніж суміш газоповітряна[1].

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільш важливим питанням при використанні газу є раціональна організація робочого процесу двигуна. Заміна дизельного палива газом потребує заміни або конвертації дизельних двигунів на газові, які працюють за циклом Отто (з іскровим запалюванням).

Створення нової газової машини потребує великих капіталовкладень та часу. Найбільш перспективним у сучасних умовах для України є конвертація дизельних двигунів, які знаходяться в експлуатації, на газові або газодизельні.

Одним із варіантів використання поршневих двигунів які працюють на газоподібному паливі є використання когенераційних установок. Когенераційні установки використовують енергію газоподібного палива для отримання двох видів енергії – теплової та електричної. На сьогоднішній день перевага когенераційних установок – зменшення капітальних затрат на будівництво так як може розміщуватися в блочно-модульному варіанті. Електричний коефіцієнт корисної дії таких установок 40%, а загальний коефіцієнт корисної дії може досягати до 85%. Собівартість виробленої в таких установках електроенергії нижча в порівнянні з існуючими для виробництва. Термін роботи поршневих двигунів до 35 років із розрахунку роботи 8-9 тисяч годин на рік[2].

В двигунах використовуються різноманітні види газів: природний газ, супутній газ, шахтний газ-метан, генераторний газ, біогаз, а також інші види газоподібного палива. Такі установки відрізняються мінімальними рівнями вібрації і шуму, що дає можливість розміщення таких станцій в безпосередній близькості біля споживача.

Залежність від імпорту газу (Україна видобуває близько 18 млрд. м³ газу на рік) розглядається більшістю країн як питання національної, економічної й енергетичної безпеки. В умовах світової кризи і постійного зростання цін, одним з пріоритетних напрямків розвитку енергетики є

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

пошук альтернативних видів газів. Останнім часом все більш широке поширення набуває виготовлення біогазу.

Неухильне зростання вартості споживної енергії сприяло закріпленню за біогазовою галуззю популярності в останні два десятиліття. Біогаз перетворився з альтернативного джерела енергії в звичайний для багатьох підприємств у всьому світі.

З початку 90-х інтерес до біогазу в Західній Європі почав стабільно зростати. І з простих бочок з ручною системою перемішування, біогазові установки стали великими високотехнологічними, повністю автоматизованими комплексами по переробці будь-яких органічних відходів.

Мета роботи - дослідження можливості підвищення ефективності роботи газового двигуна 6 ГЧН 25/34 за рахунок зменшення величини тиску механічних втрат при використанні газоподібного палива.

Завданням роботи є аналітичним методом провести розрахунок робочого процесу газового двигуна, та розрахунок ефективності зменшення величини тиску механічних втрат за рахунок зміни конструкції робочого профіля компресійного кільця.

Об'єкт дослідження - Стаціонарний двигун-генератор Двга-500-1 складається з газового двигуна 6 ГЧН 25/34 і генератора СГС 800F-10Н1. Стаціонарні двигун-генератори як джерело електричної застосовуються у всіх галузях промисловості, де потрібна електроенергія.

Апробація результатів дослідження – автор прийняв участь в міжнародній науково-практичній конференції «Нові технології а автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців», яка проводилася Харківським національним авто-дорожнім університетом (м. Харків) в 2021 році з доповіддю «Вдосконалення конструкції компресійного кільця газового двигуна 6 ГЧН 25/34» [9].

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 Опис двигуна

1.1 Інформація про об'єкт використання двигуна

Стаціонарні двигун-генератори як джерело електричної застосовуються у всіх галузях промисловості, де потрібна електроенергія. Це: нафтові й газові комплекси, скляні, хімічні заводи, підприємства харчової промисловості й сільського господарства, ліспромгоспи й деревообробні підприємства, віддалені промислові й робітники селища, що не мають централізованого постачання електроенергією й ін.

В поршневих газових ДВЗ застосовуються стиснутий природний газ, який складається в основному з метану CH_4 , і зріджений нафтовий газ, до якого входять в основному пропан C_3H_8 і бутан C_4H_{10} . У невеликих кількостях застосовуються й інші види газів: промислові, світильний, коксовий, каналізаційний, генераторний газ, що виробляється з твердого палива, та інші. Будь-яке з цих газових палив є сумішшю горючих газів C_nH_m , CO , H_2 і негорючих N_2 , O_2 , CO_2 , H_2O .

Метан є основною складовою природного газу. Крім того, він міститься в кам'яновугільних пластах - під час їхньої розробки утворюються вибухонебезпечні суміші метану з повітрям.

Метан - найпростіша органічна сполука вуглецю з воднем, природний безбарвний газ без запаху і смаку, майже у два рази легший від повітря, хімічна формула - CH_4 . У воді малорозчинний. На повітрі або в атмосфері кисню він горить слабо світним полум'ям. Його суміш з повітрям або киснем вогне - та вибухонебезпечна. Має густину за повітрям 0,555(20°C); - температура самозаймання 537°C.

Велика кількість метану розчинена у водах океанів, морів, озер. Середній вміст метану у водах Світового океану близько 10^{-2} см³/л, загальна кількість - $14 \cdot 10^{12}$ м³.

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

Чорне море багате на поклади метану, вони виявлені на глибинах 300-1000 м. У центральній глибоководній частині моря запаси оцінюють у 20–30 трлн. м³, а загалом у Чорному морі, за прогнозами геологів України, міститься 60-80 трлн. м³ цього газу. Кількість метану, розчиненого у водах, на декілька порядків вища від його промислових запасів.

Метан є основним компонентом:

- газів природних горючих (до 99,5%),
- нафтових попутних (39—91%),
- болотяних (понад 99%) і шахтних (34—48%) газів;
- присутній у газах грязьових вулканів (понад 95%),

Згідно завдання, проєктований двигун повинен застосовуватися, як первинний двигун для приводу електрогенератора змінного струму. Пропонується робота двигуна на паливі - природному газі.

Газові двигун-генератори можуть застосовуватися на об'єктах, що мають централізоване постачання природним газом, а також на нафтових родовищах з використанням попутного нафтового газу; на вугільних промислах з використанням шахтний газ-метану; на підприємствах, що розташовують органічними й деревними відходами для одержання й використання генераторного газу тощо.

Двигун працює в парі з генератором змінного струму СГС 800F-10Н1 для виготовлення змінного трифазного струму в режимі паралельної роботи із промисловою електромережою або автономною роботою при відключенні промислової мережі, а також для комбінованого виробництва електричної й теплової енергії.

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		9

1.2 Опис конструкції базового двигуна

Потужність експлуатаційна, <i>кВт</i> :	500
Число обертів колінчатого валу, <i>хв.⁻¹</i> :	600
Кількість циліндрів	6
Розташування циліндрів	Рядне
Діаметр циліндра (номінальний), <i>мм</i>	250
Хід поршня, <i>мм</i>	340
Годинна витрата газу при номінальній потужності, <i>м³/год</i>	160+16
Питома витрата мастила на угар <i>г/кВт · год</i>	1,45
Габаритні розміри двигуна, <i>мм</i> :	
Довжина	5220
Ширина	1900
Висота	2770
Маса двигуна, <i>кг</i>	17200

Газовий двигун-генератор Двга-500-1 складається з газового двигуна 6ГЧН 25/34 і генератора СГС 800F-10Н1, змонтованих на загальній рамі. З'єднання колінчатого валу двигуна з ротором генератора - тверде фланцеве.

Окремо від двигун-генератора в приміщенні електростанції встановлюється наступне допоміжне устаткування:

- Шафа керування З-500-0,4 з вбудованими приладами системи контролю й керування;
- Шафа УКН-500-0,4 з генераторним автоматом, роз'єднувачем і з 6 автоматами розподілу навантаження (за узгодженням із проєктантом);
- Бачок води розширювальний;
- Бак масла з відцентровим фільтром;
- Пусковий балон;

					ПННІ НУК 131.61.22.07. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		10

- Автоматизований компресор з електроприводом для підкачування пускового балона;
- Блок газової апаратури;
- Водогрійний теплообмінник-утилізатор теплоти вихлопних газів;
- Глушник.

Двигун укомплектований турбокомпресором типу РТ 154, виробництва фірми "Велка Битеш" (Чехія) і електронним регулятором швидкості фірми "Heinzmann" (Німеччина).

Система подачі газу складається з: змішувача газу й повітря, блоку редукторів і газових клапанів.

Система запалювання виробництва фірми "Motortech" (Німеччина), складається з: свіч запалювання, встановлених у кришках циліндрів, високовольтних котушок, високовольтних проводів, електронного блоку.

Система мащення двигуна циркуляційна, під тиском, з вільним зливом масла в раму й відкачуванням в окремо розташований маслобак. На двигуні встановлений двосекційний масляний насос. Перша секція насоса - нагнітає масло через фільтр у двигун, друга секція – відкачує масло з картера в маслобак. Передпускове прокачування двигуна маслом виробляється маслопрокачуючим агрегатом з електроприводом, змонтованим на підмоторній рамі. Фільтрація масла виконується фільтром тонкого очищення зі змінними фільтруючими елементами (40мк) і відцентровим фільтром, розташованим на маслобаку.

Система охолодження двигуна водяна двоконтурна, складається з навішаних на двигун двох водяних насосів внутрішнього й зовнішнього контурів, охолоджувача газу - повітряної суміші, охолоджувача масла, охолоджувача води, регулятора температури масла, регулятора температури води й розширювального бачка.

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		11

Двигун і турбокомпресор проохолоджуються циркулюючою водою внутрішнього контуру, а газо - повітряна суміш, масло й вода проохолоджуються у відповідних охолоджувачах проточною водою зовнішнього контуру. Для охолодження другого контуру застосовуються градирні, вентиляторні міні-градирні або другий контур системи охолодження включається в схему опалення й гарячого водопостачання при утилізації тепла. Двигун-генератор може комплектуватися теплообмінником утилізаційним водогрійним теплоти вихлопних газів.

Система пуску - пневматична, подачею в циліндри стисненого повітря тиском 25-30 кгс/см²; складається з пускового балона, автоматизованого компресора підкачування пускового балона, головного пускового клапана, повітророзподільника золотникового типу й пускових клапанів на кришках циліндрів.

Паливо. Для роботи газового двигуна застосовується природний газ відповідно ДО ДЕРЖСТАНДАРТУ 5542-87 або інший паливний газ із тиском перед двигуном на вході в редуктор від 0,1 до 4,0 кгс/см². Фракційний склад іншого паливного газу (нафтовий попутний газ, шахтний газ-метан, біогаз, генераторний газ і ін.) і його параметри узгоджуються із заводом-виробником двигуна для кожного випадку постачання.

Хімічний склад

Основну частину природного газу складає метан (CH₄) — до 98 %. До складу природного газу можуть також входити більш важкі вуглеводні:

- етан (C₂H₆),
 - пропан (C₃H₈),
 - бутан (C₄H₁₀)
- гомологи метану, а також інші не вуглеводні речовини:
- водень (H₂),
 - сірководень (H₂S),

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		12

- диоксид вуглецю (CO₂),
- азот (N₂),
- гелій (He₂).

Фізичні властивості

- Орієнтовні фізичні характеристики:
- Густина: $\rho = 0,7 \text{ г/м}^3$ (сухий газоподібний) або 400 кг/м^3 рідкий
- **Масло.** У двигуні повинні застосовуватися масла марки "АРИАН УЛЬТРАГАЗ" (виробник - завод технічних мастил "Ариан", м. Фастів, Київської обл.); М-10Г2ЦС або М-14Г2ЦС ДЕРЖСТАНДАРТ 12337-84. Замінниками зазначених масел можуть бути масла закордонних фірм із класом в'язкості SAE-30 або SAE-40.
- **Охолоджуюча рідина.** Для внутрішнього контуру охолодження двигуна застосовується чиста прісна вода з твердістю 1,5 3,0 мгм. экв/л. з додаванням антикорозійної присадки.

