

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN TGA 33.480 з дослідженням залежності ступеня зношеності шийок колінчастого валу.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-61
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)	<u>Танчик Д.Ю.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Ляшук О.Л.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Пиндус Ю.І.</u> (прізвище та ініціали)
Зав. кафедри	<u>Ляшук О.Л.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«29» вересня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Танчику Дмитру Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN TGA 33.480 з дослідженням залежності ступеня зношеності шийок колінчастого валу.

Керівник роботи Ляшук О.Л., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2020 року № 4/7-690

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 грудня 2020

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний ТО вантажних автомобілів MAN TGA 33.480

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ. 4 Науково-дослідний розділ. 5 Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Обладнання та схема комп'ютерного діагностування автомобілів

MAN-TGA – 1A1.

Пристосування для визначення зазорів в шарових важелях – 1A1.

Пристосування для перевірки шарових важелів – 1A1.

Карта ескізів ТО– 2A1.

Результати експериментальних досліджень – 1A1.

Ділянка діагностування вантажних автомобілів – 1A1.

Генеральний план – 1A1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н. доц. Ткаченко І.Г.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Клепчик В.М.		

7. Дата видачі завдання 29.09.2020**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.10.2020	
2	Технологічний розділ	29.10.2020	
3	Конструкторський розділ	11.11.2020	
4	Науково-дослідний розділ	25.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	09.12.2020	
6	Оформлення графічної частини	11.12.2020	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	21.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Танчик Д.Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Ляшук О.Л.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра на тему: «Проект дільниці ремонтного цеху для технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN TGA 33.480 з дослідженням залежності ступеня зношеності шийок колінчастого валу.».

Кваліфікаційна робота магістра виконувалась на кафедрі автомобілів ТНТУ імені Івана Пулюя.

Керівник роботи магістра д.т.н., професор Ляшук О.Л.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 65 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 2 сторінки додатків.

Ключові слова: обслуговування, точність, діагностика, регулювання, заміна.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Розрахунок виробничої програми АТП за кількістю видів технічних дій.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	10
2.1 Розробка технологічного процесу технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN TGA.....	10
2.2 Операції технічного обслуговування.....	20
2.3 Розрахунок кількості робочих постів.....	25
2.4 Підбір технологічного обладнання для дільниці ТО.....	26
2.5 Площі виробничих зон і відділень.....	28
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	30
3.1 Призначення, конструкція та принцип роботи пристосування.....	30
3.2 Розрахунки по пристосуванням.....	32
3.3 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження конструкторських розробок.....	39
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	43
4.1 Дослідження зв'язку діагностичних і структурних параметрів.....	43
4.2 Закономірності зношування сполучень деталей силового агрегату автомобілів.....	46
4.3 Композиція прогнозів залишкового ресурсу.....	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
5.1 Обов'язкові роботи, при профілактичному технічному обслуговуванні та ремонті.....	54
5.2 Основні напрямки та шляхи підвищення стійкості функціонування об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій.....	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	64

БІБЛІОГРАФІЯ.....	6
ДОДАТКИ	65

ВСТУП

Підтримка високого рівня надійності ТЗ в умовах експлуатації потребує своєчасного попередження, виявлення і усунення несправностей при діагностуванні та технічному обслуговуванні автомобілів.

Підтримання автомобіля в технічно справному стані на протязі всього передбачуваного терміну експлуатації можливо лише при умові дотримання правил експлуатації і виконання планово-попереджувальних заходів, що передбачені заводською інструкцією і нормативними документами автопідприємств.

Основним призначенням технічного обслуговування є утримання рухомого складу у справному стані, хорошему зовнішньому вигляді, зменшення інтенсивності зношування деталей, попередження виникнення несправностей та збільшення строку роботи рухомого складу, забезпечення постійної готовності його до роботи, підвищення надійності та безпечності експлуатації, досягнення мінімальної витрати палива та мастильних матеріалів, а також своєчасне виявлення несправностей, що виникають під час експлуатації, з метою їх своєчасного знешкодження.

Велике значення має діагностування, для зниження трудових і матеріальних затрат на ремонт рухомого складу автомобільного підприємства. Воно дозволяє зменшити кількість машин, що потребують не запланованого і капітального ремонту.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Розрахунок виробничої програми АТП за кількістю видів технічних дій

Потреби в ТО і КР автомобілів розраховуємо за формулами:

$$N_{KP}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{kp}^i},$$

$$N_{TO-2}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{TO-2}^i} - N_{KP}^i,$$

$$N_{TO-1}^i = \frac{\sum L_p^i}{L_{TO-1}^i} - (N_{KP}^i + N_{TO-2}^i),$$

де $N_{KP}^i; N_{TO-2}^i; N_{TO-1}^i$ – відповідно кількість КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів і-ої моделі;

$\sum L_p^i$ – річний пробіг всіх автомобілів і-го типу;

$L_{KP}^i; L_{TO-2}^i; L_{TO-1}^i$ – відповідно періодичності проведення КР, ТО-2 та ТО-1 автомобілів і-ої моделі, тис. км.

Так, наприклад, для автомобіля 45-141010-013: $\sum L_p^i = 160,0$ тис. км.

$L_{KP}^i = 210,0$ тис. км.; $L_{TO-2}^i = 7,2$ тис. км.; $L_{TO-1}^i = 2,4$ тис. км.

$$N_{KP} = \frac{160,0}{210,0} = 0,76 \text{ приймаємо } N_{KP} = 1$$

$$N_{TO-2} = \frac{160,0}{7,2} - 1 = 21 \text{ приймаємо } N_{TO-2} = 21$$

$$N_{TO-1} = \frac{160,0}{2,4} - (1 + 21) = 45 \text{ приймаємо } N_{TO-1} = 45.$$

Аналогічно проводимо розрахунки потреби в КР, ТО-2, ТО-1 для інших марок автомобілів і результати розрахунків зводимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Потреба в ТО і КР автомобілів

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Річний пробіг всіх автомобілі в $\Sigma L'_p$, тис.км.	Періодичність технічних дій, тис. км.			Кількість технічних дій, N_i			
		КР	ТО-2	ТО-1	ЩО	ТО-1	ТО-2	КР
КамАЗ 45-141010013	160	210	2,4	7,2	1	21	45	1000
КамАЗ 55111	180	210	2,4	7,2	1	24	50	1000
КамАЗ 65115	400	210	2,4	7,2	2	53	111	2500
КамАЗ 6520	200	210	2,4	7,2	1	27	55	1000
КамАЗ 6540	220	210	2,4	7,2	1	29	62	1250
МАЗ 651705231	275	224	2,5	12,5	1	21	88	1250
МАЗ 5516	300	224	2,5	12,5	1	23	96	2500
MAN 33.350.TGA	105	490	4,0	16,0	-	7	20	750
MAN TGA 41480 BB-WW	180	490	4,0	16,0	-	11	35	1000

1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши систему технічного обслуговування, вантажних автомобілів MAN TGA 33.480, було зроблено наступні висновки:

Тому було поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

в технологічному розділі вибрати метод та послідовність ТО, розробити технологічні процес ТО; розробити технічну документацію на проведення ТО.

в конструкторському розділі розробити стенда для розбирання та складання головки блока циліндрів двигуна;

в розділі обґрунтування економічної ефективності провести розрахунок вартості ремонту.

провести дослідження залежності ступеня зношеності шийок колінчастого валу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка технологічного процесу технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN TGA

В даний час в умовах Центральної Європи застосовуються наступні види технічного обслуговування: «ProFit Check» для автобусів, «ProFit Check II» для вантажних автомобілів, «Система ТО по групах» для всіх видів техніки. Перевага віддається системі «ProFit Check», що дозволяє оптимізувати витрати на проведення технічного обслуговування і звести до мінімуму кількість заїздів на СТО для проведення технічного обслуговування.

Система «ProFit Check».

Автомобіль проходить в рік тільки два техобслуговування: сервіс із заміною моторної оливи (по пробігу), а так само сервіс S12 (за часом, кожні 12 місяців). Обидві служби включають: експлуатаційний сервіс, довгостроковий сервіс, додаткові служби. Проте дана система не враховує, наприклад, підвищений вміст сірки, води і твердих часток в паливі, не завжди високу кваліфікацію водіїв, важкі дорожні і температурні умови і тому подібне, що неминує веде до необхідності постійного зменшення інтервалів сервісного обслуговування. Таким чином, «ProFit Check» повинна піддаватися постійним змінам, що враховують всі вищеперелічені чинники, що у свою чергу зводить нанівець всі переваги даної системи при її використанні в Центральній Європі. Більш того, відсутня підтримка бортового комп'ютера автомобіля за розрахунком термінів заміни масла. При проведенні обслуговування «Е» необхідно деактивувати дану функцію. Визначення термінів необхідно проводити вручну, враховуючи і огляд залежно від часу експлуатації, і перелік контрольних робіт залежних від пробігу по наших дорогах, застосовуючи паливо не найвищої якості. На великих річних пробігах складно враховувати важкі дорожні умови і доводиться вводити додаткові огляди після певних пробігів. Тому, в наших умовах застосовується виключно система ТЕ по групах обслуговування.

Система технічного обслуговування по групах.

Залежно від річного пробігу автомобіль відноситься до однієї з груп.

- А+ річний пробіг понад 150 000 км. (необхідне виконання переліку умов по устаткуванню і вживаним матеріалам).

- А понад 80 000 км.
- В від 10 000 до 80 000 км.
- С до 10 000 км., або за особливих умов експлуатації.

Для кожної групи є свої інтервали заміни оливи і проведення ТО. Обслуговування проводиться в наступних об'ємах:

Служба обкатки Е після пробігу 1000...5000 км.

Служба F - роботи залежно від пробігу, які проводяться незалежно від часу експлуатації. При цьому F1- змащувальна служба (не проводиться на ряді нових автомобілів).

F2 і F3 - сервісні огляди які проводяться при певних пробігах. При цьому, наприклад, при групі А служба F2 проводиться при пробігу від 20 до 80 тис. км. Пробігом, що рекомендується, при цьому є відмітка в 45 тис. км. Служба F3 проводиться при подвоєних пробігах в порівнянні з F2, пробігом, що рекомендується, при цьому буде 90 тис. км.

Служба Z - роботи залежні від часу, які проводяться незалежно від пробігу додатково до служб F.

Служби по заміні оливи в агрегатах.

Заміна масла в агрегатах проводиться незалежно від Служб F і Z і може здійснюватися окремо або в комбінації з ними. Зазвичай специфікація масла підбирається так, щоб термін заміни збігся з проведенням служб F і Z. Таким чином, автомобіль буде як мінімум двічі в рік звертатися на СТО, що є повним аналогом системи «ProFit Check». Водій має так само можливість відмовитися від комбінування різних служб (наприклад, при невеликому річному пробігу або за складних умов експлуатації). Необхідно пам'ятати, що моторне масло повинне мінятися не рідше чим раз на рік, а трансмісійне - не рідше чим раз на два роки.

Застосування коефіцієнтів, що коректують, при заміні оливи на агрегатах із-за палива і експлуатаційних чинників.

Як вказувалося вище, термін заміни моторної оливи безпосередньо залежить від вмісту сірки в паливі. Загальновідомо, що вміст сірки підвищений

у виготовленому вітчизняними НПЗ дизпаливі, внаслідок використання застарілого устаткування і складає порядку 0,5...0,6%, тобто в 2,5...3 рази перевищує гранично допустиме значення.

Таким чином, знижувальний коефіцієнт для вітчизняного палива знаходиться в інтервалі 0,5...0,75.

Наприклад, для бетонозмішувача - поправочний коефіцієнт - 0,7.

Заміна оливи в агрегатах.

Аналогічна ситуація спостерігається і з термінами заміни оливи в КПП і мостах. Зазвичай поправочний коефіцієнт складає 0,7-0,8. Це обумовлено утворенням конденсату в агрегатах.

Приклади розрахунку термінів заміни оливи.

Приклад 1.

Група технічного обслуговування А;

Річний пробіг 100 000 км.

Автомобіль серії TGA, двигун D28, Euro-3.

Моторна олива замінюють при максимальному пробігу 80000 км.

Застосовуючи поправочні коефіцієнти отримуємо інтервал заміни оливи від 40 до 60 тис. км., залежно від якості палива, застосовуючи усереднений коефіцієнт набуваємо номінального значення 48 тис. км. Збільшення даного пробігу можливе тільки при постійному контролі за якістю палива. Оскільки піврічний пробіг складає 50 000 км., то можливе комбінування заміни оливи з обслуговуванням Z1 (кожні півроку), а так само із службою F2 (кожні 50 000 км.) на відмітці 48...50 тис. км. (але не більше 10% відхилення від номінального значення), оптимизировав по аналогії з «ProFit Check» витрати на ТО.

Приклад 2.

Група технічного обслуговування В;

Річний пробіг 75 000 км.

Автомобіль серії TGA, двигун D28, Euro-3.

Моторне масло міняється при макс. 60 000 км.

Застосовуючи поправочні коефіцієнти отримуємо інтервал заміни оливи від 30 до 45 тис. км., залежно від якості палива, застосовуючи усереднений

коефіцієнт отримуємо 36 тис. км. Оскільки піврічний пробіг складає 37,5 тис. км. доцільно комбінувати заміну оливи з обслуговуванням Z1 (кожні півроку), а так само із службою F2 (кожні 37,5 тис. км.), наприклад, при пробігу в 36...38 тис. км. (але не більше 10% відхилення від номінального значення), оптимізувавши по аналогії з «ProFit Check» витрати на ТО.

При розрахунках необхідно так само враховувати коефіцієнти, що коректують, за особливих умов експлуатації (бетонозмішувачі, автомобілі пожежної служби і тому подібне).

Заміна оливи в агрегатах.

Аналогічна ситуація йде і з термінами заміни оливи в КПП і мостах. Зазвичай, поправочний коефіцієнт складає 0,7-0,8. Це обумовлено утворенням конденсату в агрегатах.

Проводити заміну основного повітряного фільтру, паливного фільтру вологовідділювача і патрона повітреосушувача пневмосистеми не рідше ніж раз на рік, а за важких умов експлуатації (підвищена вологість, пил і тому подібне) частіше.

Операції технічного обслуговування автомобілів Man наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1 – Операції технічного обслуговування вантажних автомобілів MAN серії TGA.