					ПННІ НУК 131.61.22.04. ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Вибір основних параметрів робочого циклу

При виконанні теплового розрахунку робочого циклу двигуна потрібно враховувати призначення двигуна, вид палива, частоту обертання колінчастого валу та конструктивні особливості проектного двигуна. При оцінці вихідних параметрів для розрахунку робочого процесу може бути використаний досвід накопичений при конструюванні і експлуатації подібних двигунів, і наявні експериментальні дані.

В основі прийнятого методу аналітичного розрахунку лежить метод Гриневецького-Мазинга. Проведемо аналіз вихідних параметрів для розрахунку робочого процесу [1-2]:

- *Тиск та температура навколишнього середовища*

Тиск та температуру для розрахунку приймаємо $P_o=0,103$ МПа, $T_o=293$ К, при зменшенні температури та тиску навколишнього середовища впливає на потужність двигуна.

- *Тиск наддуву*

Наддув є радикальним способом збільшення масового наповнення циліндра свіжим зарядом та при цьому збільшення потужності двигуна. Тиск наддуву для газових двигунів знаходиться в межах $P_n=0,13...0,3$ МПа. Тиск наддуву приймаємо рівний $P_n=0,200$ МПа, [1,2].

- *Підігрів свіжого заряду*

Підігрів заряду від стінок циліндра ΔT залежить від умов охолодження робочого циліндра, частоти обертання, навантаження сприймаючого двигуном та конструктивними особливостями двигуна. Значення підігріву свіжого заряду для високооберткових двигунів складає $\Delta T=5...20$ К, [1,2]. Приймаємо для розрахунку $\Delta T=5$ К.

- *Температура залишкових газів*

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Температура випускних газів T_r , яка визначає показники роботи та потужності турбіни. Із-за складностей які спостерігаються в випускному колекторі процесів важко точно визначити її значення. По дослідним даним температура T_r , для СОД лежить в межах $T_r=600...900$ К, [1,2]. Приймаємо для розрахунку $T_r=850$ К.

- *Тиск залишкових газів*

В силу неприливної зміни швидкості поршня та зміни прохідного перетину клапана тиск газів в циліндрі при виштовхуючому ходу поршня неприривно змінюється. Коливання тиску залежить від багатьох чинників, в тому числі від навантаження, числа обертів, опору газовипускної системи, фаз газорозподілу. Тиск залишкових газів знаходиться із виразу $P_r=(0,85...1,15)P_n$, МПа [1,2]. Приймаємо для розрахунку $P_r=0,185$ МПа.

- *Ступінь попереднього розширення*

Ступінь підвищення тиску при згорянні λ залежить від швидкохідності двигуна, ступеню наддуву, організації процесів утворення робочої суміші і ряду інших факторів, при розрахунках для середньо обертових двигунів $\lambda=2,4...2,9$ [2]. Приймаємо: $\lambda=2,7$.

- *Коефіцієнт повноти індикаторної діаграми*

Коефіцієнт округлення індикаторної діаграми $\zeta=0,90...0,96$ – приймається в цілях наближення теоретичної індикаторної діаграми робочого циклу до дійсної. Приймаємо для розрахунку $\zeta=0,94$ [1-2].

- *Коефіцієнт використання теплоти в точці «z»*

Зростання коефіцієнта використання тепла залежить від таких факторів, як вдосконалення процесу сумішоутворення, однорідності робочої суміші, вищої швидкості поширення фронту полум'я. Із зменшенням навантаження на двигун ζ_z зменшується. При збільшенні числа обертів відносна тепловіддача у стінки циліндрів зменшується, але в той момент значно зростає догоряння при розширенні; в результаті такого двохстороннього впливу числа обертів ζ_z почне зменшуватися, так як догоряння надає сильного впливу. Коефіцієнт використання

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		15

теплоти в точці «z» лежить в таких межах 0,7-0,85, [1-2]. Приймаємо для розрахунку $\zeta_z=0,80$.

Вид палива – природний газ. Склад природного газу[1]:

Метан $CH_4 = 93\%$;

Етан $C_2H_6 = 0,3\%$

Пропан $C_3H_8 = 0\%$

Бутан $C_4H_{10} = 0\%$

Пентан $C_5H_{12} = 0\%$

Двоокис вуглецю $CO_2 = 4,6\%$

Оксид вуглецю $CO = 0,5\%$

Азот $N_2 = 1,5\%$

Кисень $O_2 = 0\%$

Водень $H_2 = 0,1\%$

Нижча теплота згоряння палива [1]:

Нижча теплота згоряння газового палива приймаємо $Q_{н,} = 33500 \text{ кДж/м}^3$

РОЗДІЛ 2 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ

2.1 Вибір основних параметрів робочого циклу

При виконанні теплового розрахунку робочого циклу двигуна потрібно враховувати призначення двигуна, вид палива, частоту обертання колінчастого валу та конструктивні особливості проектного двигуна. При оцінці вихідних параметрів для розрахунку робочого процесу може бути використаний досвід накопичений при конструюванні і експлуатації подібних двигунів, і наявні експериментальні дані.

В основі прийнятого методу аналітичного розрахунку лежить метод Гриневецького-Мазинга. Проведемо аналіз вихідних параметрів для розрахунку робочого процесу [1-2]:

- *Тиск та температура навколишнього середовища*

Тиск та температуру для розрахунку приймаємо $P_o=0,103$ МПа, $T_o=293$ К, при зменшенні температури та тиску навколишнього середовища впливає на потужність двигуна.

- *Тиск наддуву*

Наддув є радикальним способом збільшення масового наповнення циліндра свіжим зарядом та при цьому збільшення потужності двигуна. Тиск наддуву для газових двигунів знаходиться в межах $P_n=0,13...0,3$ МПа. Тиск наддуву приймаємо рівний $P_n=0,200$ МПа, [1,2].

- *Підігрів свіжого заряду*

Підігрів заряду від стінок циліндра ΔT залежить від умов охолодження робочого циліндра, частоти обертання, навантаження сприймаючого двигуном та конструктивними особливостями двигуна. Значення підігріву свіжого заряду для високооберткових двигунів складає $\Delta T=5...20$ К, [1,2]. Приймаємо для розрахунку $\Delta T=5$ К.

- *Температура залишкових газів*

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

Температура випускних газів T_r , яка визначає показники роботи та потужності турбіни. Із-за складностей які спостерігаються в випускному колекторі процесів важко точно визначити її значення. По дослідним даним температура T_r , для СОД лежить в межах $T_r=600...900$ К, [1,2]. Приймаємо для розрахунку $T_r=850$ К.

- Тиск залишкових газів

В силу неприливної зміни швидкості поршня та зміни прохідного перетину клапана тиск газів в циліндрі при виштовхуючому ходу поршня неприривно змінюється. Коливання тиску залежить від багатьох чинників, в тому числі від навантаження, числа обертів, опору газовипускної системи, фаз газорозподілу. Тиск залишкових газів знаходиться із виразу $P_r=(0,85...1,15)P_n$, МПа [1,2]. Приймаємо для розрахунку $P_r=0,185$ МПа.

- Ступінь попереднього розширення

Ступінь підвищення тиску при згорянні λ залежить від швидкохідності двигуна, ступеню наддуву, організації процесів утворення робочої суміші і ряду інших факторів, при розрахунках для середньо обертових двигунів $\lambda=2,4...2,9$ [2]. Приймаємо: $\lambda=2,7$.

- Коефіцієнт повноти індикаторної діаграми

Коефіцієнт округлення індикаторної діаграми $\zeta=0,90...0,96$ – приймається в цілях наближення теоретичної індикаторної діаграми робочого циклу до дійсної. Приймаємо для розрахунку $\zeta=0,94$ [1-2].

- Коефіцієнт використання теплоти в точці «z»

Зростання коефіцієнта використання тепла залежить від таких факторів, як вдосконалення процесу сумішоутворення, однорідності робочої суміші, вищої швидкості поширення фронту полум'я. Із зменшенням навантаження на двигун ζ_z зменшується. При збільшенні числа обертів відносна тепловіддача у стінки циліндрів зменшується, але в той момент значно зростає догоряння при розширенні; в результаті такого двохстороннього впливу числа обертів ζ_z почне зменшуватися, так як догоряння надає сильного впливу. Коефіцієнт використання

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		15

теплоти в точці «z» лежить в таких межах 0,7-0,85, [1-2]. Приймаємо для розрахунку $\zeta_z=0,80$.

Вид палива – природний газ. Склад природного газу[1]:

Метан $CH_4 = 93\%$;

Етан $C_2H_6 = 0,3\%$

Пропан $C_3H_8 = 0\%$

Бутан $C_4H_{10} = 0\%$

Пентан $C_5H_{12} = 0\%$

Двоокис вуглецю $CO_2 = 4,6\%$

Оксид вуглецю $CO = 0,5\%$

Азот $N_2 = 1,5\%$

Кисень $O_2 = 0\%$

Водень $H_2 = 0,1\%$

Нижча теплота згоряння палива [1]:

Нижча теплота згоряння газового палива приймаємо $Q_{н,} = 33500 \text{ кДж/м}^3$

2.5 Динамічний розрахунок двигуна

Для виконання розрахунків на міцність деталей двигуна, що рухаються необхідно знати величини сил, які діють на КШМ. Для знаходження сил, що діють на деталі КШМ і виконується динамічний розрахунок двигуна.

Розглянемо сили, що діють на деталі КШМ:

Сили тиску газів на поршень

$$F_{\Gamma} = p_{\Gamma} \frac{\pi \cdot D^2}{4}, H$$

де: p_{Γ} – тиск газу в циліндрі двигуна в залежності від кута повороту колінчастого валу, Па

D – діаметр циліндру, м;

Сили інерції мас КШМ, що рухаються зворотно – поступально:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

де: m_s – маса деталей КШМ, що рухаються зворотно-поступально, кг;

r – радіус кривошипу, м;

ω – кутова швидкість колінчастого валу, рад/с;

φ – кут повороту колінчастого валу, град;

λ_L – кривошипно – шатунне відношення;

Сумарна сила: $F_{\Sigma} = F_{\Gamma} + F_i, H$

Нормальна сила, що діє із сторони поршня на втулку циліндру:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

де β – кут відхилення шатуна від вертикального положення, град;

Радіальна сила, що діє на шийку колінчастого валу:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

Дотична сила, що діє на шийку колінчастого валу і створює крутний момент двигуна: $F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$

Динамічний розрахунок дизельного двигуна 6ГЧН25/34 виконується в табличній формі за допомогою електронної програми по таким вихідним даним:

1. Діаметр поршня $D = 0,25\text{м}$
2. Частота обертання колінчастого валу $n = 600 \text{ хв}^{-1}$
3. Ордината, прийнята для $P_{\max}$ $h_{\max} = 180\text{мм}$
4. Максимальний тиск згоряння $P_{\max} = 12,163 \text{ МПа}$
5. Кривошипно-шатунне відношення:

$$\lambda_L = \frac{R}{L_{III}} = \frac{0,17}{0,70} = 0,24$$

6. Масштаб індикаторної діаграми $m_p = 0,05 \text{ МПа/мм}$
7. Маса деталей що рухаються зворотно – поступально $m_s = 95\text{кг}$
8. Радіус кривошипу $R = 0,17\text{м}$
9. Кут максимального тиску $\Delta\varphi = 8^\circ$
10. Кутова швидкість колінчастого валу

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 600}{30} = 62,8 \text{ рад/с}$$

Масу деталей, що рухаються зворотно - поступально знаходимо з формули:

$$m_s = m_{II} + 1/3(m_{III}) = 75 + 60/3 = 95 \text{ кг};$$

де $m_{II} = 75\text{кг}$ – маса поршня;

$m_{III} = 60\text{кг}$ – маса шатуна.

Результати динамічного розрахунку двигуна зводимо в таблицю.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дат		

2.5 Динамічний розрахунок двигуна

Для виконання розрахунків на міцність деталей двигуна, що рухаються необхідно знати величини сил, які діють на КШМ. Для знаходження сил, що діють на деталі КШМ і виконується динамічний розрахунок двигуна.

Розглянемо сили, що діють на деталі КШМ:

Сили тиску газів на поршень

$$F_{\Gamma} = p_{\Gamma} \frac{\pi \cdot D^2}{4}, H$$

де: p_{Γ} – тиск газу в циліндрі двигуна в залежності від кута повороту колінчастого валу, Па

D – діаметр циліндру, м;

Сили інерції мас КШМ, що рухаються зворотно – поступально:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

де: m_s – маса деталей КШМ, що рухаються зворотно-поступально, кг;

r – радіус кривошипу, м;

ω – кутова швидкість колінчастого валу, рад/с;

φ – кут повороту колінчастого валу, град;

λ_L – кривошипно – шатунне відношення;

Сумарна сила: $F_d = F_{\Gamma} + F_i, H$

Нормальна сила, що діє із сторони поршня на втулку циліндру:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

де β – кут відхилення шатуна від вертикального положення, град;

Радіальна сила, що діє на шийку колінчастого валу:

$$F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дата		

Дотична сила, що діє на шийку колінчастого валу і створює крутний момент двигуна: $F_i = -m_s \cdot r \cdot \omega^2 \cdot (\cos \varphi + \lambda_L \cdot \cos 2\varphi), H$

Динамічний розрахунок дизельного двигуна 6ГЧН25/34 виконується в табличній формі за допомогою електронної програми по таким вихідним даним:

1. Діаметр поршня $D = 0,25\text{м}$
2. Частота обертання колінчастого валу $n = 600 \text{ хв}^{-1}$
3. Ордината, прийнята для $P_{\max}$ $h_{\max} = 180\text{мм}$
4. Максимальний тиск згоряння $P_{\max} = 12,163 \text{ МПа}$
5. Кривошипно-шатунне відношення:

$$\lambda_L = \frac{R}{L_{\text{ш}}} = \frac{0,17}{0,70} = 0,24$$

6. Масштаб індикаторної діаграми $m_p = 0,05 \text{ МПа/мм}$
7. Маса деталей що рухаються зворотно – поступально $m_s = 95\text{кг}$
8. Радіус кривошипу $R = 0,17\text{м}$
9. Кут максимального тиску $\Delta\varphi = 8^\circ$
10. Кутова швидкість колінчастого валу

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 600}{30} = 62,8 \text{ рад/с}$$

Масу деталей, що рухаються зворотно - поступально знаходимо з формули:

$$m_s = m_{\text{п}} + 1/3(m_{\text{ш}}) = 75 + 60/3 = 95 \text{ кг};$$

де $m_{\text{п}} = 75\text{кг}$ – маса поршня;

$m_{\text{ш}} = 60\text{кг}$ – маса шатуна.

Результати динамічного розрахунку двигуна зводимо в таблицю.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Недокум.	Підпис	Дат		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ТИСКУ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ

3.1 Аналіз факторів які впливають на величини тиску механічних втрат

Основну частину механічних втрат в поршневому двигуні становлять втрати на тертя (65...80%). Тертя відбувається в спряжених парах деталей, головними із яких являється поршень та поршневі кільця, стінки циліндра, шийки колінчастого та розподільчих валів, різноманітні підшипники, поршковий палець.

Як відомо, втрати на тертя поршня залежать від матеріалу та швидкості переміщення поршня, зазору в циліндро-поршневій групі, температури та якості масла, конструкції поршня (висоти, овальності й бочко подібності робочої поверхні).

Більшу частину втрат на тертя приходить на поршкову групу (55-65%). Це обумовлено високими значеннями температури поршневих кілець, особливо верхніх компресійних, високим питомим тиском поршневих кілець на втулку циліндра, пропуском газів крізь замок, що підвищує температуру поршня і кільця, практично відсутністю масла біля верхнього компресійного кільця, що призводить до напівсухого тертя [1].

В двигуні 6 ГЧН 25/34 використовуються компресійні кільця прямокутного перерізу які мають не складний технологічний процес виготовлення та невисокі затрати на виготовлення. Даний вид компресійних кілець найбільш широко використовується в поршневих двигунах внутрішнього згоряння.

Поршневі кільця такого типу мають наступні недоліки:

- пропуск газу крізь замок;
- втрата контакту кільця з циліндром під час зношення кільця;
- передача на стінку циліндру тиску, що може призвести до підвищеного спрацювання кілець і циліндрів;
- значний період припрацювання та значні сили тертя.

Ці недоліки стають більш відчутними під час збільшення теплових навантажень що відбувається при переводі їх на роботу на газоподібному паливі.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передача на стінку циліндру збільшеної величини тиску може призвести до підвищеного спрацювання кілець і циліндрів, та до їх здирання [9].

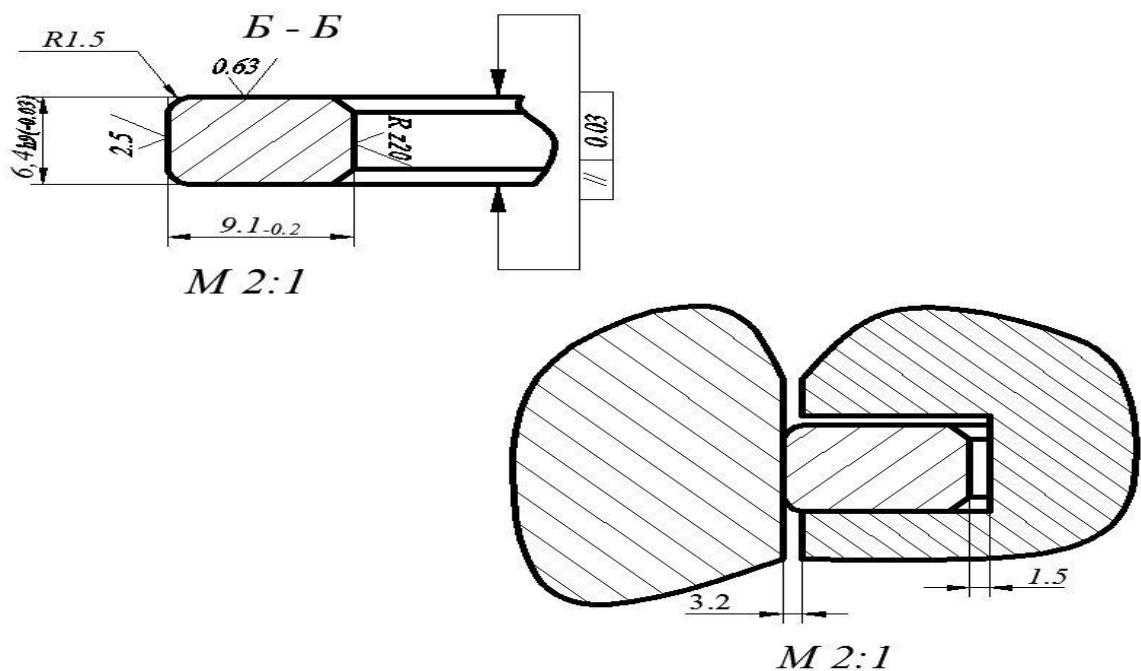


Рис. 3.1 Компресійне кільце двигуна прототипу

Якщо компресійні кільця прямокутного перерізу починають припрацьовуватися верхньою частиною циліндричної поверхні то кільце знімає масло з стінок циліндра в камеру згоряння. В результаті чого угар масла різко зростає збільшується нагароутворення і з'являється вірогідність закоксування компресійних кілець.

3.2 Пропозиції по вибору параметрів компресійного кільця

Для зменшення часу припрацювання та збільшення надійності роботи компресійних кілець їх робочу поверхню виготовляють таким чином, щоб весь радіальний тиск концентрувався на вузькому поясі, частіше всього на нижній кромці кільця. До кілець такого типу відносяться конусні кільця. Висота робочої поверхні кільця залежить від швидкості поршня. Збільшення висоти веде за

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

собою збільшення підйомної сили поршневого кільця та прямо пропорційно до збільшення сили тертя [3].

В якості компресійного кільця - для газового двигуна 6 ГЧН 25/34 пропонується конусне кільце з кутом конусу 2^0 . при роботі цього типу кілець весь тиск буде концентруватися на нижній вузькій кромці. По цьому пояску дуже швидко досягається припрацювання. Також ці кільця володіють високими масло знімними діями.

3.3 Розрахунки, що підтверджують працездатність розробки

3.3.1 Вибір матеріалу та основних розмірів компресійного кільця.

Основні вимоги, що пред'являють до матеріалу компресійного кільця це висока стійкість проти зносу та пружні якості в робочих умовах.

Так, як умови роботи компресійного кільця важкі, то пропонується матеріал для кільця високоміцний чавун ВЧ-35.

Модуль пружності $E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$

Коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,30$

Робоча температура кільця $t_k = 350^0 \text{ C.}$

Середня температура циліндра $t_{ц} = 180^0 \text{ C.}$

Коефіцієнт лінійного розширення матеріалу кільця $\alpha_k = 12,2 \cdot 10^{-6} 1/^0\text{C.}$

Коефіцієнт лінійного розширення матеріалу циліндру $\alpha_{ц} = 11,7 \cdot 10^{-6} 1/^0\text{C.}$

Зазор манжети в холодному циліндрі $\Delta = 0.15 \text{ мм.}$

Діаметр кільця $D = 250\text{мм.}$

Вихідні дані:

- діаметр циліндру $d = 0.25\text{м;}$
- товщина днища поршня $d_{\text{дн}} = (0,1-0,2)d = 0,12 \cdot 0,25 = 0,03\text{м;}$
- висота поршня $H = (1,4-2)d = 1,35 \cdot 0,25 = 0,35\text{м;}$
- відстань від днища поршня до осі поршневого пальця $h_1 = (0,6-1)d = 0,76 \cdot 0,25 = 0,20\text{м;}$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висота юбки поршня $l_{ю}=(0,6-1,1)d=1,1*0,25=0,285\text{м};$
- відстань до першої поршневої канавки $l_1=(0,11-0,2)d=0,2*0,25=0,052\text{м};$
- діаметр бобишки $d_6=(0,3-0,5)d=0,4*0,25=0,104\text{м};$
- відстань між торцями бобишок $b=(0,3-0,5)d=0,45*0,25=0,117\text{м};$
- товщина кільцевих перемичок $h_{п}=(0,04-0,07)d=0,04*0,25=0,0104\text{м};$
- товщина стінки головки поршня $S_1=(0,05-0,1)d=0,08*0,25=0,0208\text{м};$
- радіальний зазор кільця в канавці поршня $t=(0,7-1,2)=1\text{мм};$
- внутрішній діаметр поршня $d_i=d-2(s_1+t+\Delta t) = 0,198\text{м};$
- монтажний зазор між головкою поршня і гільзою
 $\Delta\Gamma=(0,004-0,008)d=0,0021\text{м};$
- діаметр головки поршня $d_r=d-\Delta\Gamma = 0,258\text{м};$
- монтажний зазор між юбкою поршня і гільзою
 $\Delta\text{Ю}=(0,0008-0,0013)d = 0,0003\text{м};$
- діаметр юбки поршня $d_{ю}=d-\Delta\text{Ю} = 0,2497\text{м};$

Радіальна товщина компресійного кільця.

Від радіальної товщини кільця залежать сили пружності. В різних фахових літературних джерелах не виявили істотного впливу даного параметру на характер роботи кільця [8].

Визначаємо радіальну товщину кільця

$$b=(0,03-0,04)d = 0,036*0,25 = 0,0091\text{м}$$

Висота робочої поверхні компресійного кільця.

Висота кільця залежить від швидкості поршня. Збільшення висоти веде за собою збільшення підйомної сили поршневого кільця та прямо пропорційною до збільшення сили тертя [8].

Враховуючи вище викладене вибираємо висоту кільця:

$$h = (0,6-1,0) b = 0,7*0,0091= 0,0064(\text{м}).$$

Приймаємо $h = 0,0064(\text{м}).$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Розрахунок на міцність верхнього компресійного кільця.

Кільця працюють в умовах високих температур, а також значних змінних навантажень, а також піддаються зношенню.

Механічні властивості матеріалу

$$[\sigma'_i] = 400 \text{ МПа}$$

Розрахунок на міцність.

Вихідні дані:

Діаметр циліндра $d = 0,25 \text{ м}$

Радіальна ширина кільця $t = 0,0091 \text{ м}$

Зазор в замку у вільному стані $\sigma_0 = 0,0275 \text{ м}$

Зазор в замку у робочому стані $\sigma_1 = 0,0019 \text{ м}$

Деформація кільця.