СИСТЕМНА ДІАГНОСТИКА	E	Z1	Z2	F2	F3
Зчитати реєстратор несправностей (за допомогою Man-cats II) / зберегти дані на стаціонарному комп'ютері	X	X	X		
Зчитати ресурс гальма і зчеплення (за допомогою Man-cats II)	X	X	X		
КОНТРОЛЬНІ І РЕГУЛЮВАЛЬНІ РОБОТИ:					
Підтягніть болти кріплення голівки циліндра при першому обслуговуванні мін. пробіг 1.000 км., макс. 5.000 км)	X				

Підтягнути гайку нажимного фланця для корпусу форсунки при першому обслуговуванні	X				
Відрегулюйте зазор клапанів двигуна	X				X
Зубчастий клиновий пас. Контроль стану					X
Повітряний фільтр, залежно від ступеня забруднення замінити				X	X
Повітреосушувач пневмосистеми : якщо в повітряному ресивері є вода, злити і замінити патрон з осушувачем				X	X
Кондиціонер: Перевірити заправку хладагента і осушувач, при необхідності заправити і замінити осушувач)					X
КОНТРОЛЬ: Рівень рідини					
Коробка передач	X				X
Гідротрансформаторне зчеплення (WSK), окрема мастильна система	X				X
Роздавальна коробка	X				X
Механізм відбору потужності NMV	X				X
Ведучий міст (мости)	X				X
Гідравлічний пристрій механізму перекидання кабіни	X				X
Хладагент кондиціонеру	X				X
ЗАМІНА:					
Система вентиляції: фільтр тонкої очистки (при наявності великої кількості пилу частіше)					X
Повітряне чи водяне додаткове опалення: паливний фільтр					X
Паливний фільтр				X	X

Фільтр грубої очистки палива Separ (в залежності від забруднення)				X	X
ОЧИЩЕННЯ:					
Сітчастий фільтр попередньої очистки палива				X	X
МАСТИЛЬНА СЛУЖБА:					
Тягово-сідельний зчпний пристрій				X	X
Трос підйомника запасного колеса				X	X
Платформа самосвалу: Опорні точки				X	X
Централізована система мащення (запас мастила і її подача)				X	X
Вал розтискного кулака (ведучий міст з планетарними колісними передачами з барабанним гальмом)				X	X
Регулювальний важіль (ведучий міст з планетарними колісними передачами з барабанним гальмом)				X	X
Несучий каркас для змінного кузова: Різьблення поворотної цапфи, опора центровочного ролика					X
Пристрій перекидання кабіни: Замковий механізм					X
Карданний вал (вали)				X	X
Гальмівний циліндр : голівки вилки				X	X
Направляюче віконце тросової лебідки				X	X
Двері (замок)				X	X
Заміна масла механізму відбору потужності ZF NMV з масляним фільтром					X
Заміна оливи гідравлічної системи перекидаючого пристрою самоскида					X

(перша заміна оливи приблизно через 1500 перекидань)					
Замінити закладене мастило підшипників маточин коліс, при цьому перевірити стан підшипників				X	X
КОНТРОЛЬ: Стан, функціональність, ефективність, герметичність, прокладки, пошкодження, корозія, місця стирань	E	Z1	Z2	F2	F3
Двигун, коробка передач, гальмо-сповільнювач, ведучий міст, амортизатор (зовнішній огляд))	X	X	X		
Перевірити систему рульового управління, вкл. манжети ущільнювачів, гофри на кульових шарнірах	X	X	X		
Рульове управління підтримуючого моста	X	X	X		
Рульове управління переднього підтримуючого моста	X	X	X		
Перевірте пневматичну підвіску, особливо пневмобаллони і пневмошланги на тріщини		X	X		
Тягово/седельно-сцепний пристрій і опорна плита сідла		X	X		
Перевірте поворотний кулак, вкл. осьовий зазор			X		
Зчеплення		X	X		
Моторне гальмо		X	X		
Гідротрансформатор перемикаюче зчеплення (агрегат WSK)		X	X		
КОНТРОЛЬ: Міцність посадки, фіксація					
Гайки кріплення колеса (дотримуватися	X	X	X		

моменту затягування)					
Ресори, болти кріплення кронштейна ресори	X	X	X		
Рульове управління, рульовий механізм, гайка сошки рульового управління, кронштейн	X	X	X		
Утримувач і кріплення запасного колеса	X	X	X		
Тросовая лебідка			X		
Автомобільний домкрат			X		
Автомобіль-самоскид і FX: кріплення допоміжної рами	X		X		
Спойлер на криші/аеропакет/несуща рама	X	X	X		
ТЕХНІЧНА БЕЗПЕКА - ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА					
КОНТРОЛЬ: Гальмівна система	E	Z1	Z2	F2	F3
Стан, герметичність, прокладка, пошкодження, корозія, місця стирань, зміряти знос кожної накладки, гальмівного диска або гальмівного барабана, провести функціональний контроль (також регулювальник гальмівного механізму) і контроль ефективності		X	X		
ПРОФІЛАКТИЧНА ІНСПЕКЦІЯ					
КОНТРОЛЬ: Стан, функціональність, ефективність, герметичність, прокладка, пошкодження, корозія, місця стирань	E	Z1	Z2	F2	F3
Система охолодження і обігріву, захисні решітки радіатора, у тому числі забруднення конденсатора кондиціонера	X	X	X		

і пластинок водяного радіатора і охолоджувача наддувочного повітря					
Кабельні з'єднання, кріплення і проводки: Акумуляторна батарея, стартер, генератор, точка маси	X	X	X		
Кабіна: механізм перекидання і блокування, гідравлічна система	X		X		
Повітрязбірна система і система випуску ВГ/система рециркуляції ВГ	X		X		
Паливна система, вкл. повітря і/або водяне доп. опалювання	X		X		
Функція блокування замку запалення		X	X		
Механізм перекидання самоскида		X	X		
Регулювання насоса централізованої змащувальної системи		X	X		
Кріплення кабіни, вкл. пневматичну підвіску			X		
Карданний вал			X		
Кондиціонер: Кріплення, роз'єми трубопроводів хладагента			X		
Ресорна підвіска: Перевірте наявність, стан гумової прокладки			X		
КОНТРОЛЬ: Міцність посадки, фіксація					
Болти і гайки: Двигун, коробка передач, мости, шасі, кріплення кузова, осі, лебідка	X				
Підтягнути шлангові хомути системи охолодження	X				
СЛУЖБА ПО КОНТРОЛЮ ТА УХОДУ					
КОНТРОЛЬ: Рівень рідини	E	Z1	Z2	F2	F3
Моторна олива (вимірювальний щуп)	X			X	X

Рульове управління, гідравлічне (вимірювальний щуп)	X			X	X
Рульове управління підтримуючого моста, гідравлічне (вимірювальний щуп)	X			X	X
Система охолодження і обігріву, у тому числі мінімальна концентрація антифризу (рівень в бачку)	X			X	X
Привід зчеплення і коробки передач, гідравлічний (рівень в бачку)	X			X	X
Заправка склоомивача, фароочисника	X			X	X
Акумуляторні батареї, величину щільності електроліту	X			X	X
КОНТРОЛЬ: Індикація					
Рівень моторного масла: Зчитати по дисплею	X			X	X
Ресурс гальма/зчеплення: Зчитайте дату або пробіг (км.) по дисплею	X			X	X
Реєстратор несправностей: Прочитайте записи по дисплею	X			X	X
Комплект шин: Стан і тиск повітря вкл. запасне колесо	X			X	X

Заходи щодо сезонного обслуговування полягають в наступному:

- Забезпечити морозостійкість склоомивача фароочисника;
- Перевірити антифриз системи охолодження і обігріву, при необхідності додати;
- Перевірити фари, при необхідності відрегулювати;
- Змастити циліндр дверного замку;
- Перевірити функціональність і стан повітряного і/або водяного додаткового опалення;
- Перевірити функціональність і стан ланцюга протиковзання

- Перевірити акумуляторні батареї, щільність електроліту;

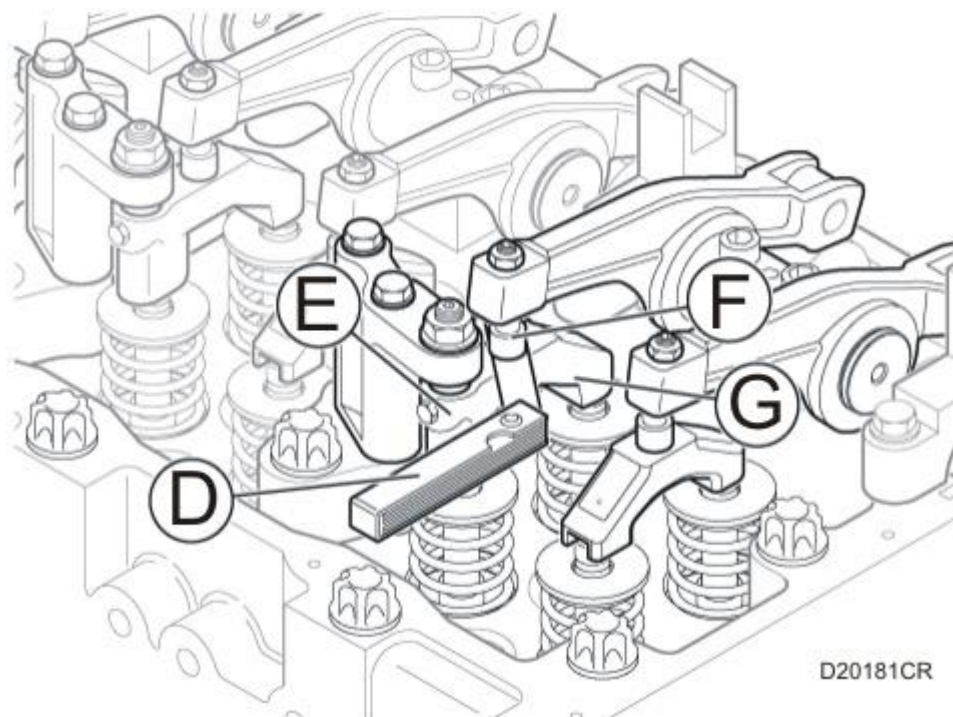
2.2 Операції технічного обслуговування

Регулювання зазорів газорозподільного механізму

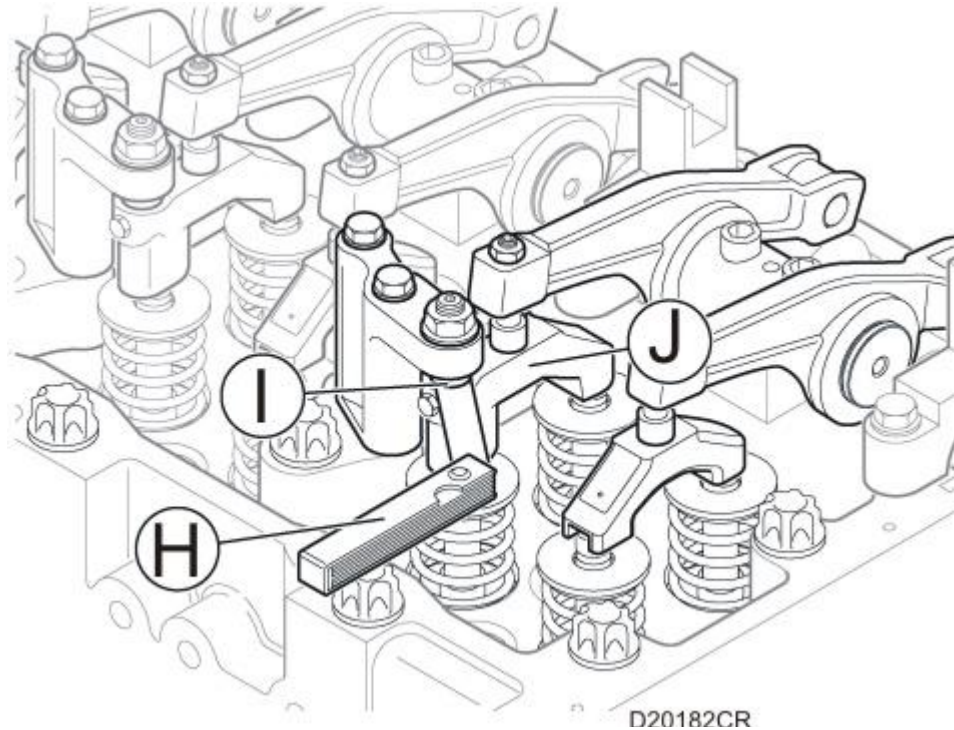
Регулювання зазорів випускних клапанів. Для цього необхідно повернути колінчастий вал так, щоб поршень опинився у верхній мертвій точці на такті запалювання суміші. Послабити регулювальний гвинт за допомогою відкручування гайки.

Регулювати зазор шляхом обертання регулювального гвинта, поки товщиномір D (0,60 мм) (рис.2.2) буде переміщуватися з натягом між качаючим важелем F і клапанним мостом G. Затягнути гайку регулювального гвинта із зусиллям 40 Нм.

Посунути товщиномір H 0,40 мм між клапанним мостом J і гвинтом I і затягувати регулювальних гвинт до тих пір, поки товщиномір не затиснеться між ними. Послабити регулювальний гвинт знову, але тільки до тих пір, поки товщиномір можна витягнути з помірною стійкістю до його руху. Затягнути гайку до 40 Нм обертального моменту.



a)



б)

Рисунок 2.2 – Схема регулювання випускних клапанів.

Затяжка головки блока циліндрів.

З часом при експлуатації двигуна виникає необхідність підтягування головки блоку циліндрів внаслідок просідання ущільнюючої прокладки між блоком та головкою.

До блок-картеру двигуна головка кріпиться за допомогою 26 болтів діаметром 18 мм зі кроком різьблення 2 мм. На рисунку 2.3 зображено порядок затягування болтів, А – сторона маховика колінчастого валу. Для затягування використовують спеціальний динамометричний ключ.

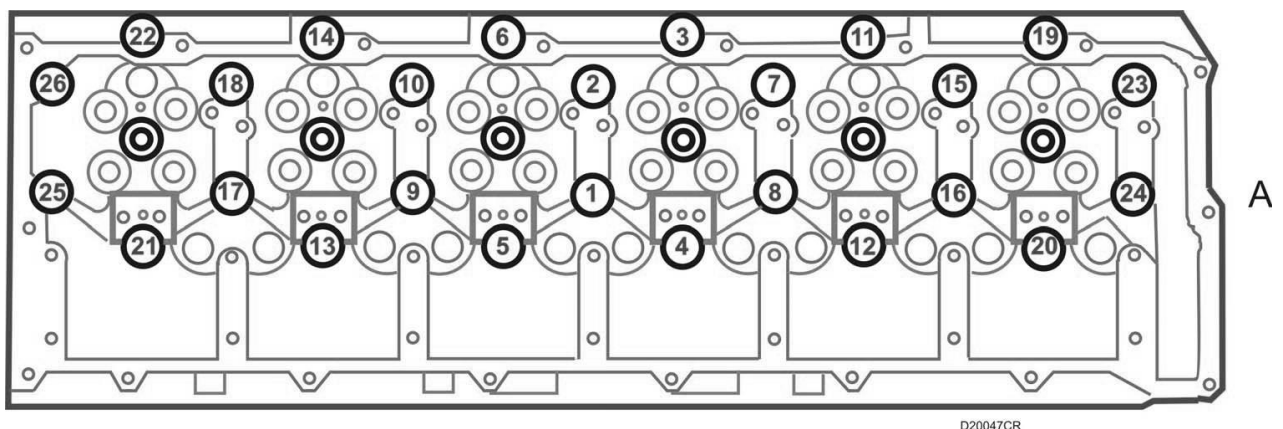


Рисунок 2.3 – Порядок затягування болтів головки блоку циліндрів.

Послідовність затягування наступна:

- 1) Затягнути болти, спочатку із зусиллям 10 Нм.
- 2) Наступний етап затяжка із зусиллям 80 Нм.
- 3) Наступний етап затяжка із зусиллям 80 Нм.
- 4) Наступний етап $90^\circ + 10^\circ$ градусів.
- 5) Заключний етап $90^\circ + 10^\circ$ градусів.
- 6) Заключний етап $90^\circ + 10^\circ$ градусів.