а) в робочому стані:

$$f'_i = \sigma_0 - \sigma_1 \quad \text{мм}$$

$i - 0,0256 \text{ мм}$

б) при надіванні кільця на поршень:

$$f'' = 2\pi t - f' \quad \text{мм}$$

$f'' = 0,0293 \text{ мм}$

Напруження згинання в робочому стані.

$$\sigma'_{II} = 0,425E \cdot \frac{1}{\left(\frac{d}{t} - 1\right)^2} \cdot \frac{f'}{t} \quad \text{МПа.}$$

$E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - для чавунів.

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - для сталі.

$E = 200000 \text{ МПа}$

$$\sigma'_i = 327,46 \text{ МПа}$$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma'_и] = 400 \text{ МПа}$$

Напруження згинання при надіванні кільця на поршень.

$$\sigma''_{и} = 0,425E \cdot \frac{1}{\left(\frac{d}{t} + 1\right)^2} \cdot \frac{f''}{t} \text{ МПа.}$$

$$\sigma''_{и} = 325,76 \text{ МПа}$$

$$[\sigma''_{и}] = 450 \text{ МПа}$$

Тиск кільця на стінку циліндра.

$$P_K = \frac{0.33\sigma'_{и}t^2}{d(d-t)} \text{ МПа.}$$

$$P_K = 0,1372 \text{ МПа}$$

$$[P_K] = 0,2 \text{ МПа}$$

3.4. Розрахунок величини зменшення механічних втрат в двигуні.

В якості верхнього компресійного кільця - для спроектованого двигуна пропонується конусне кільце з кутом конусу 2° . При роботі цього типу кілець весь тиск буде концентруватися на нижній вузькій кромці. По цьому пояску дуже швидко досягається припрацювання. Також ці кільця володіють високими масло знімними діями.

Враховуючи те, що кільце працює п'ятою частиною висоти сила тертя одного компресійного кільця зменшилась на 80% а для трьох кілець ця величина буде 25%. Так як 40% всіх механічних втрат припадає на поршкову групу то зменшення цих втрат в поршневій групі приведе до зменшення всіх механічних втрат в двигуні приблизно на 3-5%.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунки визначення величини зменшення механічних втрат за рахунок зміни конструкції робочого профіля компресійних кілець газового поршневого двигуна.

Середній тиск механічних втрат (із теплового розрахунку двигуна) складає $P_m = 155,4$ кПа. При зменшенні величини тиску в середньому на 4% ця цифра дорівнює $P_m = 0,96 \cdot 155,4 = 149$ кПа.

Середній індикаторний тиск $P_{mi} = 1,363$ МПа (із теплового розрахунку двигуна) складає

$$P_{me} = P_{mi} - P_m,$$

$$P_{me} = 1,363 - 0,149 = 1,214 \text{ МПа}$$

Механічний коефіцієнт корисної дії складає

$$\eta_M = \frac{P_{me}}{P_{mi}};$$

$$\eta_M = \frac{1,214}{1,363} = 0,89$$

Ефективний коефіцієнт корисної дії складає

$$\eta_e = \eta_i \times \eta_M$$

$$\eta_e = 0,443 \cdot 0,89 = 0,3943$$

Питома ефективна витрата газу

$$e_e = \frac{e_i}{\eta_m} = \frac{0,243}{0,89} = 0,273 \text{ м}^3 / \text{квт} \times \text{год}$$

Година витрата газу

$$B = e_e \times P_e = 0,273 \times 600 = 163,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Година витрата газу в двигуні прототипі $B_{\Gamma} = 164,1 \text{ м}^3 / \text{год}$.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична економія газу за годину роботи складає

$$E = V_{\Gamma} - V = 164,1 - 163,8 = 0,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Висновок.

1. В результаті заміни компресійних кілець прямокутного перерізу на конусні компресійного кільця зменшується величина середній тиск механічних втрат в середньому на 4% (за результатами теплового розрахунку двигуна).

2. В результаті запропонованої зміни конструкції компресійного кільця, година витрати газу зменшилася на $0,3 \text{ м}^3$ в порівнянні з витратою газу двигуна прототипу (за результатами теплового розрахунку двигуна).

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ДВИГУНА ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ТИСКУ МЕХАНІЧНИХ ВТРАТ

3.1 Аналіз факторів які впливають на величини тиску механічних втрат

Основну частину механічних втрат в поршневому двигуні становлять втрати на тертя (65...80%). Тертя відбувається в спряжених парах деталей, головними із яких являється поршень та поршневі кільця, стінки циліндра, шийки колінчастого та розподільчих валів, різноманітні підшипники, поршковий палець.

Як відомо, втрати на тертя поршня залежать від матеріалу та швидкості переміщення поршня, зазору в циліндро-поршневій групі, температури та якості масла, конструкції поршня (висоти, овальності й бочко подібності робочої поверхні).

Більшу частину втрат на тертя приходить на поршкову групу (55-65%). Це обумовлено високими значеннями температури поршневих кілець, особливо верхніх компресійних, високим питомим тиском поршневих кілець на втулку циліндра, пропуском газів крізь замок, що підвищує температуру поршня і кільця, практично відсутністю масла біля верхнього компресійного кільця, що призводить до напівсухого тертя [1].

В двигуні 6 ГЧН 25/34 використовуються компресійні кільця прямокутного перерізу які мають не складний технологічний процес виготовлення та невисокі затрати на виготовлення. Даний вид компресійних кілець найбільш широко використовується в поршневих двигунах внутрішнього згорання.

Поршкові кільця такого типу мають наступні недоліки:

- пропуск газу крізь замок;
- втрата контакту кільця з циліндром під час зношення кільця;
- передача на стінку циліндру тиску, що може призвести до підвищеного спрацювання кілець і циліндрів;
- значний період припрацювання та значні сили тертя.

Ці недоліки стають більш відчутними під час збільшення теплових навантажень що відбувається при переводі їх на роботу на газоподібному паливі.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Передача на стінку циліндру збільшеної величини тиску може призвести до підвищеного спрацювання кілець і циліндрів, та до їх здирання [9].

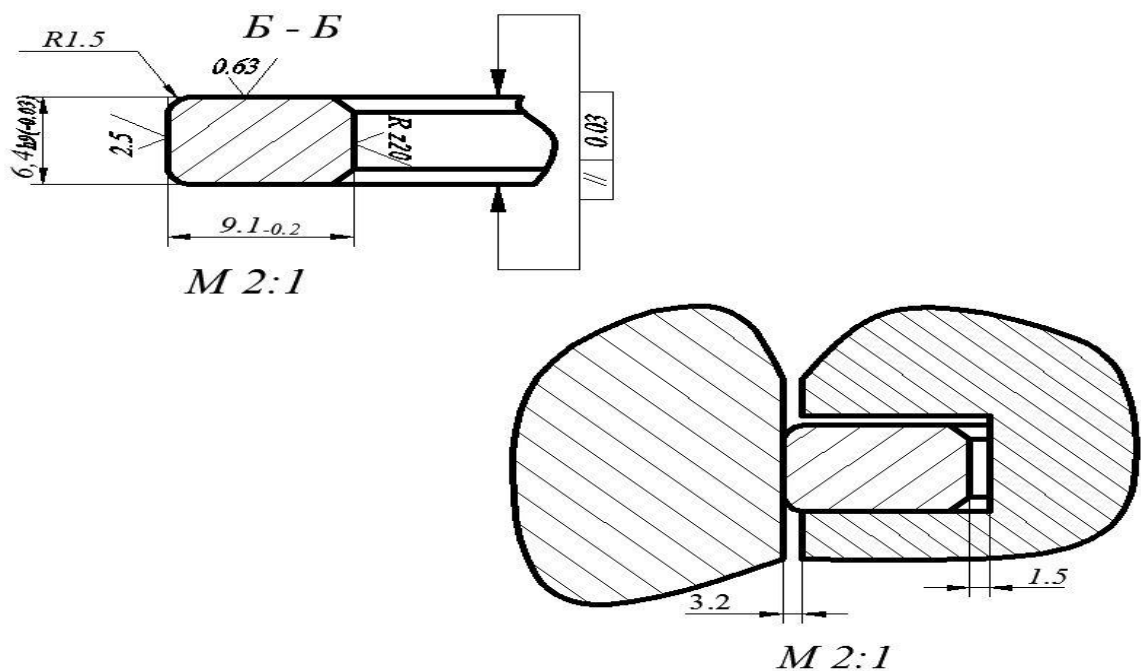


Рис. 3.1 Компресійне кільце двигуна прототипу

Якщо компресійні кільця прямокутного перерізу починають припрацьовуватися верхньою частиною циліндричної поверхні то кільце знімає масло з стінок циліндра в камеру згоряння. В результаті чого угар масла різко зростає збільшується нагароутворення і з'являється вірогідність закоксування компресійних кілець.

3.2 Пропозиції по вибору параметрів компресійного кільця

Для зменшення часу припрацювання та збільшення надійності роботи компресійних кілець їх робочу поверхню виготовляють таким чином, щоб весь радіальний тиск концентрувався на вузькому поясі, частіше всього на нижній кромці кільця. До кілець такого типу відносяться конусні кільця. Висота робочої поверхні кільця залежить від швидкості поршня. Збільшення висоти веде за

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

собою збільшення підйомної сили поршневого кільця та прямо пропорційно до збільшення сили тертя [3].

В якості компресійного кільця - для газового двигуна 6 ГЧН 25/34 пропонується конусне кільце з кутом конусу 2^0 . при роботі цього типу кілець весь тиск буде концентруватися на нижній вузькій кромці. По цьому пояску дуже швидко досягається припрацювання. Також ці кільця володіють високими масло знімними діями.

3.3 Розрахунки, що підтверджують працездатність розробки

3.3.1 Вибір матеріалу та основних розмірів компресійного кільця.

Основні вимоги, що пред'являють до матеріалу компресійного кільця це висока стійкість проти зносу та пружні якості в робочих умовах.

Так, як умови роботи компресійного кільця важкі, то пропонується матеріал для кільця високоміцний чавун ВЧ-35.

Модуль пружності	$E = 2 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$
Коефіцієнт Пуассона	$\nu = 0,30$
Робоча температура кільця	$t_k = 350^0 \text{ C.}$
Середня температура циліндра	$t_{\text{ц}} = 180^0 \text{ C.}$
Коефіцієнт лінійного розширення матеріалу кільця	$\alpha_k = 12,2 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^0\text{C.}$
Коефіцієнт лінійного розширення матеріалу циліндру	$\alpha_{\text{ц}} = 11,7 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^0\text{C.}$
Зазор манжети в холодному циліндрі	$\Delta = 0.15 \text{ мм.}$
Діаметр кільця	$D = 250\text{мм.}$

Вихідні дані:

- діаметр циліндру $d = 0.25\text{м;}$
- товщина днища поршня $d_{\text{дн}} = (0,1-0,2)d = 0,12 \cdot 0,25 = 0,03\text{м;}$
- висота поршня $H = (1,4-2)d = 1,35 \cdot 0,25 = 0,35\text{м;}$
- відстань від днища поршня до осі поршневого пальця
 $h_1 = (0,6-1)d = 0,76 \cdot 0,25 = 0,20\text{м;}$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висота юбки поршня $l_{ю}=(0,6-1,1)d=1,1*0,25=0,285\text{м};$
- відстань до першої поршневої канавки $l_1=(0,11-0,2)d=0,2*0,25=0,052\text{м};$
- діаметр бобишки $d_6=(0,3-0,5)d=0,4*0,25=0,104\text{м};$
- відстань між торцями бобишок $b=(0,3-0,5)d=0,45*0,25=0,117\text{м};$
- товщина кільцевих перемичок $h_{п}=(0,04-0,07)d=0,04*0,25=0,0104\text{м};$
- товщина стінки головки поршня $S_1=(0,05-0,1)d=0,08*0,25=0,0208\text{м};$
- радіальний зазор кільця в канавці поршня $t=(0,7-1,2)=1\text{мм};$
- внутрішній діаметр поршня $d_i=d-2(s_1+t+\Delta t) = 0,198\text{м};$
- монтажний зазор між головкою поршня і гільзою
 $\Delta\Gamma=(0,004-0,008)d=0,0021\text{м};$
- діаметр головки поршня $d_r=d-\Delta\Gamma = 0,258\text{м};$
- монтажний зазор між юбкою поршня і гільзою
 $\Delta\text{Ю}=(0,0008-0,0013)d = 0,0003\text{м};$
- діаметр юбки поршня $d_{ю}=d-\Delta\text{Ю} = 0,2497\text{м};$

Радіальна товщина компресійного кільця.

Від радіальної товщини кільця залежать сили пружності. В різних фахових літературних джерелах не виявили істотного впливу даного параметру на характер роботи кільця [8].

Визначаємо радіальну товщину кільця

$$b=(0,03-0,04)d = 0,036*0,25 = 0,0091\text{м}$$

Висота робочої поверхні компресійного кільця.

Висота кільця залежить від швидкості поршня. Збільшення висоти веде за собою збільшення підйомної сили поршневого кільця та прямо пропорційною до збільшення сили тертя [8].

Враховуючи вище викладене вибираємо висоту кільця:

$$h = (0,6-1,0) b = 0,7*0,0091= 0,0064(\text{м}).$$

Приймаємо $h = 0,0064(\text{м}).$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Розрахунок на міцність верхнього компресійного кільця.

Кільця працюють в умовах високих температур, а також значних змінних навантажень, а також піддаються зношенню.

Механічні властивості матеріалу

$$[\sigma'_i] = 400 \text{ МПа}$$

Розрахунок на міцність.

Вихідні дані:

Діаметр циліндра $d = 0,25 \text{ м}$

Радіальна ширина кільця $t = 0,0091 \text{ м}$

Зазор в замку у вільному стані $\sigma_0 = 0,0275 \text{ м}$

Зазор в замку у робочому стані $\sigma_1 = 0,0019 \text{ м}$

Деформація кільця.

а) в робочому стані:

$$f'_i = \sigma_0 - \sigma_1 \quad \text{мм}$$

$i - 0,0256 \text{ мм}$

б) при надіванні кільця на поршень:

$$f'' = 2\pi t - f' \quad \text{мм}$$

$f'' = 0,0293 \text{ мм}$

Напруження згинання в робочому стані.

$$\sigma'_{II} = 0,425E \cdot \frac{1}{\left(\frac{d}{t} - 1\right)^2} \cdot \frac{f'}{t} \quad \text{МПа.}$$

$E = 1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - для чавунів.

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ - для сталі.

$E = 200000 \text{ МПа}$

$$\sigma'_i = 327,46 \text{ МПа}$$

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma'_и] = 400 \text{ МПа}$$

Напруження згинання при надіванні кільця на поршень.

$$\sigma''_{и} = 0,425E \cdot \frac{1}{\left(\frac{d}{t} + 1\right)^2} \cdot \frac{f''}{t} \text{ МПа.}$$

$$\sigma''_{и} = 325,76 \text{ МПа}$$

$$[\sigma''_{и}] = 450 \text{ МПа}$$

Тиск кільця на стінку циліндра.

$$P_K = \frac{0.33\sigma'_{и}t^2}{d(d-t)} \text{ МПа.}$$

$$P_K = 0,1372 \text{ МПа}$$

$$[P_K] = 0,2 \text{ МПа}$$

3.4. Розрахунок величини зменшення механічних втрат в двигуні.

В якості верхнього компресійного кільця - для спроектованого двигуна пропонується конусне кільце з кутом конусу 2° . При роботі цього типу кілець весь тиск буде концентруватися на нижній вузькій кромці. По цьому пояску дуже швидко досягається припрацювання. Також ці кільця володіють високими масло знімними діями.

Враховуючи те, що кільце працює п'ятою частиною висоти сила тертя одного компресійного кільця зменшилась на 80% а для трьох кілець ця величина буде 25%. Так як 40% всіх механічних втрат припадає на поршкову групу то зменшення цих втрат в поршневій групі приведе до зменшення всіх механічних втрат в двигуні приблизно на 3-5%.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунки визначення величини зменшення механічних втрат за рахунок зміни конструкції робочого профіля компресійних кілець газового поршневого двигуна.

Середній тиск механічних втрат (із теплового розрахунку двигуна) складає $P_m = 155,4$ кПа. При зменшенні величини тиску в середньому на 4% ця цифра дорівнює $P_m = 0,96 \cdot 155,4 = 149$ кПа.

Середній індикаторний тиск $P_{mi} = 1,363$ МПа (із теплового розрахунку двигуна) складає

$$P_{me} = P_{mi} - P_m,$$

$$P_{me} = 1,363 - 0,149 = 1,214 \text{ МПа}$$

Механічний коефіцієнт корисної дії складає

$$\eta_M = \frac{P_{me}}{P_{mi}};$$

$$\eta_M = \frac{1,214}{1,363} = 0,89$$

Ефективний коефіцієнт корисної дії складає

$$\eta_e = \eta_i \times \eta_M$$

$$\eta_e = 0,443 \cdot 0,89 = 0,3943$$

Питома ефективна витрата газу

$$e_e = \frac{e_i}{\eta_m} = \frac{0,243}{0,89} = 0,273 \text{ м}^3 / \text{квт} \times \text{год}$$

Година витрата газу

$$B = e_e \times P_e = 0,273 \times 600 = 163,8 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Година витрата газу в двигуні прототипі $B_g = 164,1 \text{ м}^3 / \text{год}$.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фактична економія газу за годину роботи складає

$$E = V_{\Gamma} - V = 164,1 - 163,8 = 0,3 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Висновок.

1. В результаті заміни компресійних кілець прямокутного перерізу на конусні компресійного кільця зменшується величина середній тиск механічних втрат в середньому на 4% (за результатами теплового розрахунку двигуна).

2. В результаті запропонованої зміни конструкції компресійного кільця, година витрати газу зменшилася на $0,3 \text{ м}^3$ в порівнянні з витратою газу двигуна прототипу (за результатами теплового розрахунку двигуна).

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Заходи з охорони праці

Безпека людини нерозривно пов'язана з виробничим середовищем. Останнє характеризується породжуваними діяльністю людини об'єктами, явищами, фізичними, хімічними, біологічними та соціальними факторами, які прямо чи опосередковано впливають на самопочуття та стан здоров'я працюючих. Працівник може бути у безпеці тільки в такому стані виробничого середовища, коли виключена дія на нього небезпечних та шкідливих чинників. *Небезпечний виробничий чинник* – це чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Ризик - це імовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості. Він є кількісною мірою здатності певних подій завдавати шкоду людині. Поняття ризику використовується для прогнозування і оцінки стану умов та безпеки праці на робочому місці, ефективності впровадження заходів та засобів з охорони праці, доцільності робіт з підвищення безпечності обладнання, впровадження нових безпечних технологічних процесів тощо. Поняття ризику прийнятне як для *стохастичних*, так і для *детерміністичних* (нестохастичних) ефектів.

При вирішенні будь-якого завдання управління обов'язковими елементами є аналіз або прогнозування стану безпеки об'єкта із застосуванням наявної інформаційної бази, вироблення управлінських рішень, їх узгодження та вибір форм організаційно-розпорядчих дій. Реалізація управлінських рішень здійснюється на об'єкті управління.

До стохастичних ефектів відносяться ті, ймовірність виникнення яких існує при будь якій кількості випадків впливу небезпечного чи будь-якому рівні шкідливого чинників, зростає при їх збільшенні, тоді як відносна тяжкість наслідків від їх кількості чи рівня не залежить.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

До *детерміністичних* ефектів відносяться ті, що завжди настають при певних подіях чи при перевищенні певного рівня чинника, а тяжкість їх наслідків залежить від величини чинника.

Ризик може розраховуватися відносно всіх працюючих (*загальний ризик*) або до певної групи працюючих (*груповий ризик*). Такі групи можуть складатися з працівників, які належать до однієї професії, одного віку, статі тощо. Ймовірність погіршення стану здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків розглядається як *виробничий ризик*.

Поняття ризику широко застосовують при встановленні гранично допустимих величин (швидкості руху транспортних засобів, концентрацій шкідливих речовин, рівнів фізичних чинників, параметрів технологічних процесів, дозопромінення іонізуючим випромінюванням тощо), необхідності впровадження та використання колективних та індивідуальних засобів захисту від впливу шкідливих чи небезпечних чинників, вимог безпеки до машин, механізмів, обладнання, обмежень, пов'язаних із станом здоров'я, тощо.

Один із принципів створення безпечних умов праці – це принцип оптимізації, який передбачає зниження ризиків до якомога нижчого рівня і здійснюється в діапазоні від верхньої межі граничного ризику до нижньої, яка визначається як знехтуваний ризик, нижче якого подальше його зниження недоцільне.

На стан охорони праці об'єкта управління впливають небезпечні та шкідливі чинники виробничого середовища, методи роботи, організація праці (внутрішні чинники притаманні підприємству), а також зовнішні відносно об'єкта управління чинники природного чи техногенного (антропогенного) походження, які можуть погіршити умови праці, спричинити надзвичайні ситуації, аварії та катастрофи.

Для забезпечення прав працівників на охорону праці, гарантованих Конституцією і законодавством України, та виконання ними обов'язків у цій

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

сфері на державному, регіональному, галузевому та виробничому рівнях розробляється і забезпечується функціонування системи управління охороною праці (далі - СУОП).

СУОП це сукупність об'єкта та суб'єкта управління, що взаємодіють між собою з метою досягнення генеральної мети охорони праці, а саме: в умовах прийняттого ризику та мінімальних витрат біологічних ресурсів людини забезпечити максимальну продуктивність її праці та конкурентоспроможність продукції.

4.2. Охорона навколишнього середовища

Одним із необхідних умов здорової та високопродуктивної праці являється забезпечення чистоти повітря та нормальних метеорологічних умов в робочій зоні приміщення. Вплив таких шкідливих виробничих факторів, як газів та парів, пилу, надлишкової теплоти і вологи. Створення здорового повітряного середовища являється важливою народногосподарською задачею, яка повинна здійснюватися комплексно, одночасно із розв'язанням основних питань виробництва.

Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи, а також через шкіру та з їдою. Більшість цих речовин відноситься до небезпечних та шкідливих виробничих факторів, оскільки вони надають токсичний вплив на організм людини.

За характером впливу на організм людини ці шкідливі речовини розподіляються на наступні групи:

1. Загально-токсичні – викликають отруєння всього організму (окис вуглецю, свинець, ртуть);
2. Подразнюючі – викликають подразнення дихального тракту та слизової оболонки (хлор, аміак, сірчаний газ);
3. Сенсibiliзуючі – діють як алерген (формальдегід, різні розчинники);
4. Канцерогенні – визивають ракові захворювання (нікель та його сполуки, аміни, азбест).

Забруднення навколишнього середовища, яке виникає при експлуатації двигуна.

В процесі експлуатації двигун знаходиться у взаємозв'язку із навколишнім середовищем. При роботі двигун споживає повітря та воду, також скидає в атмосферу випускні гази, а в гідросферу – воду із двигуна та воду, являється джерелом теплового, шумового, вібраційного та радіаційного забруднення біосфери. В результаті недосконалості процесів згоряння палива, конструкції механізмів, порушення правил технічного обслуговування, а іноді в результаті аварій сильно забруднюється біосфера. Це призводить до зміни санітарно-гігієнічних умов життєдіяльності людини, сприяє розвитку різних захворювань і надає негативний вплив на флору та фауну.

Токсичність випускних газів визначається сортом палива і умовами його згоряння

Випускні гази сприяють задимленню атмосфери. Дим, окрім забруднення біосфери, погіршує видимість і зменшує сонячну радіацію на поверхні землі в результаті поглинання та розсіювання світла утвореними частками.

В місці з відвідною від двигуна охолоджуючою рідиною систему, в землю можуть потрапляти і масло. Це може відбуватися із-за нещільності з'єднання систем, через сальники арматури і насосів тощо.