Болти головки блоку циліндрів не повинні бути повторно використані після їх викручування, наприклад під час ремонту двигуна.

Видалення води з паливного фільтра Separ 2000.

Фільтр Separ 2000 (Рис. 2.4) встановлений на лінію всмоктування палива в легко доступному місці. Його основною функцією є відвід конденсату вологи та домішок. Рекомендовано зливати з нього воду та домішки щотижня, але в залежності від експлуатаційних та кліматичних умов строки його очистки необхідно скоротити.

Фільтр містить вхідний отвір А, вихідний отвір В, гвинт С, кран зливу конденсату і домішок D, мікро фільтр Е (30 μ).

Очистка фільтру полягає в наступному. Необхідно викрутити гвинт С і відкрити кран зливу D на один-два оберти, попередньо надівши шланг на кран і опустивши його в ємність, в яку буде стікати конденсат з домішками. Після звершення очищення необхідно закрити кран D і зняти шланг і закрутити гвинт С. Зливу рідину утилізувати.

Технічне обслуговування турбонагнітача.

Турбонагнітач вимагає постійної уваги під час технічного обслуговування. Технічний стан турбонагнітача безпосередньо впливає на тягово-швидкісні характеристики двигуна, паливну економічність, потужність. Його мащення здійснюється за допомогою каналу з'єднаного з системою мащення двигуна. Мінімальний тиск масла що подається до турбонагнітача повинен становити не менше:

- на холостому ході - 0,07 МПа
- на максимальній частоті обертів колінчастого валу - 0,2 МПа

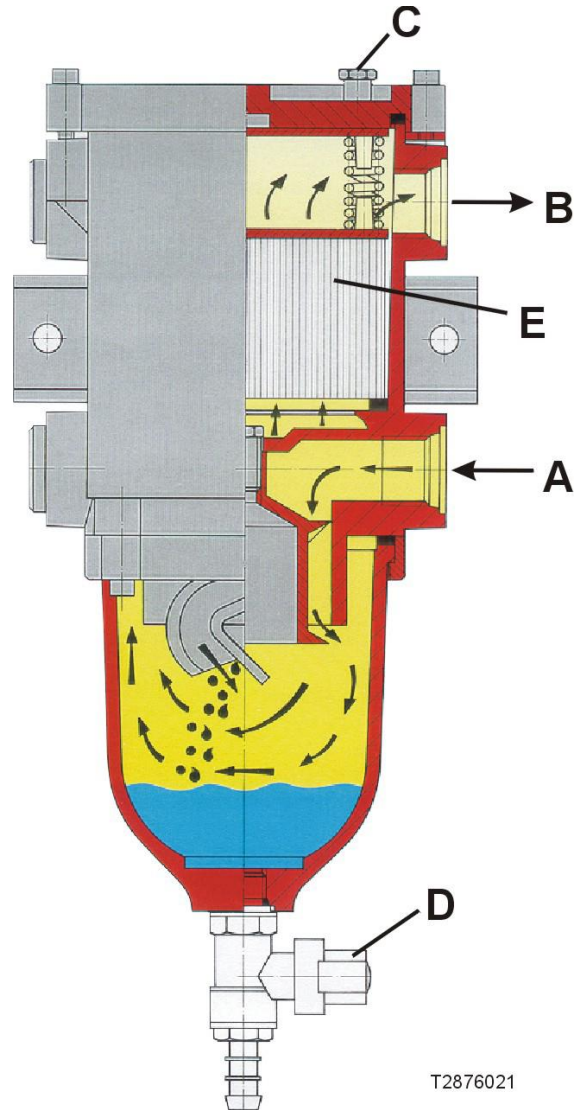


Рисунок 2.4 – Схема фільтру Sepac 2000.

Під час технічного обслуговування також перевіряють радіальне переміщення ротору та його осьовий розбіг (Рис.2.5).

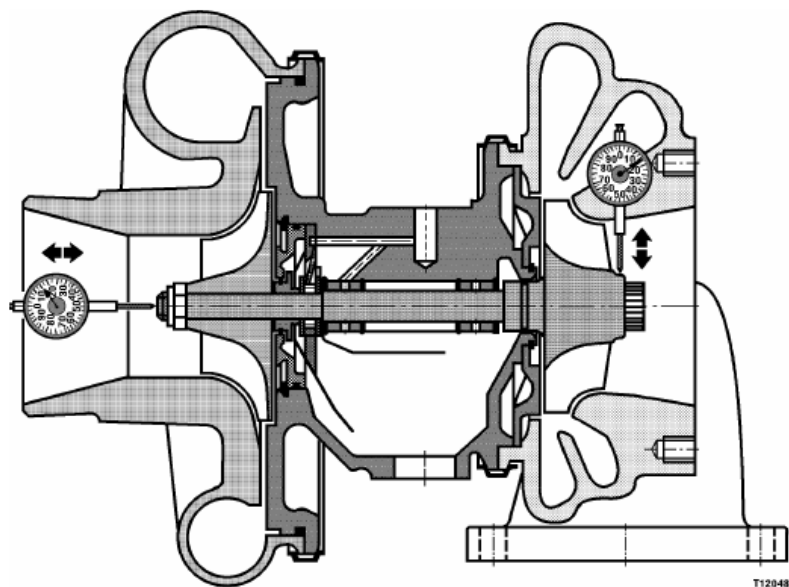


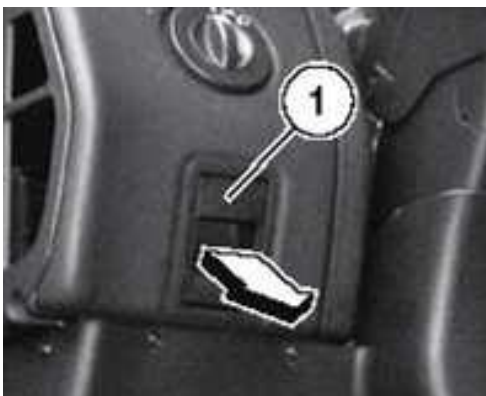
Рисунок 2.5 – Схема перевірки турбонагнітача.

Дані параметри перевіряються за допомогою індикатору годинникового типу. Радіальне переміщення ротору повинне бути в межах 0,031...0,047, осьовий розбіг в межах 0,10... 0,15 мм.

Виробник рекомендує після зупинки автомобіля не глушити одразу двигун, для того щоб в режимі холостого ходу турбонагнітач мав змогу дещо охолотитися.

Основні точки контролю експлуатаційних рідин.

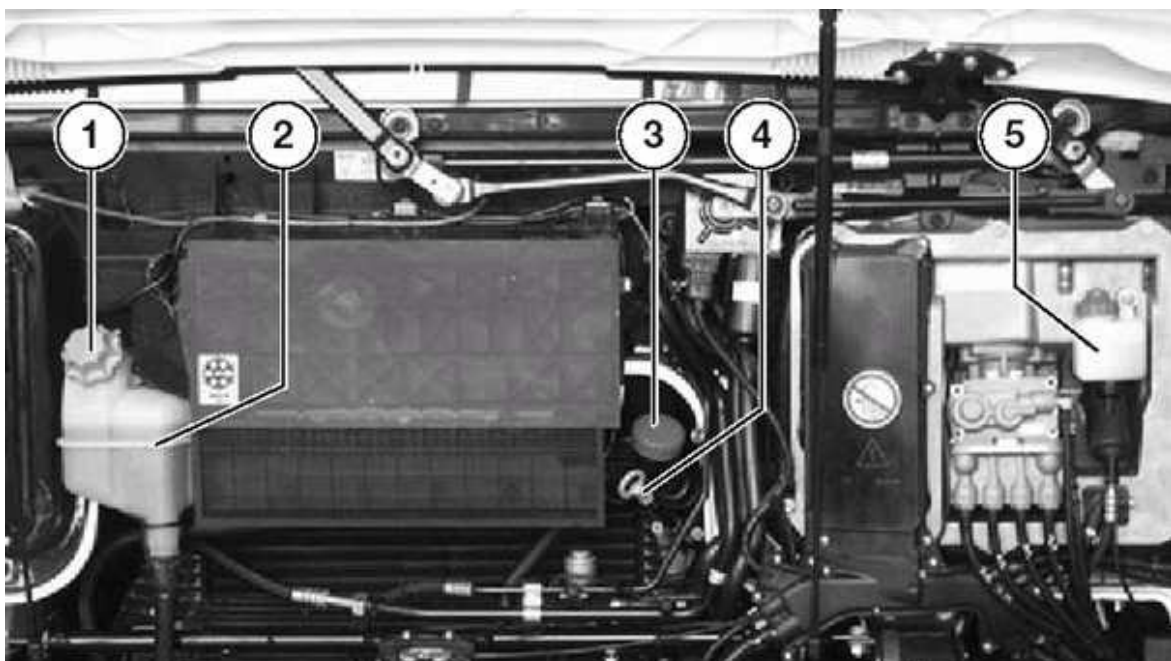
Для надійної експлуатації автомобіля необхідно регулярно слідкувати за наявністю та рівнями експлуатаційних рідин. Основні точки контролю знаходяться за передньою кришкою кабіни автомобіля MAN TGA. Для доступу необхідно потягнути рукоятку 1 (Рис. 2.6,а) та підняти передню кришку 2 (Рис.2.6, б).



а)



б)



в)

Рисунок 2.6 – Основні точки контролю MAN TGA.

За допомогою мітки (поз. 2, рис.2.6,в) визначити рівень охолоджуючої рідини. Доставши щуп (поз. 4, рис.2.6,в) перевірити рівень масла в картері двигуна, а також перевірити рівень робочої рідини в бачку приводу зчеплення (поз. 5, рис.2.6,в). За необхідності зазначені ємності поповнити відповідними рідинами згідно зі специфікаціями виробника.

2.3 Розрахунок кількості робочих постів

У загальному вигляді кількість універсальних або спеціалізованих постів у зоні діагностування вантажних автомобілів можна визначити за формулою:

$$X_n^{TO} = \frac{T_n}{(D_{роб.ТО}^p \cdot n_c^{TO} \cdot t_c^{TO} \cdot P_{ТО} \cdot \varphi_n^{TO})} = \frac{7760}{(251 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95)} = 4,07 \approx 4$$

де T_n - річна трудомісткість виконуваних робіт на постах за видами дій, люд-год.;

n_c^{TO} - кількість змін роботи поста діагностування;

$D_{роб.ТО}^p$ - кількість днів роботи поста діагностування в році;

t_c^{TO} - тривалість зміни роботи поста діагностування, год.;

$P_{ТО}$ - середня кількість робітників, зайнятих одночасно на одному робочому посту;

φ_n^{TO} - коефіцієнт використання часу поста діагностування ($\varphi_n^{TO} = 0,85 \dots 0,95$).

Так для діагностичних робіт ходової частини маємо:

$$X_i^o = \frac{1807}{251 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,9} = 0,95 \approx 1$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших видів робіт по ТО і дані проведених розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2. розрахунок кількості робочих постів для ТО

Види діагностичних робіт	Трудомісткість робіт, T_n люд-год	Кількість постів у зоні ТО, X_n	
		Розрахована	Прийнята
Ходової частини	1807	0,95	1
Гальмівної системи	1125	0,6	1

Системи живлення	1005	0,50	
Електроустаткування	1008	0,50	
Контрольно-вимірювальних систем	703	0,40	1
Комп'ютерна діагностика систем та механізмів двигуна	2112	1,10	1
Всього	7760	4,05	4

2.4 Підбір технологічного обладнання для дільниці ТО

За технологічною необхідністю приймаємо наступне обладнання, яке буде використовуватися на дільниці при діагностуванні вантажних автомобілів. В таблиці 2.3 представлено перелік обраного обладнання.

Таблиця 2.3 - Обладнання дільниці діагностуванні вантажних автомобілів.

Найменування обладнання	Модель	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм	Площа одиниці, м ²	Встановлена потужність, кВт	Номер позицій по тех. плану
Привід воріт для внутрішньої установки	-	2	-	1,2	0,6x2	1
Оглядова канава лінії діагностування автомобілів	-	1	L=12000	18	-	2
Місток перехідний			1140x660 x65	0,75		3
Стремянка	-	7	600x130x 1238	0,08	-	4
Станок точильно-шлі-	3Б-	2	1000x665	0,67	4,6	5

фувальний двосторонній	634		x1230			
Шафа для інструментів і приборів	-	7	1000x520 x1825	0,52	-	6
Верстак слюсарний	-	7	1570x780 x860	1,2	-	7
Ящик для відходів	-	7	407x320x 570	0,13	-	8
Підставка пересувна під прибори та пристосування і інструмент	-	2	820x520x 917	0,43	-	9
Пристрій для від-ведення відпрацьованих газів	-	1	Діам. 54 L=2800	-	4,3	10
Прилад для перевірки контрольно-вимірювальних приладів	Э-204	2	380x240x 155	-	-	-
Прилад для перевірки автомобільного електрообладнання	Э-214	2	395x155x 265	-	-	-
Комплект приладів і інструментів для діагностування акумуляторних батарей	Э-401	1	350x280x 340	-	-	11
Прилад для перевірки установки автомобільних фар	ЦКТБ К-303	1	1740x330 x121	-	-	-
Комплект інструментів для регулювальника-карбюраторника	I-102	1	365x170x 68	-	-	12
Діагностичний стенд		1	970x780x 860	0,75	1,2	13

Стенд перевірки форкунок та плунжерів	модель 625	1	1570x780x860	1,2	3,3	14
Пістолет для обдуву деталей повітрям	199	2	220x78x180	-	-	-
Гайковерт для гайок коліс вантажних автомобілів	I-318	4	-	-	0,6	-
Наконечник з монометром для повітря-роздавального шлангу	458М2	2	-	-	-	-
Башмак	-	14	340x170x190	-	-	-
Прилад універсальний для перевірки рульового керування автомобіля	НИИ АТ К-187	1	245x160x110	0,04	-	15
Пристрій для прокачки системи гідروпривода гальмів автомобілів	107М	1	480x425x1055	-	-	16
Шафа для інструментів і інвентарю	-	2	1000x520x1825	0,52	-	17
Комплект гайкових ключів	I-105-M1	2	-	-	-	-
Пневмолещата	В/в	1	-	-	-	18
Стелаж для запасних частин	В/в	1	2200x800	1,76	-	19
Всього				22,05	15,2	

2.5 Площі виробничих зон і відділень

Виробничі площі повинні бути компактними і мати достатню площу з хорошим природнім і штучним освітленням для забезпечення нормальних умов і високої продуктивності праці.

Площу виробничої зони ТО (m^2) розраховують за формулою:

$$F_3 = f_o \cdot \kappa_n = 26,05 \cdot 6 = 156,3 \text{ м}^2.$$

де $f_o = 26,05$ – сумарна площа, що займає обладнання;, m^2 ;

$\kappa_n = 6$ – коефіцієнт, що враховує щільність розстановки технологічного обладнання. Для зон діагностування $\kappa_n = 4 \dots 6$.

Згідно норм розташування сітки колон приймаємо розміри ділянки діагностування вантажних автомобілів 12×18 м. Тоді площа ділянки складе:

$$F_d = 12 \times 18 = 216 \text{ м}^2.$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Призначення, конструкція та принцип роботи пристосування

Для більш точної перевірки стану шарового шарніру нами було розроблено пристосування, яке дозволяє визначити величини радіального і торцевого зазорів між вкладишем та шаровим пальцем шарніру, та спрогнозувати подальший ресурс його роботи. Конструкцію пристосування наведено на рис. 3.1.