Розробка заходів по зменшенню забруднення навколишнього середовища

1. Потрібний стан навколишнього середовища може бути забезпечений виконанням певних заходів, до основних із яких відносяться:

Механізація та автоматизація виробничих процесів, дистанційного керування ними. Ці заходи мають велике значення для захисту від дії шкідливих речовин, теплового випромінювання, особливо при виконанні важких робіт. Автоматизація процесів, які супроводжуються виділенням

шкідливих речовин, не тільки підвищує продуктивність, але й покращує умови праці, оскільки працюючі виводяться із небезпечно зони.

2. Застосування технологічних процесів та обладнання, що перешкоджає утворенню шкідливих речовин або потраплянню їх в робочу зону. При проектуванні нових технологічних процесів і обладнання необхідно домагатися виключення або різкого зменшення виділення шкідливих речовин в повітря виробничих приміщень.

3. Захист від джерел теплових випромінювань. Це важливо для зниження температури повітря в приміщенні та теплового опромінення обслуговуючого персоналу.

4. Пристрої вентиляції та опалення.

5. Застосування заходів індивідуального захисту.

6. Застосування альтернативних видів палива, які менш шкідливі для організму людини та довкілля

4.3. Заходи щодо зниження шуму і вібрації.

Вплив вібрації на людину залежить від виду і параметрів вібрації, напрямку і тривалості її дії, а також від індивідуальних особливостей людини. На людину може діяти вібрація у досить широкому діапазоні частот – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Загальна вібрація з частотою менше 0,7 Гц при значних віброзміщеннях порушує у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата, що спричиняє погіршення самопочуття, нудоту. Низькочастотні коливання (до 16 Гц) пригнічують центральну нервову систему, викликають почуття тривоги, страх. При значній інтенсивності коливань на частоті 6–9 Гц можуть втягуватися у резонанс внутрішні органи люди, що спричиняє травми, розриви артерій тощо. Це пов'язано з тим, що внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками, частоти власних коливань яких знаходяться у зазначеному діапазоні.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції. У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, враження кістково-суглобної й інших систем організму. Систематична дія загальної вібрації, за умов високого значення величини віброшвидкості, може призвести до виникнення вібраційної хвороби – стійких порушень фізіологічних функцій організму, що обумовлено переважною дією вібрації на центральну нервову систему. Ці порушення спричиняють головний біль, знижують працездатність, погіршують самопочуття, порушують роботу серця. Локальна вібрація викликає спазми судин, які виникають спочатку у фалангах пальців, а потім розповсюджуються на всю руку. Внаслідок цього погіршується її кровопостачання. Одночасно протікають зміни у нервовій системі та відкладаються солі у суглобах, що веде до болі, деформації рук та зниження рухомості у суглобах.

Шум значно погіршує продуктивність праці. Впливає на людину, при інтенсивному рівні шуму тривалий час спостерігається втома слухового апарату, що може привести до часткового чи навіть до повної втрати слуху. Санітарні норми шуму приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Санітарні норми шуму

ν , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_0 , Дб	103	96	91	88	85	83	81	80

Вібрація виникає через динамічну невірноваженість мас кривошипно-шатунного механізму ДВЗ. Локальна вібрація викликає спазми судин і погіршує кровообіг. Загальна вібрація з частотою 0,7 Гц викликає морську хворобу, з частотою 4 – 30 Гц може викликати ушкодження плечового пояса, більшості внутрішніх органів через резонансні явища. Санітарні норми вібрації приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Санітарні норми вібрації

Напрямок нормування вібрації	Середньоквадратична віброшвидкість (чисельник, м/с*10 ⁻²), логарифмічний рівень віброшвидкості (знаменник, дБ)						
	1	2	4	8	15	31,5	63
вертикаль	20/132	7,1/123	2,5/114	1,3/108	1,1/107	1,1/107	1,1/107
горизонталь	-	3,5/117	1,3/108	0,63/102	0,56/101	0,56/101	0,56/101

Розрахунок рівня шуму і вібрації в приміщенні машинного відділення.

Рівень шуму вироблений в результаті роботи двигуна 6ГЧН25/34 визначається по формулі:

$$L = \left[54 + 10 \cdot \lg(n_n + P e^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{n}{n_n}\right) \right], \text{Дб};$$

де:

n_n – номінальна частота обертання, $n_n = 600 \text{ хв}^{-1}$;

n – робоча частота обертання, $n = 600 \text{ хв}^{-1}$;

P_e – номінальна потужність двигуна, $P_e = 500 \text{ кВт}$.

$$L = \left[54 + 10 \lg(600 + 500^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{600}{600}\right) \right] = 82,75 \text{Дб};$$

Рівень шуму перевищує припустимі значення. Необхідно проводити заходи щодо зниження рівня шуму.

Для зниження аеродинамічного шуму, створеного двигуном, використовуються глушники різних конструкцій. Використання глушників дозволяє знизити загальний рівень шуму на 10 – 12 Дб.

Для зниження повітряного шуму, випромінюваного зовнішніми поверхнями двигуна, використовуються звукоізолюючі чи кожухи бокси, що дозволяють знизити загальний рівень шуму на 10 – 15 Дб, а додатково на 20 Дб і вище.

Для зниження механічного шуму необхідно зменшити зазори між деталями і вузлами, виготовляти конструкції з матеріалів з великим внутрішнім тертям і шумопоглинальними покриттями.

Рівень вібрації для двигуна 6 ГЧН 25/34 визначається по формулі:

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{n_n \cdot Pe^{0.55} \cdot \left(\frac{1+Pe}{m} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{m}{Pe}} + 30 \lg \left(\frac{n}{n_n} \right) \right), \text{Дб};$$

де m – маса двигуна, $m = 17200$ кг;

f – частота обертання, $f = 600$ с⁻¹;

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{600 \cdot 400^{0.55} \cdot \left(\frac{1+500}{17200} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{1300}{500}} + 30 \lg \left(\frac{600}{600} \right) \right) = 71,45 \text{Дб};$$

Для зменшення рівня вібрації в конструкції двигуна передбачено: добір поршнів і шатунів по вагових групах, маховик, противаги й інші.

Шум і вібрація, присутня на тепловозних двигунах внутрішнього згоряння впливають на здоров'я працюючих у машинному відділенні, зменшує продуктивність праці, притупляється увага. Двигуни відносяться до найбільш гучних механізмів, у більшості випадків є основними джерелами шуму і вібрації. Найбільш ефективним і, у той же час, найбільш складним є метод боротьби із шумом самого двигуна. Суть методу – у спеціальній організації робочого місця і конструктивному оформленні двигуна і його вузлів, у поліпшеній технології виготовлення й обробки деталей двигуна (підвищена точність нарізування зубів шестірни, загальне доведення і притирання деталей, вибір малошумних підшипників).

Для запобігання шкідливої дії вібрації на організм працюючих здійснюються технічні, організаційні та профілактичні медичні заходи.

Технічні заходи прийнято поділяти на заходи, що спрямовані на зменшення вібрації у джерелі її виникнення та на заходи, що спрямовані на зниження вібрації на шляху розповсюдження і у зоні сприйняття. Серед

технічних заходів першої групи слід виділити конструктивні, що спрямовані на зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил (зрівноваження мас, заміни ударних технологій безударними, використання спеціальних видів зачеплення у приводах машин тощо), відстроювання від резонансних режимів, вібродемпфування, динамічного гасіння вібрації.

Одним з найбільш розповсюджених методів є ізоляція звуку і вібрації. Ізоляцію повітряного шуму виконують за допомогою звукоізолюючих кожухів і перегородок, а також за допомогою звукоізоляції машинного приміщення.

Ефективним способом зменшення шуму і вібрації є установа віброгасників у місцях підвищеної вібрації, а також закріплення дверей та люків з метою зменшення тремтіння.

Дуже ефективним і важливим способом зменшення шкідливого впливу шуму на людський організм є використання індивідуальних способів захисту від шуму: пробок і навушників, гермошоломів і касок у сукупності з пробками, звукоізолюючих кабін з який провадиться управління двигуном. Способи індивідуального захисту в залежності від їхньої конструкції і частоти шуму дозволяє зменшити сприйнятий людиною звук на 15 – 20 Дб.

4.4 Протипожежні заходи

Система протипожежного захисту – це сукупність заходів та засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї. Основними завданнями системи протипожежного захисту є обмеження розповсюдження і розвитку пожеж і вибухів за межі осередку, своєчасне виявлення та ліквідація пожежі, захист людей та матеріальних цінностей від дії шкідливих та небезпечних чинників пожеж і вибухів.

Захист людей у разі пожежі – найважливіше завдання всієї системи протипожежного захисту. Вимушене пересування людей назовні з метою їх

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

уряткування при пожежі або появі безпосередньої загрози її виникнення називають *евакуацією*. Для забезпечення швидкої та безпечної евакуації людей із будівель та споруд будівельними нормами встановлені певні вимоги до шляхів евакуації та евакуаційних виходів.

Шляхом евакуації є безпечний для руху людей маршрут, який веде до евакуаційного виходу. *Евакуаційний вихід* з будинку – це вихід безпосередньо назовні, а евакуаційним виходом з приміщення є вихід, що веде до коридору чи сходової клітки (безпосередньо або через сусіднє приміщення). Із приміщень, розташованих на другому та більш високих поверхах (заввишки не більше 30 м) допускається евакуаційний вихід на зовнішні сталеві сходи.

Для своєчасного виявлення пожежі вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнують *системами пожежної сигналізації*. Сигналізація може вмикатися вручну або автоматично.

Причиною пожеж у машинному відділенні є: несправні електроприлади, самозаймання промасленого дрантя, несправність запірної арматури, знос і корозія елементів паливної апаратури, застосування відкритого вогню, недотримання норм пожежної безпеки при роботі з легко займистими речовинами. Протипожежні заходи діючої ЕДС прийняті відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Приміщення забезпечене первинними засобами пожежогасіння, відповідно до правил Державної пожежної інспекції й аптечкою для надання першої медичної допомоги. Обслуговуючий персонал повинен стежити за справним станом вогнегасників. Забороняється гасити електроустановки водою й пінними вогнегасниками.

При виявленні пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно сповістити про це по телефону в пожежну охорону;
- повідомити про пожежу керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по об'єкту;

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

- прийняти заходи щодо евакуації людей, гасіння пожежі і схоронності матеріальних цінностей;

Посадова особа об'єкта, що прибула до місця пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана пожежна охорона, довести до відома власника підприємства;
- у випадку загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, використовуючи для цього наявні сили і засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, незв'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи в будинку, крім робіт, зв'язаних із заходами щодо ліквідації пожежі;
- за необхідності відключити електроенергію (за винятком систем протипожежного захисту), зупинити транспортуючі пристрої, агрегати, апарати, перекрити сировинні, газові, парові і водяні комунікації, зупинити систему вентиляції в аварійному і суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимового захисту) та виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі і задимленості будинку;
- перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимового захисту;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та джерела водопостачання;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію та захист матеріальних цінностей;
- забезпечити дотримання заходів безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

Після прибуття пожежних підрозділів, необхідно забезпечити безперешкодний їх доступ на територію об'єкта, за винятком, коли відповідними державними нормативними актами встановлений особливий порядок допуску.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

4.5 Техніка безпеки при експлуатації газового двигуна – генератора

При роботі двигуна, а також різних систем і механізмів, що обслуговують двигун, виникає ряд виробничих факторів небезпечних для життя і здоров'я людей. Ці фактори регламентовані ДСТ 12.0.003 – 83.

Експлуатація й обслуговування двигунів-генераторів повинні проводитися відповідно до технічного опису й інструкції для експлуатації газових двигунів - генераторів АТВТ «Первомайськдизельмаш».

Під час експлуатації двигунів-генераторів повинні вестися всі експлуатаційні документи, передбачені «Інструкцією для експлуатації», затвердженої керівником підприємства.

«Інструкція для експлуатації» повинна бути розроблена відповідно до вимог діючих «Правил будови електроустановок» (ПБЕ), «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕ і ПТБ) і з урахуванням безпечної експлуатації двигунів-генераторів. Інструкція повинна бути вивішена в машинному залі й операторській.

До роботи допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, інструктаж з техніки безпеки і мають посвідчення на право роботи з газифікованим устаткуванням й електроустановками з напругою до 1000 В.

При вступі на чергування персонал зобов'язаний ознайомитися із записами в змінному журналі й перевірити справність систем двигуна, генератора й допоміжного устаткування.

З метою виявлення підвищеного змісту газу (метану) і забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу, у машинному приміщенні повинен встановлюватися аналізатор метану АТ1-1 (або аналогічний йому прилад). Налаштування спрацьовування аналізатора метану – 1% по обсязі або 20% НКПП (нижня концентраційна межа поширення полум'я). Встановлюється датчик метану над двигуном-генератором, що працює на природному газі,

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

на висоті не менш 3 метрів. При наявності помилкового спрацьовування допускається зміщати датчик убік від осі двигуна на 1,5...2,0 метра. На кожні 200м² площі встановлюється один датчик, але не менш одного датчика на приміщення, згідно «Вимогам до установки сигналізаторів і газоаналізаторів».

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1 Заходи з охорони праці

Безпека людини нерозривно пов'язана з виробничим середовищем. Останнє характеризується породжуваними діяльністю людини об'єктами, явищами, фізичними, хімічними, біологічними та соціальними факторами, які прямо чи опосередковано впливають на самопочуття та стан здоров'я працюючих. Працівник може бути у безпеці тільки в такому стані виробничого середовища, коли виключена дія на нього небезпечних та шкідливих чинників. *Небезпечний виробничий чинник* – це чинник, вплив якого на працівника в певних умовах призводить до травм, гострого отруєння або іншого раптового різкого погіршення здоров'я або до смерті.

Ризик - це імовірність заподіяння шкоди з урахуванням її тяжкості. Він є кількісною мірою здатності певних подій завдавати шкоду людині. Поняття ризику використовується для прогнозування і оцінки стану умов та безпеки праці на робочому місці, ефективності впровадження заходів та засобів з охорони праці, доцільності робіт з підвищення безпечності обладнання, впровадження нових безпечних технологічних процесів тощо. Поняття ризику прийнятне як для *стохастичних*, так і для *детерміністичних* (нестохастичних) ефектів.

При вирішенні будь-якого завдання управління обов'язковими елементами є аналіз або прогнозування стану безпеки об'єкта із застосуванням наявної інформаційної бази, вироблення управлінських рішень, їх узгодження та вибір форм організаційно-розпорядчих дій. Реалізація управлінських рішень здійснюється на об'єкті управління.

До стохастичних ефектів відносяться ті, ймовірність виникнення яких існує при будь якій кількості випадків впливу небезпечного чи будь-якому рівні шкідливого чинників, зростає при їх збільшенні, тоді як відносна тяжкість наслідків від їх кількості чи рівня не залежить.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

До *детерміністичних* ефектів відносяться ті, що завжди настають при певних подіях чи при перевищенні певного рівня чинника, а тяжкість їх наслідків залежить від величини чинника.

Ризик може розраховуватися відносно всіх працюючих (*загальний ризик*) або до певної групи працюючих (*груповий ризик*). Такі групи можуть складатися з працівників, які належать до однієї професії, одного віку, статі тощо. Ймовірність погіршення стану здоров'я працівника під час виконання ним трудових обов'язків розглядається як *виробничий ризик*.

Поняття ризику широко застосовують при встановленні гранично допустимих величин (швидкості руху транспортних засобів, концентрацій шкідливих речовин, рівнів фізичних чинників, параметрів технологічних процесів, дозопромінення іонізуючим випромінюванням тощо), необхідності впровадження та використання колективних та індивідуальних засобів захисту від впливу шкідливих чи небезпечних чинників, вимог безпеки до машин, механізмів, обладнання, обмежень, пов'язаних із станом здоров'я, тощо.

Один із принципів створення безпечних умов праці – це принцип оптимізації, який передбачає зниження ризиків до якомога нижчого рівня і здійснюється в діапазоні від верхньої межі граничного ризику до нижньої, яка визначається як знехтуваний ризик, нижче якого подальше його зниження недоцільне.

На стан охорони праці об'єкта управління впливають небезпечні та шкідливі чинники виробничого середовища, методи роботи, організація праці (внутрішні чинники притаманні підприємству), а також зовнішні відносно об'єкта управління чинники природного чи техногенного (антропогенного) походження, які можуть погіршити умови праці, спричинити надзвичайні ситуації, аварії та катастрофи.

Для забезпечення прав працівників на охорону праці, гарантованих Конституцією і законодавством України, та виконання ними обов'язків у цій

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

сфері на державному, регіональному, галузевому та виробничому рівнях розробляється і забезпечується функціонування системи управління охороною праці (далі - СУОП).

СУОП це сукупність об'єкта та суб'єкта управління, що взаємодіють між собою з метою досягнення генеральної мети охорони праці, а саме: в умовах прийняттого ризику та мінімальних витрат біологічних ресурсів людини забезпечити максимальну продуктивність її праці та конкурентоспроможність продукції.

4.2. Охорона навколишнього середовища

Одним із необхідних умов здорової та високопродуктивної праці являється забезпечення чистоти повітря та нормальних метеорологічних умов в робочій зоні приміщення. Вплив таких шкідливих виробничих факторів, як газів та парів, пилу, надлишкової теплоти і вологи. Створення здорового повітряного середовища являється важливою народногосподарською задачею, яка повинна здійснюватися комплексно, одночасно із розв'язанням основних питань виробництва.

Шкідливі речовини проникають в організм людини головним чином через дихальні шляхи, а також через шкіру та з їдою. Більшість цих речовин відноситься до небезпечних та шкідливих виробничих факторів, оскільки вони надають токсичний вплив на організм людини.

За характером впливу на організм людини ці шкідливі речовини розподіляються на наступні групи:

1. Загально-токсичні – викликають отруєння всього організму (окис вуглецю, свинець, ртуть);
2. Подразнюючі – викликають подразнення дихального тракту та слизової оболонки (хлор, аміак, сірчаний газ);
3. Сенсibiliзуючі – діють як алерген (формальдегід, різні розчинники);
4. Канцерогенні – визивають ракові захворювання (нікель та його сполуки, аміни, азбест).

Забруднення навколишнього середовища, яке виникає при експлуатації двигуна.

В процесі експлуатації двигун знаходиться у взаємозв'язку із навколишнім середовищем. При роботі двигун споживає повітря та воду, також скидає в атмосферу випускні гази, а в гідросферу – воду із двигуна та воду, являється джерелом теплового, шумового, вібраційного та радіаційного забруднення біосфери. В результаті недосконалості процесів згоряння палива, конструкції механізмів, порушення правил технічного обслуговування, а іноді в результаті аварій сильно забруднюється біосфера. Це призводить до зміни санітарно-гігієнічних умов життєдіяльності людини, сприяє розвитку різних захворювань і надає негативний вплив на флору та фауну.

Токсичність випускних газів визначається сортом палива і умовами його згоряння

Випускні гази сприяють задимленню атмосфери. Дим, окрім забруднення біосфери, погіршує видимість і зменшує сонячну радіацію на поверхні землі в результаті поглинання та розсіювання світла утвореними частками.

В місці з відвідною від двигуна охолоджуючою рідиною систему, в землю можуть потрапляти і масло. Це може відбуватися із-за нещільності з'єднання систем, через сальники арматури і насосів тощо.

Розробка заходів по зменшенню забруднення навколишнього середовища

1. Потрібний стан навколишнього середовища може бути забезпечений виконанням певних заходів, до основних із яких відносяться:

Механізація та автоматизація виробничих процесів, дистанційного керування ними. Ці заходи мають велике значення для захисту від дії шкідливих речовин, теплового випромінювання, особливо при виконанні важких робіт. Автоматизація процесів, які супроводжуються виділенням

шкідливих речовин, не тільки підвищує продуктивність, але й покращує умови праці, оскільки працюючі виводяться із небезпечно зони.

2. Застосування технологічних процесів та обладнання, що перешкоджає утворенню шкідливих речовин або потраплянню їх в робочу зону. При проектуванні нових технологічних процесів і обладнання необхідно домагатися виключення або різкого зменшення виділення шкідливих речовин в повітря виробничих приміщень.

3. Захист від джерел теплових випромінювань. Це важливо для зниження температури повітря в приміщенні та теплового опромінення обслуговуючого персоналу.

4. Пристрої вентиляції та опалення.

5. Застосування заходів індивідуального захисту.

6. Застосування альтернативних видів палива, які менш шкідливі для організму людини та довкілля

4.3. Заходи щодо зниження шуму і вібрації.

Вплив вібрації на людину залежить від виду і параметрів вібрації, напрямку і тривалості її дії, а також від індивідуальних особливостей людини. На людину може діяти вібрація у досить широкому діапазоні частот – від десятих часток до декількох тисяч Гц. Загальна вібрація з частотою менше 0,7 Гц при значних віброзміщеннях порушує у людини нормальну діяльність вестибулярного апарата, що спричиняє погіршення самопочуття, нудоту. Низькочастотні коливання (до 16 Гц) пригнічують центральну нервову систему, викликають почуття тривоги, страх. При значній інтенсивності коливань на частоті 6–9 Гц можуть втягуватися у резонанс внутрішні органи люди, що спричиняє травми, розриви артерій тощо. Це пов'язано з тим, що внутрішні органи людини можна розглядати як коливальні системи з пружними зв'язками, частоти власних коливань яких знаходяться у зазначеному діапазоні.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

Характерними рисами шкідливого впливу вібрації на людину є зміни у функціональному стані: підвищена втома, збільшення часу моторної реакції, порушення вестибулярної реакції. У результаті впливу вібрації виникають нервово-судинні розлади, враження кістково-суглобної й інших систем організму. Систематична дія загальної вібрації, за умов високого значення величини віброшвидкості, може призвести до виникнення вібраційної хвороби – стійких порушень фізіологічних функцій організму, що обумовлено переважною дією вібрації на центральну нервову систему. Ці порушення спричиняють головний біль, знижують працездатність, погіршують самопочуття, порушують роботу серця. Локальна вібрація викликає спазми судин, які виникають спочатку у фалангах пальців, а потім розповсюджуються на всю руку. Внаслідок цього погіршується її кровопостачання. Одночасно протікають зміни у нервовій системі та відкладаються солі у суглобах, що веде до болі, деформації рук та зниження рухомості у суглобах.

Шум значно погіршує продуктивність праці. Впливає на людину, при інтенсивному рівні шуму тривалий час спостерігається втома слухового апарату, що може привести до часткового чи навіть до повної втрати слуху. Санітарні норми шуму приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Санітарні норми шуму

ν , Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_0 , Дб	103	96	91	88	85	83	81	80

Вібрація виникає через динамічну невідновленість мас кривошипно-шатунного механізму ДВЗ. Локальна вібрація викликає спазми судин і погіршує кровообіг. Загальна вібрація з частотою 0,7 Гц викликає морську хворобу, з частотою 4 – 30 Гц може викликати ушкодження плечового пояса, більшості внутрішніх органів через резонансні явища. Санітарні норми вібрації приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Санітарні норми вібрації

Напрямок нормування вібрації	Середньоквадратична віброшвидкість (чисельник, м/с*10 ⁻²), логарифмічний рівень віброшвидкості (знаменник, дБ)						
	1	2	4	8	15	31,5	63
вертикаль	20/132	7,1/123	2,5/114	1,3/108	1,1/107	1,1/107	1,1/107
горизонталь	-	3,5/117	1,3/108	0,63/102	0,56/101	0,56/101	0,56/101

Розрахунок рівня шуму і вібрації в приміщенні машинного відділення.

Рівень шуму вироблений в результаті роботи двигуна 6ГЧН25/34 визначається по формулі:

$$L = \left[54 + 10 \cdot \lg(n_n + P e^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{n}{n_n}\right) \right], \text{Дб};$$

де:

n_n – номінальна частота обертання, $n_n = 600 \text{ хв}^{-1}$;

n – робоча частота обертання, $n = 600 \text{ хв}^{-1}$;

P_e – номінальна потужність двигуна, $P_e = 500 \text{ кВт}$.

$$L = \left[54 + 10 \lg(600 + 500^{0.55}) + 30 \lg\left(\frac{600}{600}\right) \right] = 82,75 \text{Дб};$$

Рівень шуму перевищує припустимі значення. Необхідно проводити заходи щодо зниження рівня шуму.