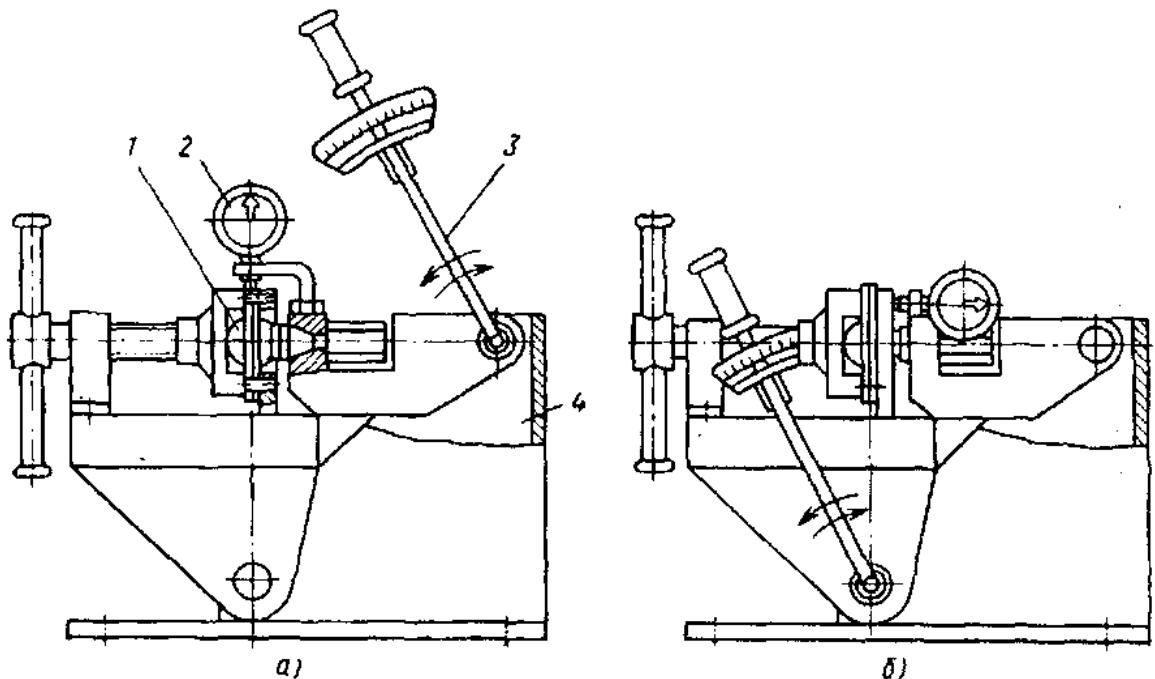


Рисунок 3.1 Пристосування для перевірки зазорів пальця шарового шарніру:

А - схема перевірки радіального зазору; Б - схема перевірки осьового зазору; 1 - станини пристосування; 2 - верхній важіль; 3 - нижній важіль; 4 - обойма; 5 - гайка; 6 - гвинтовий затискач; 7 - динамометричний ключ; 8 - індикатор

Пристосування складається з станини 1 на якій закріплюються рухомі важелі 2 та 3. Шарова опора встановлюється в спеціальну знімну обойму 4, конструкція якої залежить від типу шарової опори (марки автомобіля та конструктивних особливостей підвіски), що перевіряється. Конічним

хвостовиком опора встановлюється нерухомо у верхньому важелі 2, та закріплюється гайкою 5. Забезпечення нерухомості обойми із шаровою опорою відбувається за рахунок підтискання спеціальним гвинтовим затискачем 6, який переміщується, за допомогою різьби, у нижньому важелі 3. Визначення величин зазорів в шарніру здійснюється за допомогою динамометричного ключа 7 та індикатору 8. Перший навантажує обойму з опорою для величин зазорів, а другий безпосередньо визначає величини цих зазорів.

Пристрій дозволяє визначити величини, як радіального так і торцевого зазорів опори. При цьому, для визначення величини радіального зазору, потрібно встановити динамометричний ключ у гніздо важеля 2, та закріпити індикатор у спеціальному отворі цього ж важеля. Визначення величини торцевого зазору здійснюється аналогічно, але при цьому динамометричний ключ встановлюється у гніздо важеля 3, а індикатор закріплюється у отворі обойми 4.

Стан шарніру та можливість його подальшої експлуатації чи необхідність заміни, встановлюється за величинами зазорів, що визначаються показниками індикатору. Так, якщо при радіальному чи осьовому навантаженні пальця шарніра зусиллям 980 Н переміщення, виміряне індикатором, складає в обидва боки більш 0,5 мм, то необхідно замінити кульовий шарнір новим. При значеннях зазорів менших за зазначені допускається подальша експлуатація шарніру.

Визначення величин зазорів у шаровому шарнірі ускладнюється наступними моментами:

1. Для визначення величин зазорів потрібно демонтувати шарову опору з важеля.
2. Не всі конструкції мають різьбове кріплення шарових опор до важелів. Деякі з них використовують в цьому спряженні нерухоме з'єднання за допомогою заклепок.

Вихід з даного становища можливий за рахунок виготовлення обойм різної конструкції, та можливості закріплення на пристосуванні важеля разом з опорою.

Для цього було спроектовано та розроблено пристосування для закріплення важелів, яке дозволило видалити існуючі незручності. Конструкцію цього пристосування наведено на рис. 3.2.

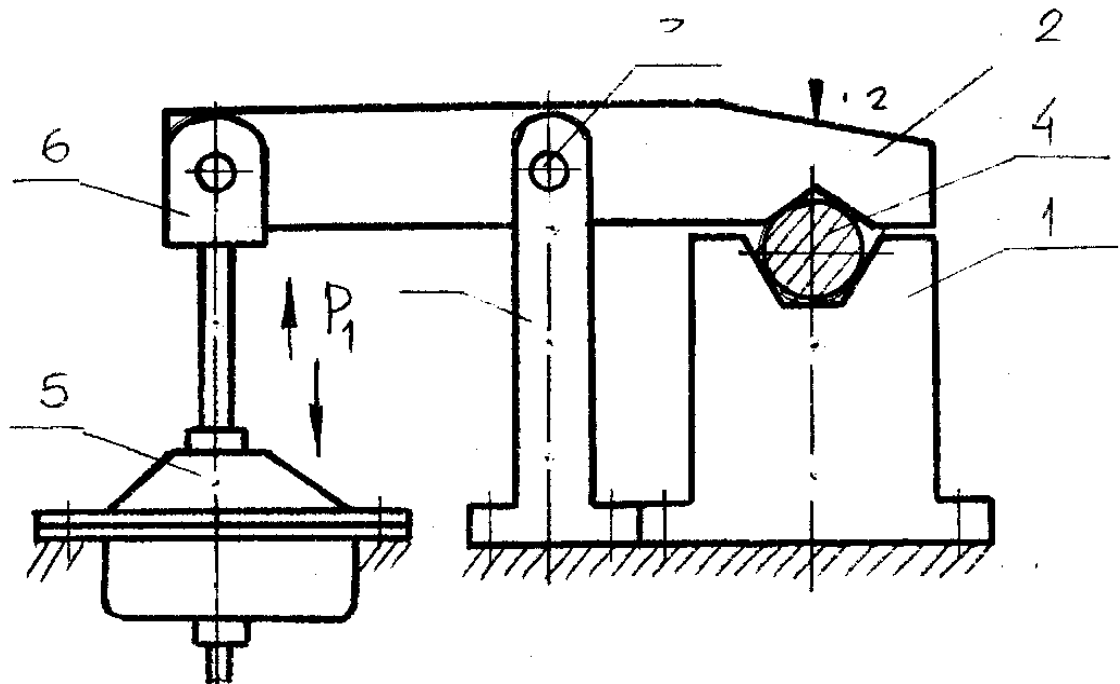


Рисунок 3.2 Конструкція пристосування для закріплення важелів
1 – опора; 2 – важіль; 3 – вісь важеля; 4 – тяга; 5 – пневмокамера; 6 – шток.

Універсальність сконструйованих пристосувань полягає в тому, що за їх допомогою можливе також здійснення наступних операцій:

Визначення величин зазорів і шарових шарнірах рульових тяг;

Здійснення операцій демонтажу рульових опор з рульових тяг.

3.2 Розрахунки по пристосуванням

Для передачі зусилля, під час закріплення важеля або рульової тяги, використовуємо одноплечій важіль, який дозволяє забезпечити рівномірне закріплення заготовки та змінити напрямлення сил, що передаються. Для розрахунку важеля розробляємо розрахункову схему, яка наведена на рис. 3.3.

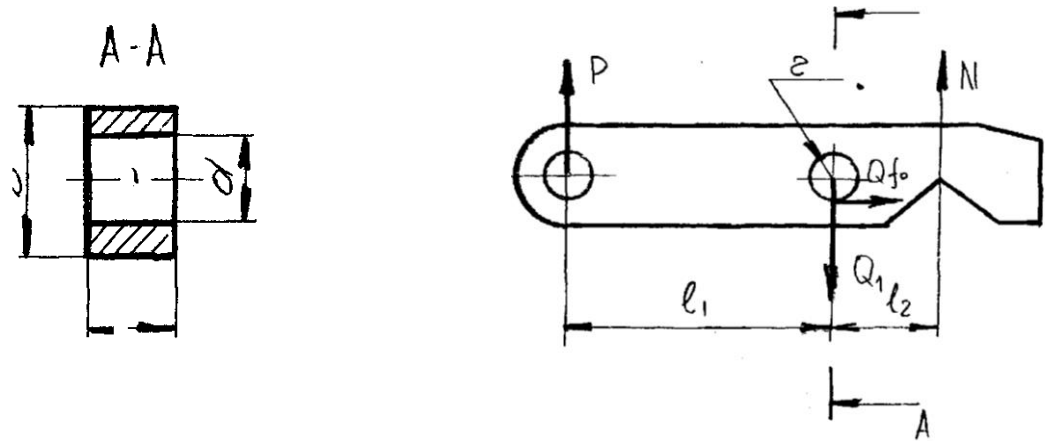


Рисунок 3.3 Схема дії сил на важіль

З рівності моментів сил, що діють на важіль відносно осі обертання O , маємо:

$$P = N \frac{l_2 + r \cdot f_0}{l_1 - r \cdot f_0};$$

$$P = 8500 \frac{30 + 10 \cdot 0,18}{70 - 10 \cdot 0,18} = 3963,3 \text{ Н.}$$

де P - сила, яка прикладена до довшого плеча важіля, N ; вона потрібна для закріплення деталі, з урахуванням важільного механізму;

M - сила, яка необхідна для закріплення деталі, без урахування важільного механізму, $M \ll 8500 \text{ Н}$;

l_1 - довше плече важіля, мм; $l_1 = 70 \text{ мм}$;

l_2 - менше плече важіля, мм; $l_2 = 30 \text{ мм}$;

r - радіус осі важіля; $r = 10 \text{ мм}$;

f_0 - коефіцієнт тертя осі важіля; $f_0 = 0,18$.

З приведених розрахунків видно, що сила прикладена до довшому плече важіля, та необхідна для закріплення важіля дорівнює $3963,3 \text{ Н}$.

Для створення зусилля на довшому плечі важіля використовуємо гальмівні камери автомобіля (рис. 3.3), які створюють навантажуюче зусилля 2000 Н кожна. Отже сумарне зусилля для закріплення важіля, створена двома такими камерами складе 4000 Н , що задовольняє умовам проведених розрахунків.

Для осі приймаємо сталь 45, яка пройшла загартування в маслі та яка має твердість HRC 35

Допустиме напруження на згин для даного матеріалу складає

$$[\sigma]_{зг} = 260 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Визначаємо згинаючий момент в небезпечному перерізі важеля (рис 3.4):

$$M_{зг} = P \cdot l_1;$$

$$M_{зг} = 4000 \cdot 70 = 280000 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

де $P=4000 \text{ Н}$ - сумарне зусилля створене двома гальмівними камерами;

$l_1 = 30 \text{ мм}$ - коротше плече.

Знаходимо момент опору (рис 3.4):

$$W = \frac{a(b-d)^2}{6};$$

де a – ширина важеля; $a = 20 \text{ мм}$;

b – висота важеля; $b = 40 \text{ мм}$;

d – діаметр отвору під вісь, $d = 20 \text{ мм}$.

$$W = \frac{20(40-20)^2}{6} = 1333,3 \text{ мм}^3.$$

Якщо відомо згинаючий момент на момент опору в небезпечному перерізі розраховуємо напруження згину:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{зг}}{W};$$

$$\sigma_{зг} = \frac{280000}{1333,3} = 210,0 \frac{\text{Н}}{\text{мм}^2}.$$

Як видно з розрахунків, допустиме напруження згину більше розраховуваного, отже геометричні розміри важеля вибрано вірно ($210 < 260$).

Проводимо перевірочний розрахунок осі важеля на згин.

На вісь важеля діє рівнодіюча двох сил – сили N , що необхідна для закріплення важеля, та сила P , яка розвивається пневматичними камерами.

Для виконання розрахунків викреслюємо силу (рис. 3.4)

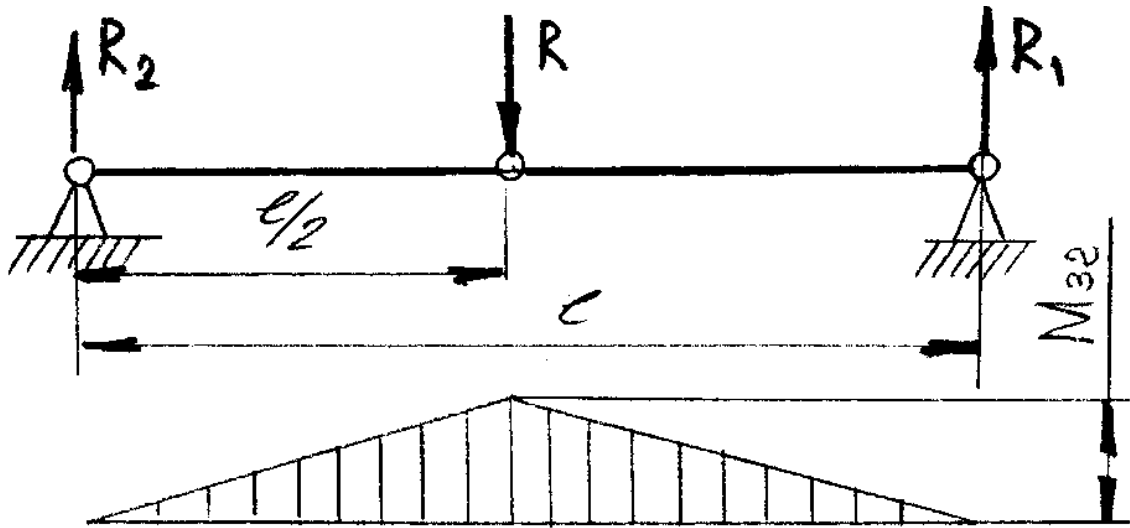


Рис. 3.4. Схема навантаження осі важеля

Визначаємо рівнодіючу силу, що намагається прогнути вісь:

$$R = N + P = 8500 + 3963,3 = 12463,3 \text{ Н.}$$

Знаходимо реакції опор:

$$R_1 = R_2 = \frac{R}{2} = \frac{12463,3}{2} = 6231,7 \text{ Н.}$$

Розраховуємо згинний момент в небезпечному перерізі:

$$M_{зг} = R_1 \frac{l}{2};$$

$$M_{зг} = 6231,7 \frac{20}{2} = 62317 \text{ Н.}$$

де $l = 20$ мм- довжина осі.

Визначаємо напруження згину в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{из}}{W};$$

$$\sigma_{зг} = \frac{62317}{0,1 \cdot 20^3} = 177,9 \text{ Н/мм}^2.$$

де $W = 0,1d^3$ - момент опору перерізу, мм^2 .

Визначене напруження згину менше допустимого напруження для сталі 45, що пройшла термообробку до твердості HRC 35, $[\sigma]_{зг} = 260 \text{ Н/мм}^2$. Отже діаметр осі важеля вибрано вірно.

Розрахунок гвинтового зажиму.

Для створення зусилля притискання обойми із шаровою опорою застосовуємо гвинтовий зажим з головкою для обертання та сферичним торцем. Гвинт працює на стискання та кручення. Визначаємо його середній діаметр різьби виходячи з умови зносостійкості:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \Psi_r \xi [p]}}$$

де d_2 - середній діаметр різьби, мм;

P - сила притискання обойми, Н; Приймаємо $P = 6000$ Н;

Ψ_r - коефіцієнт висоти гайки, приймаємо для цільних гайок $\Psi_r = 2$;

ζ - відношення висоти робочого профілю різьби до її кроку; приймаємо для метричної різьби $\zeta = 0,541266$;

$[p]$ - допустимий тиск в різьбі, приймаємо для пари сталь-сталь $[p] = 13$ Н/мм².

$$d_2 = \sqrt{\frac{6000}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,541266 \cdot 13}} = 11,65 \text{ мм.}$$

Конструктивно приймаємо метричну різьбу з наступними параметрами: зовнішній діаметр $d = 16$ мм, середній діаметр $d_2 = 14,70$ мм, внутрішній діаметр $d_1 = 13,835$ мм, крок різьби $s = 2$ мм, висота робочого профілю $H = 1,082$ мм, радіус $r = 0,288$ мм.

Для зручності та безпеки закріплення різьба силового гвинта повинна задовольняти умові самогальмування:

$$\alpha < \varphi',$$

де α - кут підйому гвинтової лінії;

φ' - приведений кут.

Визначаємо значення кута підйому гвинтової лінії:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d^2};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2,0}{3,14 \cdot 14,70} = 0,043326.$$

За значенням $\operatorname{tg} \alpha$ знаходимо безпосередньо кут $\alpha = 2^\circ 29'$. Знаходимо приведений кут профілю:

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \delta},$$

де f - коефіцієнт тертя сталі по сталі, $f = 0,15$;

δ - кут нахилу робочої грані витка різьби, $\delta = 30^\circ$.

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^\circ} = 9^\circ 50'.$$

Таким чином, умова самогальмування різьби гвинта виконується, приведений кут профілю більше за кут підйому гвинтової лінії.

Проводимо перевірку гвинта на стійкість. З цією метою визначаємо гнучкість гвинта:

$$\lambda_1 = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}},$$

де λ_1 - гнучкість гвинта;

μ - коефіцієнт приведення довжини, який залежить від способу закріплення гвинта, $\mu = 2$;

l - робоча довжина гвинта, з конструктивних міркувань приймаємо $l = 100$ мм;

i_{\min} - мінімальний радіус інерції поперечного перерізу гвинта.

Радіус інерції визначаємо за формулою:

де I_{\min} - мінімальний осьовий момент інерції:

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}},$$

$$I_{\min} = \frac{\pi d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 13,835^4}{64} = 1797,5 \text{ мм}^4.$$

F - площа поперечного перерізу гвинта:

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 13,835^2}{4} = 150,2 \text{ мм}^2.$$

Підставивши знайдені значення до формули для визначення гнучкості гвинта, визначаємо її значення:

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot 100}{3,46} = 54,8.$$

При гнучкості гвинта менше за $\lambda_l = 55$. Додаткові розрахунки на стійкість не проводимо, так як при такій величині гнучкості гвинт достатньо стійкий.

Визначаємо кількість витків різьби в тілі важеля виходячи з умов:

- обмеження питомого тиску в різьбі за умови рівномірного розподілення навантаження по витках:

$$z = \frac{P}{\pi d_2 h [p]};$$

де P - осьове навантаження, $P = 6000$ Н;

d_2 - середній діаметр різьби, $d_2 = 14,70$ мм;

h - робоча висота профілю, $h = 1,082$ мм ;

$[p]$ - питомий тиск, $[p] = 13$ Н/мм².

$$z = \frac{6000}{3,14 \cdot 14,70 \cdot 1,082 \cdot 13} = 9,23.$$

Приймаємо $z = 10$ витків.

- з умови міцності на зріз:

$$z = \frac{P}{\pi d a [\tau]_{зр}};$$

де P - осьове навантаження, $P = 6000$ Н;

d - зовнішній діаметр різьби, $d = 16$ мм;

$a = s - 2r = 2 - 2 \cdot 0,288 = 1,424$ мм;

$[\tau]_{зр}$ - допустиме напруження на зріз, $[\tau]_{зр} = 100$ Н

Приймаємо $z = 1$ виток.

З двох найдених значень, число витків різьби приймаємо більше та визначаємо повну висоту різьби (товщину пласти важеля):

$$H = s \cdot z = 2 \cdot 10 = 20 \text{ мм},$$

Отже товщина пластини важеля з рис.3.2 складає 20 мм.

3.3 Розрахунок річного економічного ефекту від впровадження конструкторських розробок

Річний економічний ефект впровадження конструкторських розробок є не що інше, як сумарна економія усіх виробничих ресурсів (живої праці, матеріалів тощо).

Розраховуємо витрати на проектування конструкції за формулою:

$$Z_{\Pi} = H_{op} \cdot T_{\text{кон}} \cdot Z_{ск} \cdot \left(1 + \frac{O_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_p}{100}\right)$$

де $H_{op} = 5$ - кількість оригінальних деталей, які проектуються;

$T_{\text{кон}} = 1,5 \text{ год}$ - кількість годин на розробку конструкторської документації;

$Z_{ск} = 7,36 \text{ грн}$ - середньо-годинна заробітна плата конструктора;

$O_c = 39,5\%$ - відрахування на соціальне страхування;

$K_p = 75\%$ - відсоток інших витрат.

$$Z_{\Pi} = 5 \cdot 1,5 \cdot 7,36 \cdot \left(1 + \frac{39,5}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{75}{100}\right) = 1347,57.$$

Визначаємо витрати на розробку технології виготовлення пристосування для перевірки стану опор та механізму закріплення важелів і тяг:

$$Z_T = H_{op} \cdot T_T \cdot Z_{mex} \cdot \left(1 + \frac{O_c}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{K_p}{100}\right),$$

де $T_0 = 10$ люд-год - трудомісткість технологічних робіт на одну деталь;

$Z_{mex} = 5,84$ грн – середньо-годинна заробітна плата технолога.

$$Z_T = 5 \cdot 10 \cdot 5,84 \cdot \left(1 + \frac{39,5}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{75}{100}\right) = 712,85.$$

Визначаємо витрати на виготовлення деталей пристосування за формулою:

$$C_{\text{цп}} = C_k + C_{op} + C_{id} + C_{cb} + C_{\text{ц}},$$

де C_k - вартість виготовлення корпусних деталей;

C_{od} - витрати на виготовлення оригінальних деталей;

C_{in} - вартість інших деталей;

C_{cb} - заробітна плата виробничих робітників зайнятих на збиранні конструкції;

$C_{ц}$ - цехові витрати.

Вартість виготовлення корпусних деталей:

$$C_K = Q_K \cdot C_{кд},$$

де $Q_K = 3$ кг - вага матеріалу з креслень;

$C_{кд} = 10,8$ грн - середня собівартість виготовлення 1 кг готових деталей.

$$C_K = 3 \cdot 10,8 = 32,4 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення оригінальних деталей:

$$C_{од} = C_{вир} \cdot C_n,$$

де $C_{вир}$ - заробітна плата виробничих робітників, зайнятих на виготовленні оригінальних деталей;

C_i - вартість матеріалу для виготовлення оригінальних деталей.

$$C_{вир} = t_i \cdot C_r \cdot K_t,$$

де t_i - середня трудомісткість на виготовлення оригінальних деталей, люд-год, кількість оригінальних деталей - 5;

$C_r = 3,46$ грн - годинна ставка робітників;

$K_t = 1,03$ - коефіцієнт, який враховує додатки до заробітної плати.

Враховуючи 5 оригінальних деталей:

$t_1 = 2$ чол-год, $t_2 = 2$ чол-год, $t_3 = 1,2$ чол-год, $t_4 = 0,4$ чол-год, $t_5 = 1,4$ чол-год.

$$C_{вир} = (2 + 2 + 1,2 + 0,4 + 1,4) \cdot 3,46 \cdot 1,03 = 24,95 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна плата складає 10% від $C_{вир}$:

$$C_d = 24,95 \cdot 0,1 = 2,5 \text{ грн}$$

Відрахування на соціальне страхування складає 39,5% від основної і допоміжної заробітної плати:

$$C_{соц} = (2,5 + 24,95) \cdot 0,395 = 10,84 \text{ грн}$$

Ціна матеріалу для деталей:

$$C_{мі} = C_i \cdot Q_d,$$

де $C_i = 6,2$ грн - ціна 1 кг матеріалу згідно таблиці;

$Q_d = 3$ кг - вага деталей.

$$C_{мі} = 3 \cdot 6,2 = 18,6 \text{ грн.}$$

Всі витрати на виготовлення оригінальних деталей складуть:

$$C_{\text{од}} = 24,95 + 18,6 = 43,55 \text{ грн.}$$

Визначаємо основну заробітну плату виробничих робітників, зайнятих при збиранні пристосування:

$$C_{\text{зб}} = T_{\text{зб}} \cdot C_{\text{Г}} \cdot K_{\text{т}},$$

де $T_{\text{зб}}$ - нормативна трудомісткість на збирання конструкції, люд-год;

$C_{\text{Г}} = 3,46$ грн. - годинна тарифна ставка робітників;

$K_{\text{т}} = 1,03$ - коефіцієнт.

$$T_{\text{зб}} = K_{\text{С}} \sum t_{\text{зб}},$$

де $K_{\text{С}} = 1,08$ - коефіцієнт;

$t_{\text{зб}}$ - трудомісткість збирання частин пристосування, чол-год., для правки і монтажу приймаємо $t_{\text{зб}} = 5$ хв.

$$T_{\text{зб}} = 1,08 \cdot 5 = 5,4 \text{ лод-год.}$$

Тоді $\tilde{N}_{\text{га}} = 5,4 \cdot 3,46 \cdot 1,03 = 19,25$ грн.

Додаткова заробітна плата складає 10% від основної заробітної плати:

$$C_{\text{дод}} = 0,1 \cdot 19,25 = 1,9 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування 39,5% від суми основної і додаткової заробітної плати:

$$C_{\text{сс}} = \frac{39,5 \cdot (1,9 + 19,25)}{100} = 8,36 \text{ грн.}$$

Повна заробітна плата складе:

$$C_{\text{зб}} = 8,36 + 1,9 \cdot 19,25 = 29,51 \text{ грн.}$$

Цехові витрати за матеріалами попередньої практики складають 39,5% від суми заробітних плат робітників на виробництво і збирання конструкції:

$$C_{\text{ц}} = \frac{(C_{\text{вир}} + C_{\text{зб}}) \cdot 39,5}{100},$$

$$C_{\text{ц}} = \frac{(24,95 + 29,51) \cdot 39,5}{100} = 21,51$$

Тоді витрати на виготовлення деталей для пристосування складуть:

$$C_{\text{цп}} = 32,4 + 43,55 + 29,51 + 21,51 = 126,97 \text{ грн.}$$

Собівартість напрямних для стрічки отримаємо склавши всі витрати:

$$C_{\text{пр}} = Z_{\text{п}} + Z_{\text{т}} + C_{\text{цп}}$$

$$C_{\text{пр}} = 1347,57 + 712,85 + 126,97 = 2187,39 \text{ грн.}$$

Балансову вартість виробу отримаємо склавши планові прибутки в розмірі 20% від собівартості пристосування.

$$C_{\text{бпр}} = 2187,39 + 2187,39 \cdot 0,2 = 2624,87 \text{ грн.}$$

За матеріалами переддипломної практики відсоток опор, які вибраковуються та замінюються новими, але знаходяться в працездатному стані складає 10 штук на кожні 100 замінених.

Запропонована конструкція пристосування виключає можливість вибракування працездатних опор за рахунок визначення їх технічного стану на час перевірки та прогнозування їх подальшого ресурсу.

При середній вартості однієї опори $C_0 = 207 \text{ грн}$, та загальній кількості не вибракуваних опор за рік $n = 50 \text{ шт}$ річна економія складе:

$$E = C_0 \cdot n = 207 \cdot 50 = 10350 \text{ грн,}$$

Економічна ефективність від впровадження запропонованого пристосування складе:

$$E_{\text{еф}} = E - E_n \cdot C_{\text{пр}},$$

де $E_n = 0,15$ - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

$$E_{\text{ф}} = 2040 - 0,15 \cdot 374,54 = 1984 \text{ грн.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Дослідження зв'язку діагностичних і структурних параметрів

Експериментальними даними про залежність ступеня зношеності деталей силового агрегату від діагностичних параметрів являють якісно однорідну інформацію, яка оброблялася методами математичної статистики для отримання якнайповніших характеристик ступеня зношеності сполучень.

Результати досліджень залежності витіку повітря від площі прохідного перетину кільцевого ущільнення пред'явлені в роботі автора [].

Аналіз закономірностей зношування гільз циліндрів за наслідками статистичної обробки двигуна MAN TGA 34.480 поступили в капітальний ремонт підтвердив теоретичні викладки і експериментальні дослідження, виконані на імітаторі.

Витік повітря комплексно відображає величину структурних параметрів ЦПГ, характеризуючи нещільність лабіринтового ущільнення циліндра з урахуванням ступеня зношеності гільзи циліндра, крім того витік повітря як параметр має самостійне значення.

З рисунків 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 видно, що тиск масла в системі мастила двигуна залежить від величини зазорів в підшипниках колінвалу, температури і в'язкості масла. Криві мають різний кут нахилу зі зміною швидкості обертання колінвалу. Це викликано тим, що із збільшенням швидкості обертання колінвалу збільшується тиск і знижується об'ємний коефіцієнт подачі насоса. Але досягши швидкості обертання, близької до номінальної, спостерігається рівномірне зниження тиску в системі мащення від величини зазорів в підшипниках колінвалу. Це пояснюється тим, що припиняється втрата масла через редукційний клапан і об'ємний коефіцієнт подачі насоса стає величиною постійною.

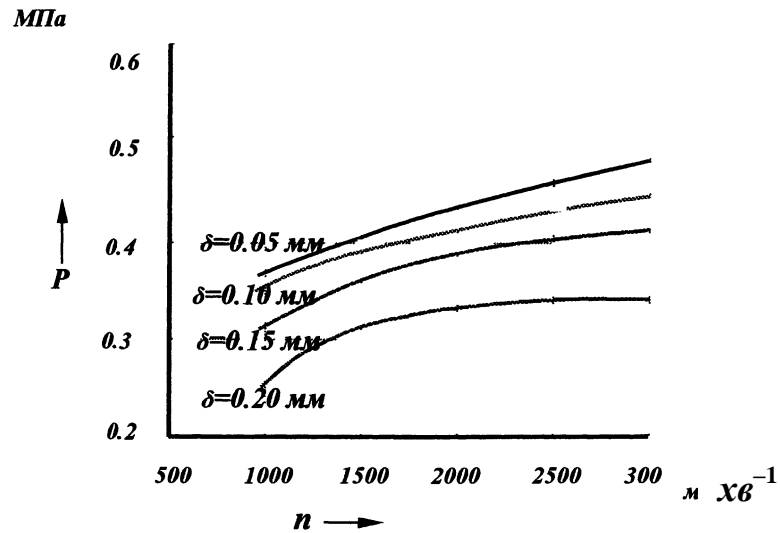


Рис. 4.1. Залежність тиску масла від швидкості обертання колінвалу і величини зазора (δ) в корінних і шатунних підшипниках при температурі $T_M=85^\circ\text{C}$

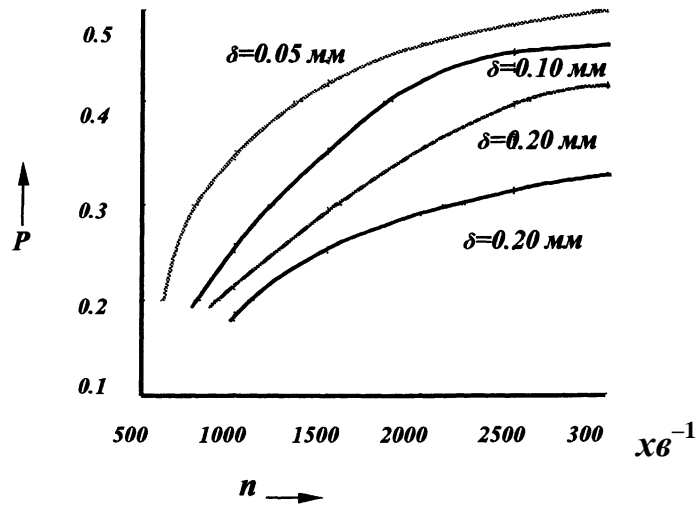


Рис. 4.2 Залежність тиску масла від швидкості обертання колінвалу і величини зазора (δ) в корінних і шатунних підшипниках при температурі $T_M=35^\circ\text{C}$

На рис.4.2 показана залежність тиску масла від температури масла і величини зазорів в підшипниках колінвалу. В результаті обробки експериментальних даних отримано рівняння, що відображає залежність між тиском в системі мащення двигуна і величини зазорів в підшипниках колінвалу:

$$\delta_{\text{кшм}} = (0,14 + 0,0025V_h) \cdot \left(\frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{зм}}} - 1 \right), \text{ мм} \quad (4.1)$$

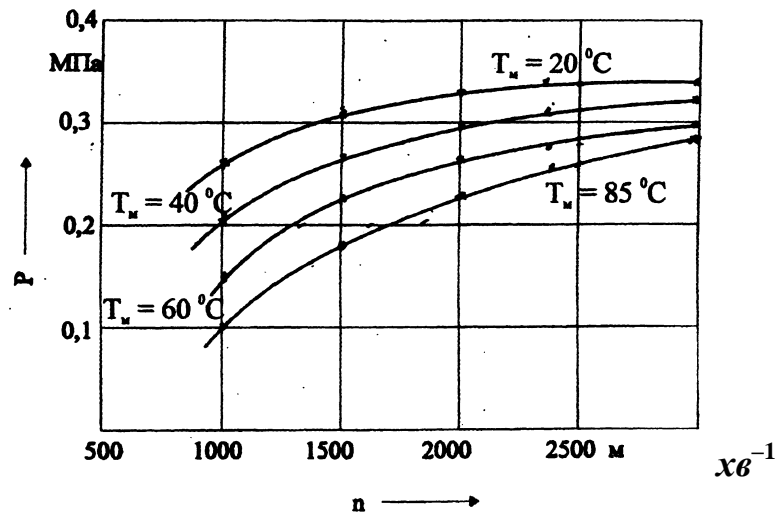


Рис. 4.3. Залежність тиску масла від швидкості обертання колінвала і температури масла при зазорах в підшипниках колінвала ($\delta_{кшм} = 0,20$ мм)

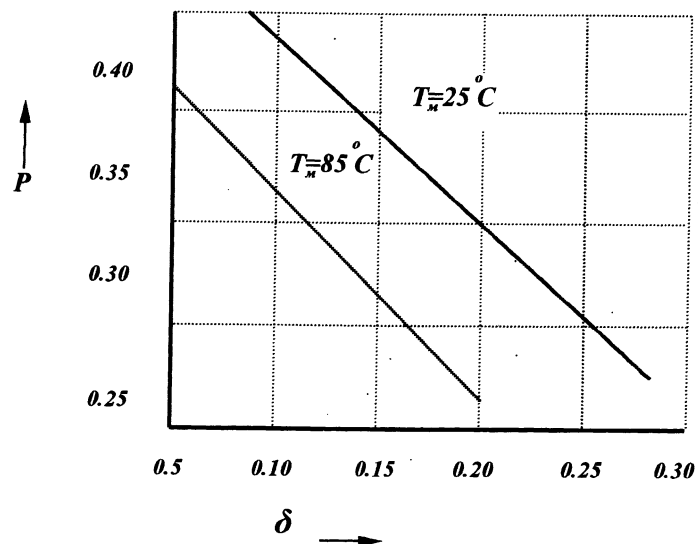


Рис.4.4. Падіння тиску масла в системі мастила залежно від температури масла і зазорів в підшипниках колінчастого валу

Але цю залежність слід коректувати коефіцієнтом (K_m), що враховує температуру масла і коефіцієнтом (K_M), що враховує в'язкість масла.

$$\delta_{кшм} = (0,14 + 0,0025V_h) \cdot \left(\frac{P_{\max}}{P_{зм}} - 1 \right) \cdot K_M \cdot K_m, \text{ мм} \quad (4.2)$$

Коефіцієнт, що враховує температуру масла визначається з рівняння:

$$K_m = 1,31 - 3,82 \cdot 10^{-3} \cdot t_m, \quad (4.3)$$

З тим, щоб зменшити вплив якості масла на вимір величини зазору в підшипниках колінвала необхідно діагностувати КШМ після зміни масла в картері двигуна при виконанні обов'язкових робіт.

4.2 Закономірності зношування сполучень деталей силового агрегату автомобілів

Результати випробувань-двигунів MAN TGA 34.480, коробок передач автомобілів і обробка результатів дослідження на ЕОМ дозволили отримати числові моделі, що характеризують залежність швидкості зношування сполучень двигунів від навантажувально-швидкісного режиму:

– кривошипно-шатунного механізму:

$$I_{\text{MAN TGA 33.480}}^{\text{K}} = 1,2 \cdot 10^{-6} \left\{ P_e (1 + 0,012 P_e) + \left[\frac{0,66n}{(1 - 10^{-4}n)} \right]^2 \cdot 10^{-3} \right\}, \text{ г/хв} \quad (4.7)$$

Отримана залежність адекватна експериментальним даним. Абсолютне відхилення експериментальних значень швидкості зношування від розрахункових по рівняннях (4.) знайдене методом якнайменших квадратів з ймовірністю 0,9, не перевищує 10% при будь-якому поєднанні швидкісного і навантаження режимів.

На підставі рівнянь (4.7) і експериментальних значень побудована графічна залежність швидкості зношування сполученні двигунів від навантажувально-швидкісного режиму (рис. 4.5). За наслідками стендових випробувань двигунів можна зробити такий висновок. Швидкість зношування сполучень циліндро-поршневої групи, кривошипно-шатунного механізму двигунів MAN TGA 33.480, змінюється від режиму навантаження майже по лінійній залежності, а від швидкісного режиму набуває форму параболи.

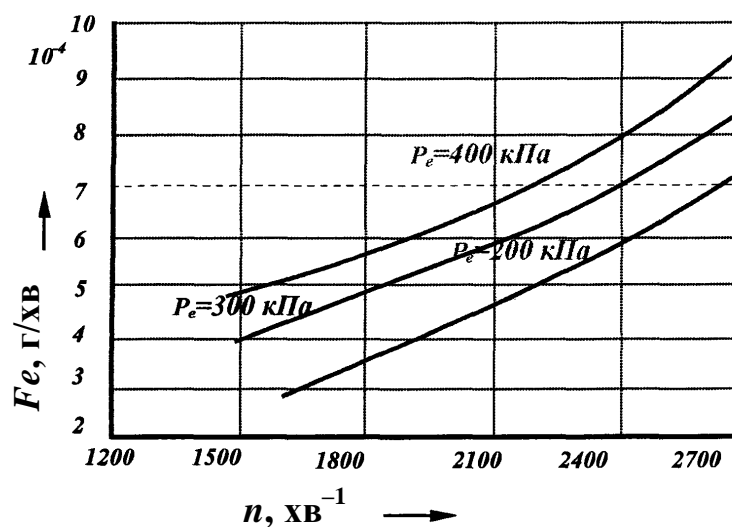


Рис. 4.5. Зміна швидкості зношування двигуна MAN TGA 34.480 від

швидкості обертання колінвалу і середнього ефективного тиску

Необхідно також вказати, що числові коефіцієнти рівнянь (4.7), ті, що стоять за фігурними дужками дійсні тільки при незмінних технологічних і експлуатаційних чинниках. В зв'язку з цим для обґрунтування математичних моделей швидкості зношування сполучень двигунів були вивчені імовірнісні закономірності зміни основних характеристик числових коефіцієнтів в часі: математичне очікування, дисперсія, нормовані показники асиметрії і ексцесу. Методика отримання характеристик числових коефіцієнтів наведена в роботі автора [8].

Дослідження показали, що числові коефіцієнти, надалі назвемо їх корегуючими, відображають ступінь зв'язку технологічних і експлуатаційних чинників із швидкістю зношування сполучень силового агрегату. Значення корегуючих коефіцієнтів в загальному випадку залежать від первинної швидкості зношування сполучень силового агрегату. При визначенні залишкового ресурсу силового агрегату великою мірою повинна враховуватися нова інформація. При збільшенні періоду попередження більш пізня інформація, що відображала швидкість зношування сполучень силового агрегату, повинна мати дещо меншу вагу, ніж у разі малого періоду попередження.

Значення корегуючих коефіцієнтів слід розглядати як стаціонарну випадкову величину, оскільки технологічні, експлуатаційні і інші чинники, що характеризують зміну швидкості зношування сполучень силового агрегату в часі, є стаціонарними, оскільки їх математичне очікування не змінюється із збільшенням пробігу або часу роботи силового агрегату. Отже значення кожного корегуючого коефіцієнта для кожного конкретного силового агрегату може бути прийняті постійними величинами.

Порівняльний аналіз і розрахунки значень корегуючих коефіцієнтів швидкості зношування силового агрегату автомобілів сімейства MAN TGA 33.480 показали, що вони мають функціональний зв'язок з робочим об'ємом циліндрів двигуна і нормативним пробігом до капітального ремонту (рис. 4.6). Із збільшенням значень нормативного пробігу до капітального ремонту і зменшення робочого об'єму циліндрів двигуна спостерігається зниження

значень корегуючих коефіцієнтів.

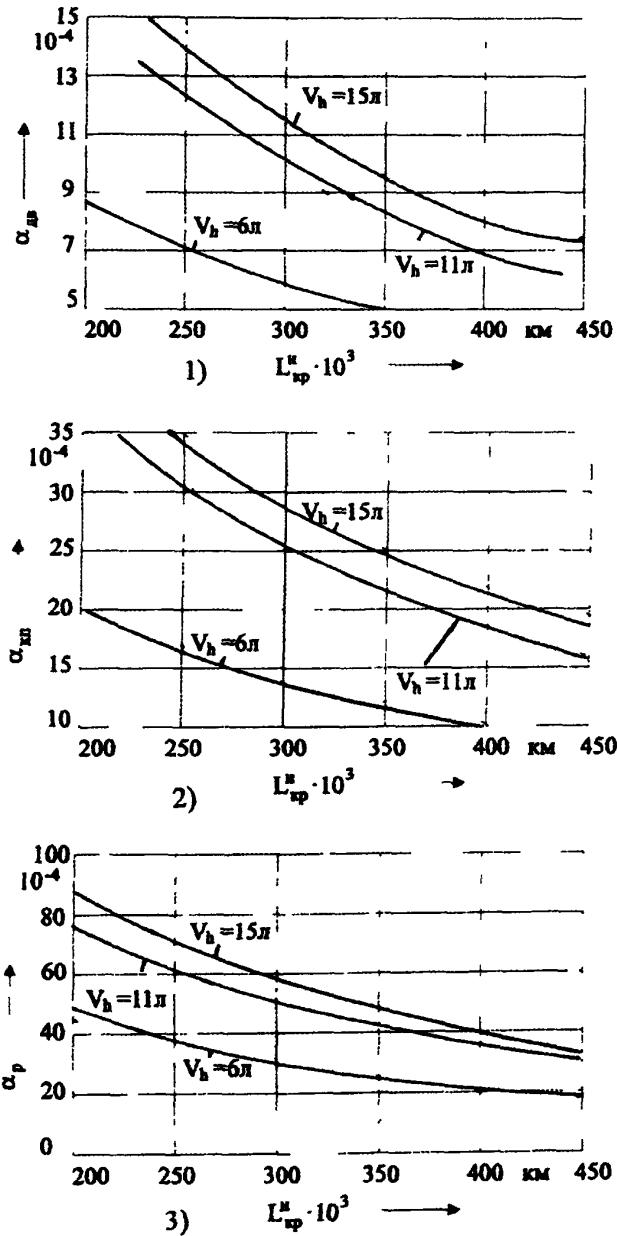


Рис.4.6. Зміна корегуючих коефіцієнтів від нормативного пробігу і робочого об'єму циліндрів двигуна: 1 – двигун; 2 – коробка передач; 3 – редуктор ведучого моста

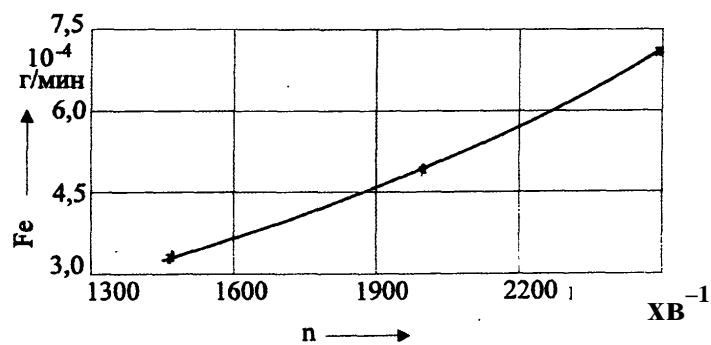


Рис.4.7. Зміна концентрації металів-індикаторів в маслі двигуна MAN TGA 34.480 залежно від навантаження ($P_e=300$ КПа) і швидкості обертання

колінвалу

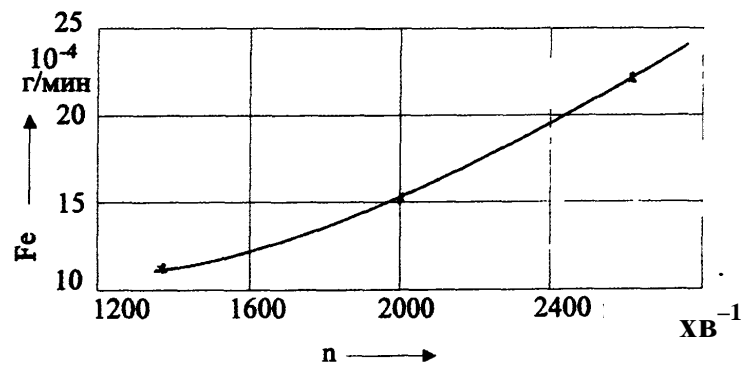


Рис. 4.8. Зміна концентрації металів-індикаторів в маслі двигуна MAN TGA 33.480 залежно від навантаження ($P_c=300$ КПа) і швидкості обертання колінвалу

Отримані експериментальні залежності діагностичних параметрів, що оцінюють ступінь зношеності сполучень двигуна і трансмісії, що не суперечить дослідженням [].

Розглядаючи залежність діагностичних параметрів від пробігу, як не ремонттованих силового агрегату, так і після капітального ремонту до повного вироблення ресурсу довговічності можна відзначити два періоди. Перший період можна класифікувати як період припрацювання. В цей період спостерігається деяке зниження витоку повітря і постійність тиску масла і кутового зазору за рахунок вирівнювання мікро- і макронерівностей поверхонь тертя, а також стабілізації показників технічного стану двигуна і трансмісії. Після закінчення періоду припрацювання двигун і трансмісію можна вважати підготовленим до проведення прогнозування їх залишкового ресурсу. Тривалість цього періоду складає для силового агрегату близько 20...30 тис.км пробігу і після капітального ремонту 10...15 тис.км пробіги. Інтенсивність зміни періоду припрацювання залежить від режимів роботи двигуна і трансмісії, вживаних автоексплуатаційних матеріалів, якості зборки, обробки поверхонь тертя і ряду інших факторів.

Період нормальної роботи характеризується монотонною зміною витоку повітря, тиску масла і кутового зазору у міру накопичення зносу циліндрів, шийок колінвалу і шестерень трансмісії. Це властиво як новим, так і ремонттованим силовим агрегатам. Тривалість цього періоду визначається навантажувально-швидкісним режимом, технологічними і експлуатаційними

чинниками і є початковим показником оцінки корегуючих коефіцієнтів математичних моделей залишкового ресурсу ЦПГ, КШМ двигуна і трансмісії.

В процесі експлуатації двигунів і трансмісій зміна витоку повітря, тиску масла і кутового зазору відбувається з неоднаковою інтенсивністю. Швидше зносяться в рівних умовах деталі силового агрегату замінені при поточному і капітальному ремонті. Якнайменша інтенсивність зношування деталей у неремонтованих силового агрегату.

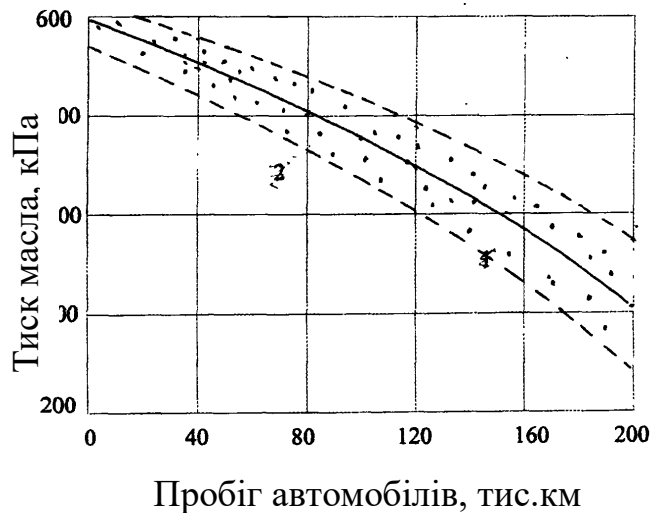


Рис. 4.9. Зміна тиску масла в системі мастила двигуна MAN TGA 34.480 залежно від пробігу автомобіля

Зміна витоку повітря, тиску масла (рис. 4.9) і кутового зазору для одних і тих же зовнішніх умов і групи силового агрегату пояснюється неоднорідним характером технологічних і експлуатаційних чинників. Зовнішні умови роботи автомобілів визначають навантажувально-швидкісний режим роботи силового агрегату. Навантажувально-швидкісний режим залежно від зовнішніх умов роботи автомобіля може бути охарактеризований експлуатаційними факторами: витратою палива в літрах на 100 км пробігу, повною вагою і швидкістю руху автомобіля.

Зовнішні умови роботи автомобілів такі, що експлуатаційні фактори, що характеризують навантажувально-швидкісний режим, постійно міняються в деяких межах навіть при роботі автомобіля на постійному маршруті. При роботі групи автомобілів протягом року на постійному маршруті значення повної ваги, швидкості руху і витрати палива автомобілів відрізнялися відповідно на 10,2...13,4%, 13,1...20,7%, 11,6...14,2%, а значення швидкості зношування сполучень силового агрегату – на 9,1...20,3%.

Аналіз експлуатаційних досліджень показує, що швидкість зношування сполучень силового агрегату залежить в основному від навантажувально-швидкісного режиму і індивідуальних особливостей конкретного силового агрегату. Яскраво виражена загальна тенденція зміни діагностичних параметрів, що визначають ступінь зношеності сполучень силового агрегату, протягом всього періоду експлуатації автомобіля при зміні витрати палива, повної ваги і швидкості руху автомобіля.

4.3 Композиція прогнозів залишкового ресурсу

Для прогнозування залишкового ресурсу силового агрегату використовуються різні методи. Так, використання методів прогнозування залишкового ресурсу силового агрегату по експлуатаційних параметрах дає можливість оцінити динаміку зміни ресурсу сполучень на майбутній період експлуатації з урахуванням дії зовнішніх умов. Використовування евристичних методів прогнозування залишкового ресурсу силового агрегату дозволяє оцінити динаміку зміни ресурсу сполучень в умовах можливої якісної зміни швидкості зношування сполучень. В цьому випадку можливо певне об'єднання прогнозних результатів, так званий синтез прогнозних оцінок в цілях побудови комбінованого прогнозу залишкового ресурсу силового агрегату.

Синтез прогнозних оцінок залишкового ресурсу силового агрегату зводиться до наступного. За наслідками прогнозування залишкового ресурсу, отриманих різними методами, встановлюються значення залишкового ресурсу $L_{зал1}, L_{зал2}, \dots, L_{залn}$ з помилками, дисперсіями, що характеризуються $\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_n^2$. Потім знаходимо синтезовану оцінку прогнозу залишкового ресурсу силового агрегату, яка є лінійною комбінацією часткових прогнозів, тобто:

$$P^* = \sum_{i=1}^k \mu_i P_i^*,$$

де P_i^* – значення часткових k-х прогнозів; μ_i – вага i-го прогнозу.

Вага μ_i вибираються по критерію мінімуму помилок (дисперсії) прогнозу P_i^* . Дисперсія синтезованого прогнозу $\sigma_{P^*}^2$ визначається за виразом:

$$\sigma_{\Pi^*} = D\left(\sum_{i=1}^N \mu_i \Pi_i\right) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N \mu_i \mu_k \operatorname{cov}(\Pi_i, \Pi_k) = \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^N \mu_i \mu_k \rho(\Pi_i, \Pi_k) \sigma_{k_i} \sigma_{k_k}$$

де $\operatorname{cov}(\Pi_i, \Pi_k)$, $\rho(\Pi_i, \Pi_k)$ – відповідно коваріація і коефіцієнт кореляції i -й і k -й прогнозних оцінок. Щодо вагів $\mu_i=1$, N використовується умова нормування:

$$\sum_{i=1}^N \mu_i = 1. \text{ Вага визначається з умови рішення задачі Лагранжа, яка}$$

записується як:

$$F = \sigma_{\Pi^*}^2 + \lambda \sum_{i=1}^N \mu_i,$$

де λ – множник Лагранжа.

Умова мінімуму F запишеться у вигляді:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial \mu_i} = 0, i = 1, N \\ \frac{\partial F}{\partial \lambda} = 0. \end{cases}$$

З цієї умови знаходимо $\lambda = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_i}^2}}$,

звідки

$$\mu_i = \frac{1}{\left(\sigma_{\Pi_i}^2 \sum_{j=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_j}^2}\right)}.$$

По приведеній вище формулі знаходимо вагу, визначальні оцінки синтезу прогнозних результатів.

Тоді рівняння визначення синтезованої оцінки прогнозу Π^* і дисперсії

$$\sigma_{\Pi^*}^2 \text{ матимуть вигляд, } \Pi^* = \frac{1}{\sum_{j=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_j}^2}} \sum_{j=1}^N \frac{\Pi_j}{\sigma_{\Pi_j}^2},$$

$$\sigma_{\Pi^*}^2 = \sum_{i=1}^N \mu_i^2 \sigma_{\Pi_i}^2 = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_j}^2}} \right)^2 \sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_j}^2} \cdot \sigma_{\Pi_i}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\sigma_{\Pi_i}^2}}.$$

Такий підхід до синтезованої оцінки прогнозування залишкового ресурсу силового агрегату визначає перевага одного методу перед рядом інших методів. При оцінці двох методів прогнозування (по реалізації і евристичного) можна записати:

– коефіцієнтів величини оцінки синтезу прогнозних результатів:

$$\mu_e = \frac{1}{\sigma_{\Pi_e}^2 \left(\frac{1}{\sigma_{\Pi_e}^2} + \frac{1}{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2} \right)} = \frac{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2}{\sigma_{\Pi_e}^2 + \sigma_{\Pi_{\Pi}}^2},$$

$$\mu_{\Pi} = \frac{1}{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2 \left(\frac{1}{\sigma_{\Pi_e}^2} + \frac{1}{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2} \right)} = \frac{\sigma_{\Pi_e}^2}{\sigma_{\Pi_e}^2 + \sigma_{\Pi_{\Pi}}^2},$$

– середньої величини синтезу прогнозних результатів:

$$\Pi^* = \frac{1}{\sigma_{\Pi_e}^2 + \sigma_{\Pi_{\Pi}}^2} (\sigma_{\Pi_e}^2 \cdot \Pi_{\Pi} + \sigma_{\Pi_{\Pi}}^2 \cdot \Pi_e),$$

– дисперсією величини синтезу прогнозних результатів:

$$\sigma_{\Pi^*}^2 = \frac{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2 \sigma_{\Pi_e}^2}{\sigma_{\Pi_{\Pi}}^2 + \sigma_{\Pi_e}^2}.$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Обов'язкові роботи, при профілактичному технічному обслуговуванні та ремонті

Автомобілі, агрегати та деталі, що направляються на пости профілактичного обслуговування та ремонту, повинні бути вимиті, очищені від бруду і снігу.

В'їзд (виїзд) в приміщення і постановка автомобілів на пости профілактичного обслуговування та ремонту здійснюється з дозволу та під керівництвом відповідальної особи - майстра (начальника дільниці).

Після постановки автомобіля на пост профілактичного обслуговування або ремонту (без примусового переміщення) необхідно обов'язково зупинити двигун, установити важіль перемикачів передач (контролера) в нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом, а під колеса з обох боків підкласти упорні колодки. На рульове колесо повинна бути вивішена табличка з написом «Двигун не запускати працюють люди!»

На автомобілях, що мають дублюючі пристрої для запуску двигуна, аналогічна табличка повинна бути вивішена і біля цього пристрою.

Автомобіль на оглядовій канаві повинен бути установлений так, щоб був вільним не тільки основний, але і запасний вихід.

При обслуговуванні автомобіля на підйомнику (гідравлічному, пневматичному, електромеханічному) на пульті управління підйомником повинна бути вивішена табличка із написом «Підйомник не включати працюють люди!».

Плунжер гідравлічного, пневматичного підйомника у робочому (піднятому) положенні повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.

У приміщеннях профілактичного обслуговування з потоковим рухом автомобілів обов'язкове улаштування сигналізації (світлової, звукової), яка своєчасно попереджує працюючих на лінії обслуговування про момент початку руху автомобіля з поста на пост або про виїзд автомобіля.

Переміщення транспортних засобів з поста на пост дозволяється тільки після подання сигналу (звукового, світлового).

Перед вивішуванням частини автомобіля (причепи, напівпричепи) підйомними механізмами (домкратами, накатними пересувними підйомниками, талями тощо), крім стаціонарних, необхідно спочатку встановити транспортний засіб на рівній поверхні, зупинити двигун, включити знижену передачу, загальмувати його стоянковим гальмом, підставити під колеса, що не підіймаються, упорні колодки, у автобуса перевірити стан опорної площадки кузова.

При вивішуванні частини транспортного засобу плунжер домкрата (накатного пересувного підйомника) або надставка до нього повинні бути встановлені у місцях, які вказані у технологічній документації. Керівництві з експлуатації транспортних засобів.

Домкрат треба встановлювати на рівну неслизьку поверхню. У разі неміцного ґрунту під основу домкрата необхідно підкласти міцну дерев'яну підставку площею не менше $0,1\text{ м}^2$ або дошку.

Під вивішені частини транспортного засобу за допомогою домкратів (пересувних накатних підйомників, талів тощо) для огляду, виконання профілактичних робіт та ремонту повинні бути встановлені підставки (козелки).

Підставки (козелки) під вивішені частини транспортного засобу повинні встановлюватися у місцях, які вказані у технологічній документації. Керівництві з експлуатації транспортного засобу.

Огляд і ремонт пневморесор автобусів необхідно виконувати на спеціально облаштованих для цього оглядових канавах, обладнаних пересувними накатними підйомниками, або на стаціонарних підйомниках.

Виконання працюючими робіт, пов'язаних із зняттям та установкою балонів пневморесор, дозволяється тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряд-допуску відповідно до додатку 3.

У виконанні робіт, пов'язаних із зняттям та встановленням агрегатів, повинні брати участь два слюсарі з ремонту автомобілів. Допускається замість одного слюсаря брати участь водію при відповідній підготовці і обов'язковому інструктажу. охорони праці при виконанні цих робіт.

При підйманні перекидної кабіни для обслуговування та ремонту систем автомобіля вона повинна бути надійно зафіксована.

Забороняється підіймати кабіну з несправним запірним механізмом, упором-обмежувачем, страховим пристроєм.

При обслуговуванні та ремонті автомобілів (у т.ч. двигунів) на висоті понад 1м робітники повинні бути забезпечені і користуватися спеціальними помостами; естакадами, площадками або драбинами-стрем'янками.

Застосовувати приставні драбини не дозволяється.

При підйманні по драбині робітникові забороняється тримати у руках інструмент, деталі, матеріали та інші предмети. Для цієї мети повинна застосовуватись сумка або спеціальні ящики.

Забороняється проводити одночасно роботу на драбині, помостах, площадках та під ними.

При роботі на поворотному стенді (перекидачі) необхідно попередньо надійно укріпити на ньому автомобіль, злити паливо із паливних баків і рідину із системи охолодження у призначені для цього ємності, щільно закрити маслозаливну горловину двигуна і зняти акумуляторну батарею.

Забороняється пуск двигуна автомобіля на постах профілактичного обслуговування та ремонту працівникам, які не мають на це право.

При включенні двигуна для заповнення пневмосистеми автомобіля необхідно передбачати відведення вихлопних газів за межі приміщення.

Перед проведенням робіт, які пов'язані з прокручуванням колінчастого та карданного валів у відповідності з технологічним процесом, необхідно додатково перевірити відключення запалювання (перекриття подачі палива для дизельних двигунів), нейтральне положення важеля перемикачів передач (контролера); звільнити важіль стоянкового гальма. Після виконання необхідних робіт автомобіль слід загальмувати стоянковим гальмом.

Забороняється прокручувати карданний вал за допомогою монтажної лопатки або інших предметів.

При необхідності виконання робіт під автомобілем, що знаходиться поза межами оглядової канави, підйомника, естакади, робітники повинні забезпечуватися і користуватися лежаками.

Для роботи попереду та позаду автомобіля і для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками.

Усі регульовальні роботи на двигуні, за виключенням регулювання карбюратора та кута випередження запалювання, повинні проводитися при непрацюючому двигуні.

Перед зняттям вузлів та агрегатів, які пов'язані із системами живлення, охолодження, мащення автомобіля (паливні баки, двигуни, коробки передач, задні мости тощо), необхідно спочатку злити із них паливо, масло та охолоджувальну рідину в спеціальну тару, не допускаючи їх проливання.

При проведенні ремонту паливних баків, а також паливопроводів, через які може витікати паливо із баків, останні перед ремонтом повинні бути повністю звільнені від нього. Зливання палива повинно здійснюватися у місцях, що виключають можливість його загоряння.

Важкодоступні точки мащення необхідно змащувати за допомогою наконечників з гнучким шлангом або наконечників з шарнірами.

Для подання мастила у високо розміщені маслянки необхідно в оглядовій канаві користуватися підставкою під ноги.

При профілактичному обслуговуванні та ремонті транспортних засобів забороняється:

- виконувати будь-які роботи на автомобілі (причепі, напівпричепі), який вивішений тільки на одних підйомних механізмах (домкратах, наканавних пересувних підйомниках, талях тощо);

- підкладати під вивішені частини автомобіля (причепа, напівпричепа) замість підставок (козелків) диски коліс, цеглу та інші випадкові предмети;

- установлювати домкрат на випадкові предмети або підкладати їх під плунжер домкрата;

- знімати і ставити ресори на транспортні засоби усіх конструкцій і типів без попереднього їх розвантаження від маси кузова шляхом вивішування кузова з установленням підставок (козелків) під нього або раму автомобіля;

- проводити обслуговування та ремонт автомобілів при працюючому двигуні, за винятком окремих видів робіт, технологія проведення яких вимагає запуску двигуна;

- підіймати (вивішувати) автомобіль за буксирні пристрої (гаки) шляхом захоплення їх тросами, ланцюгами або гаком підйомного механізму;
- підіймати (навіть короткочасно) вантажі масою більше, ніж це вказано на табличці даного підйомного механізму;
- оглядати, поправляти, ремонтувати пневморесору, якщо робітник знаходиться між кузовом автобуса і колесом;
- знімати, установлювати та транспортувати агрегати при зчалуванні їх тросами або канатами без спеціальних захватів;
- підіймати вантаж при косому на тязі троса або ланцюгів;
- залишати інструмент і деталі на автомобілі (рамі, агрегатах, підніжках, капоті тощо), краях оглядової канави;
- розбирати і ремонтувати деталі та вузли двигунів і системи живлення автомобілів, що працюють на етилованому бензині, без нейтралізації відкладень тетраетил свинцю;
- транспортувати агрегати на візках, не обладнаних пристроями, що запобігають їх падінню.

Ремонт, заміна підйомного механізму кузова автомобіля-самоскида, самоскидного причепа або доливання в нього масла повинні проводитися після установлення під піднятий кузов спеціального додаткового упору, що виключає можливість падіння або довільне опускання кузова.

Забороняється:

- працювати без упору під піднятим кузовом автомобіля-самоскида, самоскидного причепа;
- використовувати випадкові підставки і підкладки замість спеціального додаткового упору;
- використовувати замість табельних стопорних пальців, які застосовуються на автомобілях типу КамАЗ, інші деталі та предмети;
- працювати з пошкодженими або неправильно установленими упорами;
- запускати двигун та переміщати автомобіль при піднятому кузові;
- проводити ремонтні роботи під піднятим кузовом автомобіля-самоскида, самоскидного причепа без попереднього його звільнення від вантажу.

Автомобілі-цистерни для перевезення легкозаймистих, вибухонебезпечних, отруйних та інших небезпечних вантажів, а також резервуари для їх зберігання перед ремонтом необхідно повністю очистити від залишків цих речовин і надійно заземлити.

Робітник, який проводить очищення або ремонт в середині цистерни або резервуару з-під небезпечних вантажів, повинен бути забезпечений спецодягом, шланговим протигазом, рятувальним поясом з мотузкою; зовні цистерни або резервуару повинні знаходитися два спеціально проінструкованих помічники.

Шланг протигазу повинен бути виведений через люк (лаз) і закріплений з навітряної сторони.

До пояса працюючого в середині резервуару прикріплюється міцна мотузка, вільний кінець якої повинен бути виведений через люк (лаз) назовні і надійно закріплений.

Один із помічників, який знаходиться зверху, повинен спостерігати за роботою, тримати за мотузку, страхуючи працюючого в резервуарі, а другий - контролювати роботу і у випадку необхідності викликати допомогу.

Виконання працюючими робіт в ємностях з-під небезпечних вантажів дозволяється тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряд-допуску відповідно до додатку 3.

Ремонтувати паливні баки за допомогою зварювання або паяння можна тільки після зняття його з автомобіля, повного видалення залишків палива та знежирювання згідно з п. 13.8.45 Правил [35].

Для збирання та зливання відпрацьованих мастил необхідно користуватись спеціальними пристроями або візками, що виключають їх розливання при заміні в агрегатах і підвищують зручність у роботі.

Зняті з автомобіля вузли та агрегати слід установлювати на спеціальні стійкі підставки, а довгі деталі - тільки на горизонтальні стелажі.

Якщо зняття агрегатів і деталей пов'язане з великою фізичною напругою, а також створює незручності у роботі (гальмівні та клапанні пружини, барабани, ресорні пальці тощо), необхідно застосовувати відповідні пристосування (знімачі), що забезпечують безпеку при виконанні цих робіт.

Перевіряти співвісність отворів дозволяється тільки за допомогою конусної оправки, а не пальцями.

Випресовування втулок, піввісей, підшипників та інших деталей повинно проводитися за допомогою знімачів і пресів.

При запресовуванні та випресовуванні деталей на пресі не дозволяється підтримувати деталі рукою.

При роботі гайковими ключами необхідно підбирати їх відповідно до розмірів гайок, правильно накладати ключ на гайку; не можна підтискувати гайку ривком.

Забороняється відкручувати гайки ключами більших розмірів з підкладанням металевих пластинок між гранями гайки і ключа, а також подовження рукоятки ключа шляхом приєднання іншого ключа або труби.

При роботі зубилом або іншим інструментом для рубки металу необхідно користуватися захисними окулярами для запобігання ураження очей металевими частинками.

Забороняється стояти проти обрубваного кінця заготовки.

При роботі з пневматичним інструментом подавати повітря дозволяється тільки після встановлення інструмента у робоче положення.

Забороняється направляти струмінь повітря на себе або на інших.

При експлуатації електроінструмента не обхідно додержуватись усіх вимог безпеки інструкції з експлуатації згідно з ГОСТ 12.2.013.0-91.

Перед початком роботи електроінструментом необхідно перевірити його справність.

Електричний та пневматичний інструмент, паяльні лампи дозволяється видавати особам, які пройшли інструктаж та знають правила поводження з ними.

Перед тим, як користуватися переносними світильниками, необхідно перевірити наявність на лампі захисного скляного ковпака, захисної сітки і справність кабелю.

5.2 Основні напрямки та шляхи підвищення стійкості функціонування об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій

На основі вивчення факторів, які впливають на стійкість функціонування об'єкта, і оцінки стійкості елементів об'єкта до впливу уражаючих факторів НС, визначають основні напрямки підвищення стійкості функціонування об'єктів в умовах НС мирного і воєнного часу.

Вони передбачають ряд заходів, які наведемо нижче.

1. Забезпечення захисту людей та їх життєдіяльності досягається шляхом:

- створення на об'єкті надійної системи оповіщення про загрозу та виникнення НС;

- організації розвідки і спостереження за радіоактивним забрудненням, хімічним і біологічним зараженням об'єктів, продуктів харчування, сировини, врожаю, кормів і води; гідрометеорологічного спостереження за рівнем води, напрямком і швидкістю вітру, рухом і поширенням хмари радіоактивного забруднення, СДОР і ОР;

- створення фонду захисних споруд ІДО, накопичення засобів індивідуального захисту, періодична перевірка їх стану і забезпечення своєчасної видачі їх населенню;

- завчасної підготовки до масової санітарної обробки населення і знезараження одягу, організації взаємодії з установами охорони здоров'я для медичного обслуговування населення в умовах НС;

- підготовки до розосередження і евакуації населення, розміщеного в зонах можливих руйнувань і катастрофічного затоплення, завчасної підготовки місць евакуації;

- забезпечення населення питною водою, продуктами харчування, предметами першої необхідності, комунально-побутовим обслуговуванням населення з урахуванням проведення евакуаційних заходів, забезпечення захисту продовольчих запасів;

- навчання населення способам захисту, надання першої медичної допомоги, практичним діям в умовах НС, морально-психологічної підготовки населення до виживання в екстремальних та стресових ситуаціях;

- забезпечення чіткою інформацією про обстановку та правила дій і поведінки населення у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

2. Забезпечення стійкості функціонування паливно-енергетичного комплексу і водопостачання досягається шляхом:

- створення резерву енергетичних потужностей за рахунок автономних пересувних електростанцій, а також місцевих джерел електроенергії; підготовки автономних електростанцій до роботи за спеціальним режимом (графіком) для забезпечення технологічних процесів виробництва, для яких неможливі тривалі перерви в електропостачанні;

- створення необхідних запасів (резервів) паливно-мастильних матеріалів та інших видів палива і організація їх безпечного зберігання;

- завчасного запровадження заходів захисту водних джерел, водопровідних споруд, свердловин і шахтних колодязів від забруднення радіоактивними речовинами, зараження хімічними і біологічними засобами.

3. Стійкість функціонування автотранспортної та іншої техніки, технологічного обладнання і механізмів досягається шляхом:

- організації своєчасного оповіщення гаража, технологічного парку, їх керівників, водіїв про загрозу надзвичайної ситуації;

- підготовки автотранспортної техніки до проведення робіт в умовах радіоактивного забруднення, хімічного, біологічного зараження і

- пристосування і використання всіх видів транспортних засобів для евакуації населення і перевезення потерпілих;

- розробки заходів з метою пристосування автотранспортної техніки для виконання завдань ЦО;

- розробки пристосувань і технологічних процесів для визначення потужностей автомобілів з метою приведення в дію електрогенераторів установок і технологічного обладнання, насосів для подачі води до місць споживання із свердловин, відкритих водойм і шахтних колодязів;

- підготовки техніки для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в умовах НС мирного і воєнного часу.

4. Забезпечення збереження й відновлення будівель і споруд досягається шляхом:

- оцінки можливого ступеня руйнування будівель і споруд об'єкта, населеного пункту, визначення обсягу невідкладних ремонтних робіт, потреби в будівельних та інших матеріалах;

- розрахунку сил і засобів для проведення невідкладних ремонтних та інших робіт, а також знезараження приміщень, виробничих ділянок і території об'єкта;

- створення і підготовки спеціальних формувань для ремонтно-відновлювальних, будівельних та інших робіт на об'єкті;

- врахування вимог інженерно-технічних заходів ЦО при будівництві нових будівель і захисних споруд;

- розробки комплексу протипожежних заходів, які виключали б можливість виникнення масових пожеж.

5. Забезпечення надійності системи управління і зв'язку досягається шляхом:

- організації захищеного пункту управління, оснащення його засобами зв'язку, які б надали можливість швидко доводити сигнали ЦО до всіх виробничих підрозділів і населення у місцях проживання;

- розробки документів, які регламентують чіткі дії персоналу для забезпечення сталої роботи об'єкта в умовах НС мирного і воєнного часу;

- підготовки необхідного резерву кадрів (керівних працівників, спеціалістів, механізаторів) для заміни тих, які будуть мобілізовані;

- планування збору даних про обстановку, передачу команд і розпоряджень в умовах впливу на об'єкт уражаючих факторів, організації використання радіозасобів, телефонного зв'язку, посильних для зв'язку з віддаленим населеними пунктами, а також з колонами евакуйованого населення, що знаходяться в дорозі;

- забезпечення дублювання ліній і каналів зв'язку.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Запропоноване пристосування для закріплення та визначення зазорів у шарових опорах важелів та тяг. Приведені конструкторські та перевірочні розрахунки з'єднань та деталей механізму.

Особливості ТО автомобілів MAN розкрито в технологічному розділі. Представлено перелік операцій. Проведено розрахунок дільниці по діагностуванні вантажних автомобілів розроблено її планування, визначено потреби в енергоносіях, освітленні, фонди часу та кількість працівників.

Проведено дослідження залежності ступеня зношеності шийок колінчастого валу.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Ляшук О.Л., Гудь В.З., Пиндус Ю.І., Левкович М.Г., Хорошун Р.В. Методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи магістра за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» галузі знань 27 «Транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2020. – 66 с.
2. Александровская Л.Н., Афанасьев А.П., Лисов А.А. современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем.- М.: Логос, 2003.- 208с.
3. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов Ч. 2: Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. –1999. – 229 с.
4. Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т., 1999. 352 С.
5. Дьяконов В. П., Абраменкова И. В. Matlab. Обработка сигналов и изображений. Специальный справочник. - СПб.: Питер, 2002. - 608 с.
6. Завистовский В.М., Холодилов О.В., Богданович П.Н. Физика отказов механических систем.- Минск.: Технопринт.-1999.-212с.
7. Мартынов А. А. Основы теории надёжности и диагностики/ Мартынов А. А., Долгополов Г. А. –Новосибирск, 1999. – 107 с.
8. Полянский А.С., Беяминов В.С. Оптимизация эксплуатационной надёжности системы топливоподачи автотракторных двигателей // Автомобильный транспорт, серия “Совершенствование машин для земляных и дорожных работ”. Сб. науч. тр. Вып. 11. – 2003. С. 81 – 83.
9. Ремонт машин/ О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, А.Я. Поліського.-К.: Урожай, 1994.-400 с.
10. Ю. Паливода. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки: навчально-методичний посібник / Ю. Паливода, А. Дячун, Р. Лещук. – Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет ім.І.Пулюя, 2019. – 240с.