Для зниження аеродинамічного шуму, створеного двигуном, використовуються глушники різних конструкцій. Використання глушників дозволяє знизити загальний рівень шуму на 10 – 12 Дб.

Для зниження повітряного шуму, випромінюваного зовнішніми поверхнями двигуна, використовуються звукоізолюючі чи кожухи бокси, що дозволяють знизити загальний рівень шуму на 10 – 15 Дб, а додатково на 20 Дб і вище.

Для зниження механічного шуму необхідно зменшити зазори між деталями і вузлами, виготовляти конструкції з матеріалів з великим внутрішнім тертям і шумопоглинальними покриттями.

Рівень вібрації для двигуна 6 ГЧН 25/34 визначається по формулі:

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{n_n \cdot Pe^{0.55} \cdot \left(\frac{1+Pe}{m} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{m}{Pe}} + 30 \lg \left(\frac{n}{n_n} \right) \right), \text{Дб};$$

де m – маса двигуна, $m = 17200$ кг;

f – частота обертання, $f = 600$ с⁻¹;

$$L = 44 + 10 \lg \left(\frac{600 \cdot 400^{0.55} \cdot \left(\frac{1+500}{17200} \right)}{1 + \left(\frac{1}{1500} \right)^3 \cdot \frac{1300}{500}} + 30 \lg \left(\frac{600}{600} \right) \right) = 71,45 \text{Дб};$$

Для зменшення рівня вібрації в конструкції двигуна передбачено: добір поршнів і шатунів по вагових групах, маховик, противаги й інші.

Шум і вібрація, присутня на тепловозних двигунах внутрішнього згоряння впливають на здоров'я працюючих у машинному відділенні, зменшує продуктивність праці, притупляється увага. Двигуни відносяться до найбільш гучних механізмів, у більшості випадків є основними джерелами шуму і вібрації. Найбільш ефективним і, у той же час, найбільш складним є метод боротьби із шумом самого двигуна. Суть методу – у спеціальній організації робочого місця і конструктивному оформленні двигуна і його вузлів, у поліпшеній технології виготовлення й обробки деталей двигуна (підвищена точність нарізування зубів шестірні, загальне доведення і притирання деталей, вибір малошумних підшипників).

Для запобігання шкідливої дії вібрації на організм працюючих здійснюються технічні, організаційні та профілактичні медичні заходи.

Технічні заходи прийнято поділяти на заходи, що спрямовані на зменшення вібрації у джерелі її виникнення та на заходи, що спрямовані на зниження вібрації на шляху розповсюдження і у зоні сприйняття. Серед

технічних заходів першої групи слід виділити конструктивні, що спрямовані на зниження вібрації у джерелі виникнення за рахунок зменшення діючих змінних сил (зрівноваження мас, заміни ударних технологій безударними, використання спеціальних видів зачеплення у приводах машин тощо), відстроювання від резонансних режимів, вібродемпфування, динамічного гасіння вібрації.

Одним з найбільш розповсюджених методів є ізоляція звуку і вібрації. Ізоляцію повітряного шуму виконують за допомогою звукоізолюючих кожухів і перегородок, а також за допомогою звукоізоляції машинного приміщення.

Ефективним способом зменшення шуму і вібрації є установа віброгасників у місцях підвищеної вібрації, а також закріплення дверей та люків з метою зменшення тремтіння.

Дуже ефективним і важливим способом зменшення шкідливого впливу шуму на людський організм є використання індивідуальних способів захисту від шуму: пробок і навушників, гермошоломів і касок у сукупності з пробками, звукоізолюючих кабін з який провадиться управління двигуном. Способи індивідуального захисту в залежності від їхньої конструкції і частоти шуму дозволяє зменшити сприйнятий людиною звук на 15 – 20 Дб.

4.4 Протипожежні заходи

Система протипожежного захисту – це сукупність заходів та засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей небезпечних чинників пожежі та обмеження матеріальних збитків від неї. Основними завданнями системи протипожежного захисту є обмеження розповсюдження і розвитку пожеж і вибухів за межі осередку, своєчасне виявлення та ліквідація пожежі, захист людей та матеріальних цінностей від дії шкідливих та небезпечних чинників пожеж і вибухів.

Захист людей у разі пожежі – найважливіше завдання всієї системи протипожежного захисту. Вимушене пересування людей назовні з метою їх

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

уряткування при пожежі або появі безпосередньої загрози її виникнення називають *евакуацією*. Для забезпечення швидкої та безпечної евакуації людей із будівель та споруд будівельними нормами встановлені певні вимоги до шляхів евакуації та евакуаційних виходів.

Шляхом евакуації є безпечний для руху людей маршрут, який веде до евакуаційного виходу. *Евакуаційний вихід* з будинку – це вихід безпосередньо назовні, а евакуаційним виходом з приміщення є вихід, що веде до коридору чи сходової клітки (безпосередньо або через сусіднє приміщення). Із приміщень, розташованих на другому та більш високих поверхах (заввишки не більше 30 м) допускається евакуаційний вихід на зовнішні сталеві сходи.

Для своєчасного виявлення пожежі вибухопожежонебезпечні об'єкти обладнують *системами пожежної сигналізації*. Сигналізація може вмикатися вручну або автоматично.

Причиною пожеж у машинному відділенні є: несправні електроприлади, самозаймання промасленого дрантя, несправність запірної арматури, знос і корозія елементів паливної апаратури, застосування відкритого вогню, недотримання норм пожежної безпеки при роботі з легко займистими речовинами. Протипожежні заходи діючої ЕДС прийняті відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Приміщення забезпечене первинними засобами пожежогасіння, відповідно до правил Державної пожежної інспекції й аптечкою для надання першої медичної допомоги. Обслуговуючий персонал повинен стежити за справним станом вогнегасників. Забороняється гасити електроустановки водою й пінними вогнегасниками.

При виявленні пожежі (ознак горіння) кожен працівник зобов'язаний:

- негайно сповістити про це по телефону в пожежну охорону;
- повідомити про пожежу керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по об'єкту;

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

- прийняти заходи щодо евакуації людей, гасіння пожежі і схоронності матеріальних цінностей;

Посадова особа об'єкта, що прибула до місця пожежі, зобов'язана:

- перевірити, чи викликана пожежна охорона, довести до відома власника підприємства;
- у випадку загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію, використовуючи для цього наявні сили і засоби;
- вивести за межі небезпечної зони всіх працюючих, незв'язаних з ліквідацією пожежі;
- припинити роботи в будинку, крім робіт, зв'язаних із заходами щодо ліквідації пожежі;
- за необхідності відключити електроенергію (за винятком систем протипожежного захисту), зупинити транспортуючі пристрої, агрегати, апарати, перекрити сировинні, газові, парові і водяні комунікації, зупинити систему вентиляції в аварійному і суміжних з ним приміщеннях (за винятком пристроїв протидимового захисту) та виконати інші заходи, що сприяють запобіганню розвитку пожежі і задимленості будинку;
- перевірити включення оповіщення людей про пожежу, установок пожежогасіння, протидимового захисту;
- організувати зустріч підрозділів пожежної охорони, надати їм допомогу у виборі найкоротшого шляху для під'їзду до осередку пожежі та джерела водопостачання;
- одночасно з гасінням пожежі організувати евакуацію та захист матеріальних цінностей;
- забезпечити дотримання заходів безпеки працівниками, які беруть участь у гасінні пожежі.

Після прибуття пожежних підрозділів, необхідно забезпечити безперешкодний їх доступ на територію об'єкта, за винятком, коли відповідними державними нормативними актами встановлений особливий порядок допуску.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

4.5 Техніка безпеки при експлуатації газового двигуна – генератора

При роботі двигуна, а також різних систем і механізмів, що обслуговують двигун, виникає ряд виробничих факторів небезпечних для життя і здоров'я людей. Ці фактори регламентовані ДСТ 12.0.003 – 83.

Експлуатація й обслуговування двигунів-генераторів повинні проводитися відповідно до технічного опису й інструкції для експлуатації газових двигунів - генераторів АТВТ «Первомайськдизельмаш».

Під час експлуатації двигунів-генераторів повинні вестися всі експлуатаційні документи, передбачені «Інструкцією для експлуатації», затвердженої керівником підприємства.

«Інструкція для експлуатації» повинна бути розроблена відповідно до вимог діючих «Правил будови електроустановок» (ПБЕ), «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів і правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» (ПТЕ і ПТБ) і з урахуванням безпечної експлуатації двигунів-генераторів. Інструкція повинна бути вивішена в машинному залі й операторській.

До роботи допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд, інструктаж з техніки безпеки і мають посвідчення на право роботи з газифікованим устаткуванням й електроустановками з напругою до 1000 В.

При вступі на чергування персонал зобов'язаний ознайомитися із записами в змінному журналі й перевірити справність систем двигуна, генератора й допоміжного устаткування.

З метою виявлення підвищеного змісту газу (метану) і забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу, у машинному приміщенні повинен встановлюватися аналізатор метану АТ1-1 (або аналогічний йому прилад). Налаштування спрацьовування аналізатора метану – 1% по обсязі або 20% НКПП (нижня концентраційна межа поширення полум'я). Встановлюється датчик метану над двигуном-генератором, що працює на природному газі,

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

на висоті не менш 3 метрів. При наявності помилкового спрацьовування допускається зміщати датчик убік від осі двигуна на 1,5...2,0 метра. На кожні 200м² площі встановлюється один датчик, але не менш одного датчика на приміщення, згідно «Вимогам до установки сигналізаторів і газоаналізаторів».

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Лист
Зм	Лист	№ Докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Згідно завдання кафедри, виконано кваліфікаційну магістерську роботу на тему: «Підвищення ефективності роботи газового двигуна 6 ГЧН 25/34 за рахунок зменшення величини тиску механічних втрат». За двигун-прототип прийнято двигун АТДВ «Первомайськдизельмаш» – 6 ГЧН 25/34.

В першому розділі були надана інформація про об'єкт використання двигуна 6 ГЧН 25/34, що працює в парі з генератором змінного струму СГС 800F-10Н1 для виготовлення змінного трифазного струму, також приведена його технічна характеристика.

В конструкторському розділі було виконано розрахунок робочого процесу, за результатами якого отримано основні параметри робочого циклу, розрахований тепловий баланс, побудовано теоретичну та дійсну індикаторну діаграму газового двигуна, виконаний динамічний розрахунок та побудовані графіки сил діючих в кривошипно - шатунному механізмі.

В науковому розділі був проведений аналіз конструкції компресійних кілець двигуна – прототипа та виявленні основні недоліки при їх роботі. За результатами аналізу та на основі опрацювання літератури було запропоновано змінити конструкцію поршневого кільця з метою зменшення механічних втрат на тертя. В результаті заміни компресійних кілець прямокутного перерізу на конусні компресійного кільця зменшується величина середній тиск механічних втрат в середньому на 4% (за результатами теплового розрахунку двигуна). Проведенні розрахунки на міцність підтвердили можливість застосування поршневого кільця для газового двигуна потужністю 600 кВт при частоті обертання колінчатого валу 600 хв^{-1} .

У роботі також були виконані аналіз умов праці обслуговуючого персоналу в машинних відділеннях з двигунами внутрішнього згоряння, аналіз шкідливих і небезпечних чинників.

					ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянутий вплив вібрації на людину в залежності від виду і параметрів вібрації, напрямку і тривалості її дії, а також від індивідуальних особливостей людини та запропоновані заходи по зменшенню шуму та вібрації газового двигуна.

Розглянута система протипожежного захисту на об'єкті використання газового двигуна та ряд заходів зі захисту людей у разі пожежі.

Запропоновано ряд заходів для поліпшення умов і підвищення безпеки праці. Розглянута техніка безпеки при експлуатації газового двигуна – генератора

					<i>ПННІ НУК 131.61.22.04 ПЗ</i>	Аркуш
Зм	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата		