

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування
автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, МАН, з дослідженням механізму
термопластичного обтиснення гільз циліндрів.

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Сторожук О.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

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)

«01» жовтня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Сторожуку Олександровичу Дмитровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, МАН, з дослідженням механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів.

Керівник роботи Гевко Іван Богданович., д.т.н., проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «01» жовтня 2021 року № 4/7-829

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 грудня 2021

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний ТО автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, МАН

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)

Карти ескізів – 2А1.

Конвеєр для переміщення автомобілів – 1А1.

Редуктор – 1А1.

Корпус – 1А2. Колесо зубчасте – 1А3. Вал проміжний – 1А3.

Результати наукових досліджень – 1А1.

Зона щоденного обслуговування – 1А1.

Генеральний план – 1А1.

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 01.10.2021р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	13.10.2021	
2	Технологічний розділ	27.10.2021	
3	Конструкторський розділ	03.11.2021	
4	Науково-дослідний розділ	17.11.2021	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2021	
6	Оформлення графічної частини	08.12.2021	
7	Захист кваліфікаційної роботи магістра	20.12.2021	

Студент

(підпис)

Сторожук О.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційної роботи магістра на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для технічного обслуговування автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, МАН, з дослідженням механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 69 сторінок формату А4 та 8 аркушів формату А1 графічної частини 8 сторінок додатків.

Ключові слова: обладнання, операційно-технологічна карта, передній міст, гальмування, обтискання.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Загальні положення розрахунку річної програми АТП по всім видам дій ТО і ПР автомобілів.....	7
1.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР рухомого складу.....	7
1.3 Встановлення нормативів всіх видів ТО і ремонту автомобілів.....	9
1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	11
2.1 Розробка операційно-технологічних карт ТО автомобіля ЗИЛ-5301.....	11
2.2 Щоденне обслуговування на прикладі системи живлення дизеля.....	33
2.3 Розрахунок та підбір обладнання.....	35
2.4 Розрахунок площі виробничої зони ЩО.....	40
2.5 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки.....	40
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	45
3.1 Обґрунтування необхідності розробки пристрою для переміщення авто..	45
3.2 Будова пристрою.....	46
3.3 Порядок роботи установки.....	46
3.4 Розрахунок елементів конструкції.....	47
3.5 Розрахунок приводу установки.....	47
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	52
4.1 Фізичне обґрунтування механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів.....	52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ..	59
5.1 Розробка заходів по забезпеченню безпечних умов праці.....	59
5.2 Методи дезактивації та санітарної обробки особового складу при надзвичайних ситуаціях.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	68
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Ефективне використання автомобілів, підтримання й відновлення їх надійної і довговічної роботи можливо на базі використання комплексної системи технічного обслуговування і ремонту, яка забезпечить справність автомобільної техніки в процесі її експлуатації. Комплексна система ТО і ремонту автомобілів є систематизуючим документом, що містить основні концепції, положення і нормативи інженерного забезпечення працездатності АТЗ, підвищення рівня їх експлуатації з найменшими витратами коштів і праці.

Виконання вимог комплексної системи ТО і Р забезпечить ефективне вирішення основних завдань на автомобільному транспорті.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальні положення розрахунку річної програми АТП по всім видам дій ТО і ПР автомобілів

Виробнича програма по ТО і ПР автомобілів АТП – це заплановане число обслуговувань даного виду (ЩО, ТО-1, ТО-2 і СО) за визначений період часу (рік, декаду, місяць, добу) а також число КР за рік. Число поточних ремонтів (ПР) за цей же період часу не визначається, так як для ПР автомобіля, його агрегатів та систем не встановлені періодичності поточних ремонтів, а вони виконуються по мірі необхідності.

Сезонне технічне обслуговування (СО), що проводиться двічі на рік, поєднується з проведенням ТО-2 (рідше – ТО-1) відповідним збільшенням трудомісткості робіт, як окремо заплановане технічне обслуговування при розрахунку виробничої програми не передбачається.

На автотранспортних підприємствах виробнича програма по кожному виду ТО розраховується на рік, так званим річним методом, тому з метою наближення виконання розрахунків при проектуванні діяльності відповідних підрозділів АТП розглядається в проекті саме цей метод розрахунку.

Виробнича програма є основою розрахунку річного обсягу робіт по ТО і ПР автомобілів, а також чисельності необхідної кількості виробничого персоналу і технологічного обладнання по об'єму проектування. При наявності автомобілів різних марок, розрахунок проводимо для кожної прийнятої до розрахунку основної моделі автомобілів: КамАЗ 45-141010-013, КамАЗ 55111, Зил 5301, КамАЗ 65115, КамАЗ 6520, КамАЗ 6540, МАЗ 651705231, МАЗ 5516, MAN 33.350.TGA, MAN TGA 41480 BB-WW.

1.2 Вихідні дані для розрахунку виробничої програми по ТО і ПР рухомого складу

Визначаємо річний плановий пробіг всіх однотипних автомобілів $\sum L_p^i$ (тис.км.) за формулою:

$$\sum L_p^i = A_{об}^i \cdot L_p^i, \quad (1.1)$$

Середньорічний пробіг і-го автомобіля беремо з річних звітів АТП або визначаємо за формулою:

$$L_p^i = L_{добо}^i \cdot D_p, \quad (1.2)$$

Так наприклад, для автомобіля КамАЗ 45-141010-013 середньорічний пробіг одного автомобіля складає:

$$L_p^i = 160 \cdot 250 = 40000 = 40,0 \text{ тис. км.}$$

Річний пробіг всіх автомобілів КамАЗ 45-141010-013 на 2020 рік дорівнює:

$$\sum L_p^i = 40,0 \cdot 4 = 160,0 \text{ тис. км.}$$

Аналогічно проводимо розрахунки для інших автомобілів АТП і дані розрахунків зводимо в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 Норми пробігу автомобілів

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Середньодобовий пробіг автомобіля $L_{добо}^i$, км	Кількість днів роботи автомобіля в році, D_p	Середньорічний пробіг і-го автомобіля L_p^i , тис. км	Кількість облікових автомобілів в $A_{об}^i$, шт	Річний пробіг всіх автомобілів $\sum L_p^i$, тис. км
КамАЗ 45-141010013	160	250	40	4	160
КамАЗ 55111	180	250	45	4	180
КамАЗ 65115	200	250	50	10	400
КамАЗ 6520	200	250	50	4	200
ЗИЛ 5301	220	250	55	4	220
МАЗ 651705231	220	250	55	5	275
МАЗ 5516	120	250	30	10	300
MAN 33.350.TGA	140	250	35	3	105

MAN TGA 41480 BB-WW	180	250	45	4	180
Всього				48	2020

1.3 Встановлення нормативів всіх видів ТО і ремонту автомобілів

Перед розрахунками виробничої програми і річного обсягу робіт необхідно:

- встановити періодичність ТО-1, ТО-2 і КР;
- визначити розрахункову трудомісткість ТО одного виду і трудомісткість ПР/1000 км. пробігу;
- розрахувати норми пробігу автомобілів до КР.

Нормативи періодичності ТО, пробіг до КР, трудомісткість ТО і ПР/1000 км пробігу автомобілів приймаємо відповідно із таблиці 1.1. Ці нормативи за допомогою спеціальних коефіцієнтів K_1 , K_2 , K_3 , K_4 і K_5 .

Вихідний коефіцієнт корегування, рівний одиниці, приймається для випадку, який характеризується набором наступних даних:

- категорія умов експлуатації (КУЕ) – 1;
- моделі автомобілів – базові;
- кліматична зона – помірна із помірною агресивністю навколишнього середовища;
- пробіг автомобілів дорівнює 50...75 % від пробігу до КР;
- в АТП виконується ТО і ремонт 100...200 одиниць рухомого складу, які складають 3 (три) технологічно поєднаних груп;
- АТП оснащено засобами механізації згідно таблицею технологічного обладнання.

Результуючий коефіцієнт корегування нормативів одержуємо множенням окремих коефіцієнтів.

Скореговані нормативи періодичності ТО, пробігу до КР, трудомісткість робіт по ТО ПР/1000 км. Пробіг, та тривалість простою в ТО-2, $ПР_{\text{днів}}/1000$ км та КР зводимо в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 Норми пробігів до КР, трудомісткостей, періодичностей

ТО і простоїв рухомого складу в ТО і ремонті

Найменування, марка, тип автомобіля, що застосовується	Пробіг до КР, тис. км	Періодичність в тис. км		Трудомісткість, люд.-год.				Тривалість простою	
		ТО-1 (А)	ТО-2 (Б)	ЩО	ТО-1 (А)	ТО-2 (Б)	ПР на 100 0 км.	в ТО-2, ПР, днів/1000 км	в КР, дні
КамАЗ 45-141010013	210	2,4	7,2	0,72	5,17	13,88	13,9	0,5	22
КамАЗ 55111	210	2,4	7,2	0,72	6,17	26,21	14,8	0,5	22
КамАЗ 65115	210	2,4	7,2	0,74	7,84	33,8	18,	0,5	22
КамАЗ 6520	210	2,4	7,2	0,8	12,0	53,1	26,	0,5	22
КамАЗ 6540	210	2,4	7,2	0,74	10,7	47,3	23,	0,5	22
МАЗ	224	2,5	12,5	0,74	10,3	49,2	24,	0,5	22
МАЗ 5516	224	2,5	12,5	0,72	8,68	37,7	19,	0,5	22
MAN	490	4,0	16,0	0,78	13,6	60,7	29,	0,5	22
MAN TGA	490	4,0	16,0	0,79	17,0	76,1	36,	0,5	22

1.4 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Розглянувши програми по всім видам дій технічного обслуговування автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, MAN, було зроблено наступні висновки та поставлено наступні завдання, які слід вирішити в процесі виконання магістерської роботи:

в технологічному розділі вибрати метод та послідовність ремонту, розробити технологічний процес технічного обслуговування автомобілів КамАЗ, ЗІЛ, МАЗ, MAN.

в конструкторському розділі розробити пристрій для переміщення автомобіля;

провести дослідження механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів.

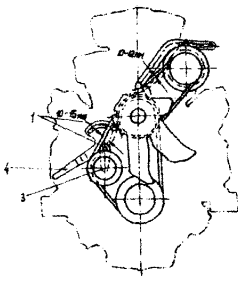
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розробка операційно-технологічних карт ТО автомобіля ЗИЛ-5301

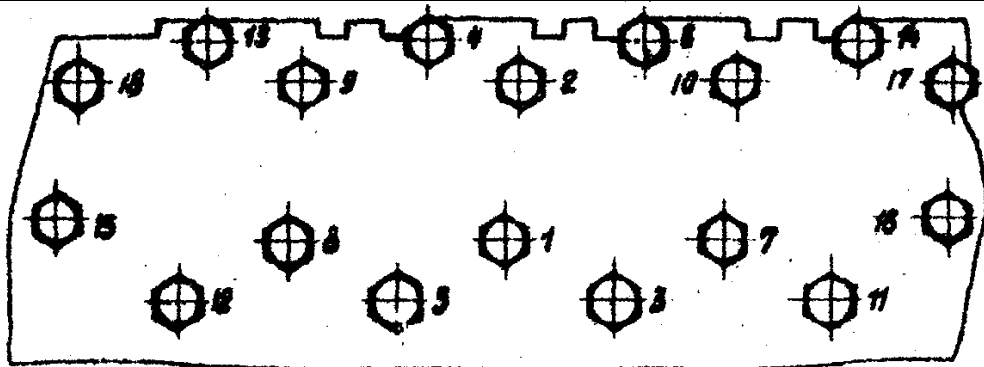
В даному розділі проведена розробка операційно-технологічних карт ТО автомобіля ЗИЛ для наступних робіт: перевірка стану натяжного ролика і регулювання натягу паса вентилятора, перевірка кріплення головки блока і компресії в циліндрах двигуна, перевірка стану і кріплення ручного гальма, перевірка стану і кріплення картеру головної передачі, перевірка стану переднього мосту, перевірка і при необхідності регулювання вільного ходу педалі гальма, повне регулювання ногоного гальма, перевірка стану і кріплення бензинового баку, перевірка стану і кріплення фільтра тонкого очищення палива, зняття і постановка реле-регулятора, перевірка стану і кріплення котушки запалення, змащування підшипника водяного насосу, змащування стебла гака буксирного пристрою, мащення шворнів поворотних кулаків, мащення валика педаль зчеплення і гальма, мащення шарнірів проміжного і основного карданних валів.

Послідовність і види робіт приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Операційно-технологічна карта ТО

№ опер.	Зміст переходу	Кількість точок	Інструмент і пристосування	Технічні вимоги
				<p>Перевірка стану натяжного ролика і регулювання натяжки ремня вентилятора</p>

1	Відкрутити на декілька обертів гайку шпильок кріплення кронштейну натяжного ролика	2	Ключ гайковий S = 17 мм.	
2	Послабити натяжку вентилятора	1		Послаблення натяжки ремня здійснюється переміщенням кронштейну натяжного ролика
3	Перевірити стан підшипника натяжного ролика	1		Перевірку підшипників виконують переміщенням ролика в радіальному напрямку. При наявності люфту - замінити підшипник
4	Натягнути ремінь вентилятора переміщуючи кронштейн натяжного ролика і затягнути гайку шпильок кріплення кронштейну натяжного ролика	2	Ключ гайковий S = 17 мм.	При натисканні на ремінь з зусиллям 4 кг на ділянці між шківом вентилятора і натяжним роликом прогиб повинен бути в межах 10...15 мм

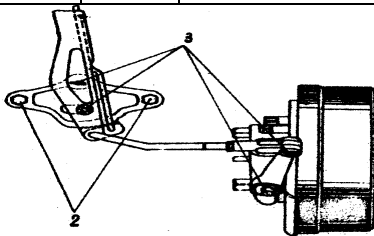


Перевірка кріплення головок блока і компресії в циліндрах двигуна

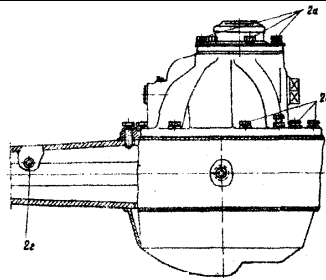
1	Зняти пробку радіатора, відкрити зливні крани і випустити охолоджувальну рідину з системи охолодження	3	Ємкість для зливу охолоджувальної рідини	
2	Відкрутити на декілька обертів гайки шпильок кріплення впускної труби і вантажні гайки	12	Ключ гайковий S = 14 мм, вороток	
3	Відкрутити гайки кріплення кришок коромисел	4	Ключ гайковий S = 14 мм,	
4	Зняти захисні наконечники свічок запалювання	8		
5	Зняти кришки коромисел і ущільнюючі прокладки кришок	4		
6	Відкрутити гайки шпильок кріплення стійок осей коромисел	8	Ключ гайковий S = 14 мм,	
7	Підняти стійки вісі коромисел замість з віссю	8		Підняти на таку висоту, щоб забезпечити доступ до гайок кріплення головки
8	Закрутити гайки шпильок кріплення головки циліндрів, дотримуючись послідовності затяжки, приведену в схемі	36	Динамометричний ключ S = 17 мм	Гайки треба затягувати в два заходи - попередньо і кінцево. Момент затяжки повинен бути 7,3..7,8 кі м

9	Відпустити стійки осі коромисел на місце, закрити гайки шпильок вісі коромисла, перевірити і при необхідності відрегулювати зазори між клапанами і коромислами	8	Ключ гайковий S = 14 мм, вороток	Гайки повинні бути повністю затягнуті
10	Встановити на місце ущільнюючі прокладки кришок і кришки коромисел	4	Ключ гайковий S = 17 мм.	При натисканні на ремінь з зусиллям 4 кг на ділянці між шківом вентилятора і натяжним роликком прогиб повинен бути в межах 10...15 мм
11	Закрити гайки кріплення кришок коромисел	4	Ключ гайковий S = 17 мм.	Кріплення кришок повинно бути герметичним
12	Закрити гайки шпильок кріплення впускної труби і вантажні гайки	12	Ключ гайковий S = 17 мм.	
13	Закрити зливні крани і залити охолоджувальну рідину в систему охолодження	3		
14	Встановити на місце пробку радіатора	1		
15	Надіти на свічки захисні наконечники	8		

16	Надіти шланг для відводу відпрацьованих газів на вихлопну трубу глушника	1		
17	Запустити і погріти двигун	1		Прогрівати двигун до температури 60...70°C охолоджувальною рідиною
18	Заглушити двигун	1		
19	Зняти захисні накінецьники свічок запалювання	8		
20	Викрутити свічки запалювання з головки блоку циліндрів	8	Ключ торцевий свічний S = 17 мм	
21	Встановити компресометру отвір для свічки 1-го циліндру і прокрутити колінчастий вал двигуна стартером	1	Компресометр	Колінчастий вал повинен обертатися зі швидкістю 180... 200 об/хв
22	Заміряти показання компресометра	1		Величина компресії повинна бути не менше 6,5 кг/см ²
23	Повторити переходи 21-22 для інших циліндрів	1		
24	Вкрутити свічки в головку блоку циліндрів	8	Ключ торцевий свічний S = 17 мм	Кріплення свічки повинно бути герметичним

25	Надіти захисні наконечники на свічки	8		
26	Зняти шланг для відводу відпрацьованих газів з вихлопної труби глушника	1		
 <p>Перевірка стану і кріплення рухомого гальма</p>				
1	Перевірити стан деталей ручного гальма			Гальмівний барабан, тяги і важелі не повинні мати тріщин, погнутості і обломів
2	Перевірити кріплення і закріпити сектор важеля ручного гальма, вкрутити болти кріплення	2	Ключ гайковий S = 17 мм.	Болти повинні бути повністю вкручені
3	Перевірити шплінтовку крипінних з'єднань приводу ручного гальма	4	Пасатижі	Шплінти повинні бути справними
4	Перевірити кріплення фланця вторинного вала коробки передач і при необхідності виконати підтяжку гайки вторинного вала коробки передач в наступній послідовності:			При погойдуванні проміжного карданного вала від руки в радіальному напрямку на повинно бути помітного коливання барабану ручного гальма

а) від'єднати проміжний карданний вал, викрутити болти кріплення фланця і кронштейна проміжної опори	6	Ключ торцевий S = 17 мм	
б) підтягнути гайку вторинного вала коробки передач	1	Ключ гайковий S = 30 мм	Гайка повинна бути повністю закручена
в) встановити на місце проміжний карданний вал і вкрутити болти кріплення фланця і кронштейну підшипника проміжної опори			



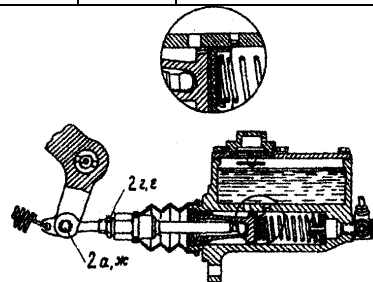
Перевірка стану і кріплення картеру головної передачі

1	Перевірити зовнішній стан картеру головної передачі			На поверхні картера редуктора не повинно бути тріщин і слідів підтікання пасла
2	Перевірити і при необхідності підтягнути.	6	Ключ накидний S = 17 мм	Болти повинні бути повністю вкручені
	а) болти кріплення муфти підшипників ведучої шестерні головної пари редуктора	1	Ключ гайковий накидний S = 17 мм	Болти повинні бути повністю вкручені

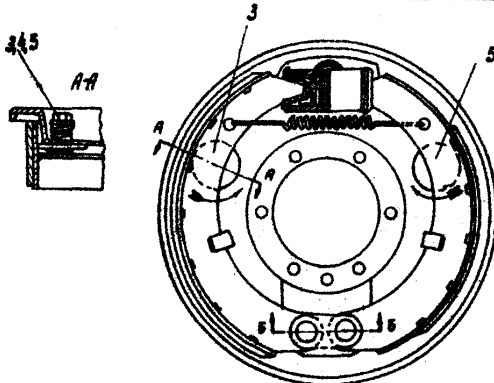
	б) болти кріплення редуктора	10	Ключ накидний S = 17 мм	Болти повинні бути повністю вкручені
	в) болт кріплення маслоприймальної трубки картера редуктора	1	Ключ гайковий S = 17 мм	Болти повинні бути повністю вкручені
	г) перевірити і при необхідності прочистити сапун	1	Ключ накидний S = 10 мм, проволока	Канал сапуна повинен бути чистим
	<p>Перевірити кріплення фланця ведучої шестерні головної пари заднього моста і у випадку необхідності провести підтягування в наступному порядку:</p> <p>а) від'єднати кардан від фланця ведучої шестерні, відкрутити гайки і вийняти болти кріплення фланця</p> <p>б) розшпінтувати гайку кріплення фланця ведучої шестерні</p> <p>в) закрутити гайку кріплення фланця ведучої шестерні</p>		<p>Ключ гайковий накидний S = 17 мм</p> <p>Пласкогубці</p>	<p>При погойдуванні карданного вала в радіальному напрямку не повинно бути помітного люфту фланця на ведучій шестерні</p> <p>Гайку затягнути до відказу</p>

3	<p>г) зашпінтувати гайку кріплення фланця ведучої шестерні</p> <p>д) встановити на місце карданний вал, вставити болти і закрутити гайки болтів кріплення фланця карданного вала</p>	4	<p>Ключ гайковий накидний S = 30 мм</p> <p>Пласкогубці</p> <p>Ключ гайковий S = 17 мм</p>	<p>Повторне використання шпінтів недопустиме</p> <p>Гайки повинні бути повністю вкручені</p>
 <p>Перевірка стану переднього моста</p>				
1	<p>Зовнішнім оглядом перевірте стан балки переднього моста</p>	1		<p>Балка переднього мосту повинна мати тріщин, деформацій</p>
2	<p>Підтягнути гайки стопорних штифтів шворнів</p>	2	<p>Ключ гайковий S = 19 мм</p>	<p>Гайки повинні бути повністю закручені</p>
3	<p>Перевірити осьовий зазор між поворотними кулаками і проушинами балки</p>	2	<p>Набір пластинчатих щупів</p>	<p>Зазор між кулаками і проушинами балки повинен бути не більше 0,15 мм</p>
4	<p>Замірити відстань між визначеними боковими точками переднього і заднього мостів і впевнитися у відсутності перекосів мостів</p>	4	<p>Шнур тканевий довжиною 5 м</p>	<p>Замірювати відстань слід як вздовж автомобіля, так і по діагоналі</p>

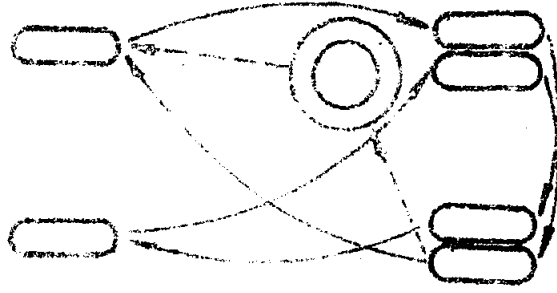
5	<p>Перевірити зазор між шківнем і втулками бобишки лівого кінця переднього мосту в наступному порядку:</p> <p>а) підняти передній міст</p> <p>б) закріпити стійку індикатора прибору на балці переднього моста і лівої опори</p> <p>в) розташувати ножку індикатора горизонтально і вперти її в нижню частину опорного гальмівного диску, всі ановити індикатор на "0"</p> <p>г) натиснути на верхню частину колеса і замітити показання індикатора</p> <p>д) повторити переходи 5а, б, в, г для правого кінця переднього мосту</p> <p>є) зняти прибор з передньої осі і опустити передній міст</p>	<p>1</p> <p>1</p> <p>1</p>	<p>Гідропідомник мод. 343А</p> <p>Прибор НИИАТ-1</p> <p>Гідропіддомник мод 343А, Прибор НИИАТ-1</p>	<p>Колеса повинні вільно обертатися</p> <p>Розділена навпіл величина зазору не повинна перевищувати 0,15 мм</p>
---	---	----------------------------	---	---



Перевірка і при необхідності регулювання вільного ходу педалі гальма

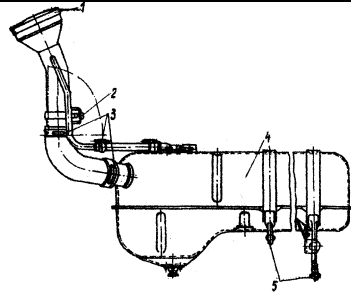
	ж) сумістити отвори стержня і педалі, поставити палець і зашпінтувати	1	Молоток 0,5 кг, Пласкогубці	
 <p>Повне регулювання ножного гальма</p>				
	Повне регулювання здійснюється тільки після розбирання і ремонту гальма або порушення концентричності робочих поверхонь гальмівних колодок і барабанів в результаті послаблення кріплення осей колодок			
1	Підняти задній міст автомобіля	1	Гідропідйомник моделі 434А	Колеса повинні вільно обертатися
2	Відкрутити на декілька обертів гайки опорних пальців колодок заднього гальма лівого заднього колеса	2	Ключ гайковий S = 24 мм, ключ для опорних пальців колодок гальма	При відкручуванні гайок опорні пальці повинно утримувати ключем

3	Встановити опорні пальці в початкове положення	2	Ключ для опорних пальців колодок гальма	Пальці повинно встановити мітками всередину
4	Натиснути на педаль гальма	1		Натискати на педаль гальма потрібно с постійною силою 12...16кг
5	Повернути опорні пальці в напрямку, зазначеному стрілками "Б"	2	Ключ для опорних пальців колодок гальма	Повертати опорні пальці до тих пір, поки нижня частина накладки колодки не впреться в гальмівний барабан
6	Затягнути гайки опорних пальців	2	Ключ гайковий S = 24 мм, ключ для опорних пальців колодок гальма	Утримувати пальці від прокручування, закрутити повністю гайки
7	Повернути регулювальні ексцентрики	2	Ключ гайковий накидний S=19 мм	Ексцентрики повертати до упору колодки в барабан
8	Відпустити гальмівну педаль	1		

9	Повернути ексцентрики в зворотному напрямку	2	Ключ накидний S= 19 мм	Ексцентрики повертати до тих пір, поки колесо не буде вільно обертатися
10	Повторити переходи 9, 7,6, 5,3,2 для правого заднього колеса			
11	Опустити задній міст автомобіля	1	Гідропідійомник моделі 434А	
12	Підняти передній міст	1	Гідропідійомник моделі 434А	
13	Повторити переходи 2-9 для передніх коліс			
 <p>Перестановка коліс</p>				
1	Перестановити колеса у відповідності зі схемою в такій послідовності	1		Запасне колесо переставляти в тому випадку, якщо його шина рівноцінна іншим
	а) підняти передній і задній мости автомобіля	2	Гідропідійомник моделі 434А	Запасне колесо переставляти в тому випадку, якщо його шина рівноцінна іншим
	б) відкрутити гайки кріплення передніх коліс, зняти колеса	12	Гайковерт моделі	Колеса повинні вільно

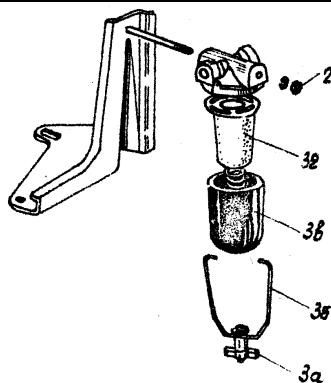
в) відкру гити зовнішні гайки кріплення правого зовнішнього колеса, зняти колесо і крейдою намітити місце його розташування	6	2460Н або ключ для гайок коліс, вороток, тележка для знімання коліс	обертатися Гайки кріплення лівого колеса мають ліву різьбу Гайки кріплення правого колеса мають праву різьбу
г) відкру гити зовнішні гайки кріплення правого внутрішнього колеса, зняти колесо і крейдою намітити місце його розташування	6	Гайковерт моделі 2460Н або ключ для гайок коліс, вороток, вороток, візок для знімання коліс	Гайки кріплення правого колеса мають праву різьбу
д) повторити переходи їв, г для лівих задніх коліс	2		
е) відкрутити запірну гайку кріплення запасного колеса і повернути валик зацілки кронштейна запасного колеса	1	Ключ для гайок коліс, вороток	
ж) відкрутити гайки болтів відкидного кронштейну запасного колеса, зняти колесо і крейдою намітити його розташування	2	Ключ для гайок коліс, вороток	

	<p>з) встановити і закріпити передні колеса автомобіля</p>	2	<p>Гайковерт моделі 2460Н або ключ для гайок коліс, вороток, тележка для знімання коліс</p>	<p>Гайки повинні бути повністю закручені</p>
	<p>і) встановити і закріпити задні колеса автомобіля</p>	4	<p>Гайковерт моделі 2460Н або ключ для гайок коліс, вороток, тележка для знімання коліс</p>	<p>Гайки повинні бути повністю закручені</p>
	<p>к) закріпити запасні колеса і відкидний кронштейн запасного колеса</p>	3	<p>Гайковерт моделі 2460Н або ключ для гайок коліс, вороток, вороток, візок для знімання коліс</p>	<p>Гайки повинні бути повністю закручені</p>



Перевірка етапу і кріплення бензинового баку

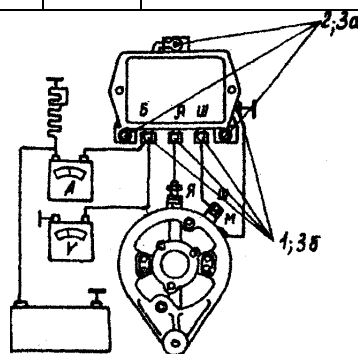
1	Зняти трубку бензинового бака з його наливної труби, перевірити її стан	1		Клапани (впускний і випускний) не повинні заїдати. Прокладка пробки не повинна мати пошкоджень
2	Перевірити кріплення і при необхідності затягнути гайки стрем'янки	2	Ключ гайковий S = 14 мм	Гайки повинні бути повністю закручені
3	Перевірити стан і кріплення з'єднувального шланга наливної труби бензинового бака і при необхідності підтягнути гвинти хомутів кріплення шланга	2	Викрутка	На поверхні шланга не повинно бути тріщин, розривів і скручувань
4	Перевірити оглядом стан бензинового бака	1		На поверхні бака не повинно бути підтікань бензину
5	Перевірити і при необхідності розшпінтувати, затягнути і зашпінтувати гайки хомутів кріплення бензинового бака	3	Пласкогубці, ключ гайковий S = 17 мм	Кріплення бензинового бака повинно бути надійним



Перевірка стану і кріплення фільтра тонкого очищення палива

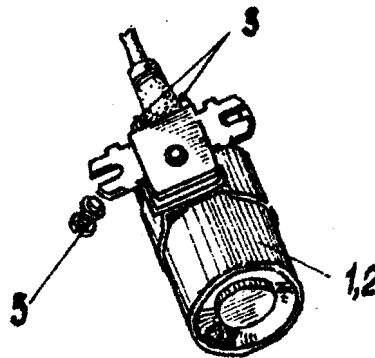
1	Перевірити кріплення і при необхідності підтягнути гайку шпильок і кріплення кронштейна до впускної труби	2	Ключ гайковий S = 14 мм	Гайка повинні бути повністю закручена
2	Перевірити кріплення і при необхідності затягнути гайки стрем'янки кріплення наливної труби бензинового бака	2	Ключ гайковий S = 14 мм	Гайки повинні бути повністю закручені
3	Зняти і промити фільтр тонкого очищення палива в наступній послідовності: а) послабити барашкову гайку зажимного гвинта б) зняти зі стакановідстійника коромисло фільтра тонкого очищення палива в) зняти стакановідстійник фільтра і пружину	1 1		

3	г) витягнути фільтруючий елемент тонкого очищення палива, промити його в чистому керосині і продути стиснутим повітрям	1 1	Ванна з керосином, кисть волосяна, пістолет для обдуву деталей стиснутим повітрям	На фільтруючому елементі не повинно бути залишків бруду
4	Скласти фільтр тонкого очищення палива в послідовності, обратної розбиранню, повторивши переходи а, б, в, г			
5	Заповнити фільтр тонкого очищення палива бензином, накачавши паливо важелем ручного підкачування бензинового насосу, і перевірити герметичність фільтра тонкого очищення	1		Підтікання палива не допускається

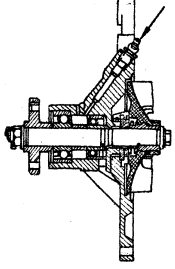


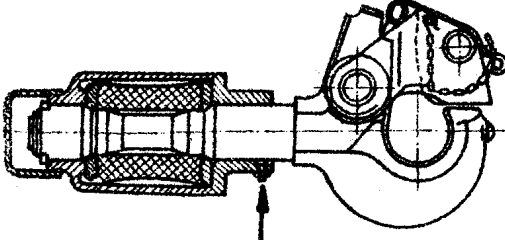
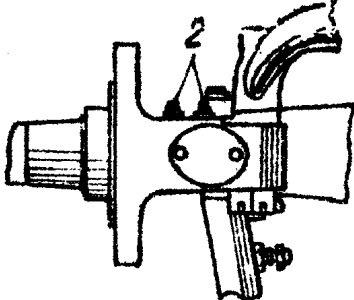
Знімання і встановлення реле-регулятора

1	Вигвинтити гвинти кріплення накінецьників дротів і від'єднати дроти	4	Викрутка	
2	Викрутити болти кріплення реле-регулятора, зняти реле регулятор і відправити в цех на перевірку	3	Ключ гайковий S = 10 мм	
3	Встановити на місце перевірений реле-регулятор в такій послідовності: А) викрутити болти кріплення реле-регулятора	3	Ключ гайковий S = 10 мм	Затяжка повинна бути надійною, але не повною
	Б) від'єднати накінецьники дротів "Б", "Я", "Ш" з відповідними клемми реле-регулятора, вигвинтити гвинти кріплення дротів	4	Викрутка	



Перевірка стану і кріплення котушки запалення

1	Очистити котушку запалення від пилу і бруду	1		Котушка повинна бути суха і не мати слідів бруду
2	Перевірити стан котушки запалення	1		Вм'ятини і розриви корпусу не допускаються
3	Перевірити затягування гайок клемових виводів і при необхідності підтягнути гайки	3	Ключ гайковий S = 9 мм	Затяжка гайок повинна забезпечувати надійний електричний контакт
4	Перевірити стан ізоляції дротів високої напруги (дротів свічок)	9		Ізоляція дротів не повинна мати порізів, розривів і інших пошкоджень
	Перевірити затяжку гвинтів кріплення котушки запалення до щитка передка	2	Викрутка	Гвинти повинні бути повністю затягнуті
				
Мащення підшипників водяного насосу				
1	Протерти пресмасльонку водяного насосу	1		
2	Надіти наконечник на пресмасльонку і змастити підшипник водяного насосу	1	Важільно-плунжерний шприц	Змастити до появи свіжого мащення з контрольного отвору. Змазка 1-13 ГОСТ 1631-61

3	Зняти накінецьник шприца з прес-масльонки і протерти її	1		
4	Видалити надлишок мащення	1		
 <p data-bbox="491 763 1230 801">Мащення стебла крюка буксирного пристрою</p>				
1	Зняти накінецьник роздаточного пістолету і видалити лишнє мащення	1		
 <p data-bbox="501 1435 1142 1473">Мащення шкворнів поворотних кулаків</p>				
1	Протетри прес-масльонки лівого шкворня поворотного кулака	2		
2	Надіти накінецьник роздаточного пістолету на прес-масльонку і виконати мащення шворню	2	Маслороздаточний пістолет	Солідол УС-2 або УС-1 ГОСТ 1033-51. Мащення виконувати до появи свіжого солідолу з зазору з'єднання

3	Зняти накінецьник з пресмасльонки і протерти її	2		
4	Повторити переходи 1,2,3 для правого шворня			

2.2 Щоденне обслуговування на прикладі системи живлення дизеля

Технічне обслуговування системи живлення дизелів проводимо у відповідності з розробленою технологічною картою (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 Технологічна карта ТО системи живлення дизеля

№ операції	Найменування операції	Зміст операції ТО	Обладнання інструмент, розчин	Норма часу, хв
При ЩО				
1	Слюсарна	Перевірити зовнішнім оглядом герметичність з'єднань паливопроводів і приладів	-	1,0
2	Слюсарна	Очистити прилади системи живлення від пилу і бруду	Ганчірря, щітки	2,5
3	Контрольна	Перевірити рівень палива в баці і при необхідності заправити автомобіль паливом	Паливозаправочна колонка	9,5
4	Контрольна	Перевірити рівень оливи в ПНВТ і регуляторі частоти обертів двигуна	-	2,5
5	Слюсарна	Злити відстій з фільтрів грубого і тонкого очищення палива в холодну пору року щодня, а в	Ключ гайковий 14x17, ємність для зливання	3,5

		літню – з періодичністю, що не допускає утворення відстою у кількості більше 0,1...0,15 л	відстою	
6	Слюсарні, контрольні	Згідно ЩО		30,5
7	Слюсарна	Змінити фільтруючі елементи фільтрів тонкого і грубого очищення палива і промити корпуси обох фільтрів	Комплект гакових ключів, викрутка, установка мийна, 2 % розчин ОП-10	8,0
8	Слюсарна	Перевірити справність і повноту дії механізму керування подачею палива	-	2,0
9	Слюсарна	Змінити оливу в муфті випередження впорскування палива і ПНВТ	Вороток, головка змінна 12, резервуар для зливання відпрацьованих оливи шприц мастильний	4,0
10	Контрольна	Перевірити кріплення і герметичність паливного баку зовнішнім оглядом	-	3,0
11	Регулювальна	При необхідності відрегулювати мінімальні оберти холостого ходу двигуна	Набір ключів гакових, викрутка	4,0
12	Слюсарна	Очистити сапун ПНВТ	Ганчір'я	2,5
13	Слюсарна	Промити паливні баки	2 % розчин ОП-10	30
Всього				118

2.3 Розрахунок та підбір обладнання

Число одиниць основного технологічного обладнання, в тому числі і верстатного визначаємо за формулою:

$$n_{об} = \frac{T_{см}}{\Phi_{од} \cdot \eta_z}, \quad (2.1)$$

$$n_{об} = \frac{7308}{1946,1 \cdot 0,9} = 3,57$$

Приймаємо 4 одиниці основного технологічного обладнання для виконання запланованого обсягу робіт по ЩО.

При проектуванні зони ЩО підбираємо таке обладнання, яке необхідне для виконання всіх видів робіт по ТО вітчизняних та зарубіжних автомобілів. Номенклатуру і кількість основного і допоміжного обладнання (верстати, стенди, верстаки та інше) для зони щоденного технічного обслуговування підбираємо за довідниками та каталогами технологічного обладнання.

Розраховане та прийняте необхідне обладнання для зони щоденного технічного обслуговування зводимо в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Специфікація технологічного обладнання зони ЩО

Найменування обладнання	Модель	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм	Площа одиниці, м ²	Споживана потужність, кВт	Позиція на кресленні
Ворота розпашні	-	4	3000x2000	6,0	-	1
Механізм відкривання воріт	-	4	1385x255x220	9,6	1,1	2
Конвеєр пульсуючий штанговий	-	1	Лівого виконання L=22,5 м V=14,5 м	-	2,2	3
Конвеєр пульсуючий штанговий	-	1	Правого виконання L=22,5 м V=14,5 м	-	2,2	4
Місток перехідний	-	6	1140x660x65	0,75	-	5
Пульт керування конвеєрами і воротами	-	1	1800x700x1120	1,26	-	6

Стілець під'ємно-поворотний	СК-2	1	470x470	0,22	-	7
Станок точильно-шліфувальний	ЗБ634	1	1000x665x1230	0,67	4,6	8
Станок вертикально-свердлильний одношпindelний	2Б125	1	950x650x2460	0,62	3,0	9
Прес монтажно-запресовочний	2135-1М	1	1470x640x2090	0,94	2,2	10
Пост 1						
Шафа для інструментів і приладів	-	2	1000x520x1825	1,22	-	11
Верстак слюсарний	-	2	1570x780x860	0,52	-	12
Ящик для відходів	-	2	407x320x570	0,13	-	13
Підставка під прилади пересувна	-	2	820x520x 917	0,43	-	14
Пристрій для відведення відпрацьованих газів	-	2	диам.54 L=2800	-	-	15
Прилад для перевірки контрольно-вимірвальних приладів	Э-204	2	380x240x 155	0,09	-	16
Прилад для перевірки автомобільного електрообладнання	Э-214	2	395x155x 265	0,06	-	17
Комплект приладів і інструментів для ТО акумуляторних батарей	Э-401	2	350x280x 340	0,10	-	18
Комплект інструментів для ТО електрообладнання на автомобілі	2443М	2	365x160x68	0,06	-	19
Пістолет для обдуву деталей стислим повітрям	199	1	220x78x180	0,02	-	20
Рамки з кронштейнами для технологічних карт	-	1	460x320x100	0,15	-	21

(комплект)						
Пост 2						
Підйомник канавний двостійковий електромеханічний	468	2	1600x600x1793		3,0	22
Колонка повітророздавальна автоматична	ЦКБ С-401	2	505x385x450	0,19	-	23
Шафа для інструментів і приладів	-	2	1570x780x860	0,52	-	24
Верстак слюсарний	-	2	1000x520x1825	1,22	-	25
Ящик для відходів	-	2	407x320x507	0,13	-	26
Стелаж-візок для коліс	-	2	900x800x604	0,79	-	27
Ванна пересувна для мийки маточин коліс	-	2	600x350x282	0,21	-	28
Гайковерт реверсивний	ИПЗ103	2	214x80x185	-	-	29
Комплект інструментів слюсаря-монтажника (малий)	I-131	4	360x160x160	0,06	-	30
Накінецьник з монометром для повітря- роздавального шлангу	458-M1	1	800x75x130	0,06	-	31
Пістолет для обдування деталей стисненим повітрям	199	2	220x78x180	0,02	-	32
Рамки з кронштейнами для технологічних карт (комплект)	-	1	460x320x100	0,15	-	33
Пост 3						
Підйомник канавний двостійковий електромеханічний	468	2	1600x600x1793	9,6	3,0	34
Шафа для інструментів і інвентарю	-	2	1000x520x1825	0,52	-	35
Верстак слюсарний	-	2	1000x520x1825	1,22	-	36

Ящик для відходів	-	2	407x320x570	0,13	-	37
Прилад для перевірки рульового керування автомобіля	НИИАТ К-187	2	245x160x110	0,04	-	38
Пістолет для обдування деталей стисненим повітрям	199	2	220x78x180	0,02	-	39
Комплект інструментів слюсаря-монтажника (малий)	I-131	4	360x160x160	0,06	-	40
Рамки з кронштейнами для технологічних карт (комплект)	-	1	406x320x100	0,15	-	41
Пост 4						
Колонка оливороздавальна для подачі моторної оливи	367МЗ	1	365x265x1120	0,10	-	42
Барабан з самомотуючим шлангом для подачі гіпоїдної оливи	349М	2	L=5000 500x172x630	0,05	-	43
Барабан з самомотуючим шлангом для подачі трансмісійних олив	349М	2	L=5000 500x172x630	0,05	-	44
Апарат для промивання системи мащення двигуна	ЦКБ 1147	1	1035x680x995	0,7	0,6	45
Механізм провертання карданного валу	-	2	650x906x865	0,59	0,6	46
Пристосування для зливання відпрацьованих олив	-	4	-	-	-	47
Ванна для промивання фільтрів	-	1	880x450x700	0,4	-	48
Шафа для інструментів і	-	2	1000x520x1825	0,52	-	49

інвентарю						
Верстак слюсарний	-	1	1570x780x860	0,52	-	50
Ящик для відходів	-	1	407x320x570	0,13	-	51
Ящик для зберігання чистої патлі	-	1	500x480x 750	0,24	-	52
Установка насосна для видачі відпрацьованих олив	P3-7,5	1	775x365x380	0,28	3,0	53
Резервуар для зливання відпрацьованих олив	-	2	V=1 м ³ Диам.=1000 L=1200	-	-	54
Рамки з кронштейнами для технологічних карт (комплект)	-	1	406x320x100	0,15	-	55
Пристрій для відведення відпрацьованих газів	-	2	Диам.=40 L=2800	-	-	56
Всього	-	97		101,4	25,5	

Заправка автомобілів моторною оливою з одночасним вимірюванням разової відпустки і сумарної видачі масла проводиться оливороздавальною колонкою.

Для заправки автомобілів трансмісійними мастилами в нішах оглядових каналів встановлені самонамотуючі барабани зі шлангами 43, 44, моделі 349М.

Подача трансмісійних олив до барабанів забезпечується насосними установками 3119Б.

Для зливання відпрацьованих олив передбачені:

- пристрій для зливу олив 47;
- два резервуари для збору моторного і трансмісійного масла 54, ємкістю 1 м²;
- насосна установка для видачі відпрацьованих олив 53. Для забезпечення доступу до точок змащування карданного валу на конвеєрній лінії змонтований спеціальний механізм барабанного типу з електромеханічним приводом 46.

Апарат для промивки оливосистем двигунів 23, моделі ЦКБ-1147 забезпечує подачу в двигун малов'язкої промивальної оливи, відкачування її з

двигуна і очищення для повторного використання.

2.4 Розрахунок площі виробничої зони ЩО

Розрахунок площі зони ТО за формулою:

$$F_n = f_o \cdot K_s, \quad (2.2)$$

Для зони ТО $K_s = 4$.

Тоді:

$$F_n = 101,4 \cdot 4,5 = 405,6 \text{ м}^2, \quad \text{приймаємо } F_n = 400 \text{ м}^2.$$

Висота приміщень дільниці повинна бути не менше 4,2 м.

Ширина оглядової ями з урахуванням конвеєра 1,1 м, глибина 1,4 м.

2.5 Техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки

Витрати на виготовлення конструкції розраховуємо по формулі:

$$C_{ц.кон} = C_{к.д.} + C_{о.д.} + C_{н.д.} + C_{сб.н.} + C_{он}.$$

Вартість виготовлення корпусних деталей визначаємо по формулі:

$$C_{к.д.} = Q \cdot C_{т.д.}$$

$$Q_1 = 1 \text{ кг}; \quad Q_2 = 0,61 \text{ кг}; \quad Q_3 = 0,975 \text{ кг},$$

$$C_{т1} = 1,5 \text{ грн.}; \quad C_{т2} = 0,8 \text{ грн.}; \quad C_{т3} = 0,9 \text{ грн.},$$

$$C_{к.д.} = (1 \cdot 1,5) + (0,61 \cdot 0,8) + (0,975 \cdot 0,9) = 2,86 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення оригінальних деталей визначаємо по формулі:

$$C_{о.д.} = C_{пр.н} + C_m.$$

Повна заробітна плата

$$C_{пр.н.} = C_{пр} + C_{\partial} + C_{соц}.$$

Визначаємо основну заробітну плату виробничих робочих

$$C_n = t_{cp} \cdot C_{ч} \cdot K_{\partial}.$$

Додаткова заробітна плата

$$C_{\partial} = 20 \cdot C_{пр} / 100.$$

Нарахування по соціальному страхуванню

$$C_{соц} = 37(C_{пр} + C_{д})/100.$$

Вартість матеріалу заготовок визначаємо по формулі:

$$C_{м} = Ц \cdot Q_3.$$

Розрахунки зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Витрати на виготовлення оригінальних деталей

Найменування деталей	$C_{пр.1}$	$C_{д}$	$C_{соц}$	$C_{пр.п}$	Ц	Q_3	$C_{од}$
Опора	0,22	0,52	0,29	0,86	0,835	0,52	0,47
Вісь ролика	1,34	0,032	0,18	0,53	0,835	0,32	0,49
Ролик	0,22	0,052	0,29	0,86	1,81	0,52	0,34
Втулка	0,22	0,052	0,29	0,86	0,835	0,052	0,67
Гвинт	0,13	0,032	0,18	0,53	0,835	0,32	0,06
Шток	0,22	0,052	0,29	0,86	0,835	0,52	0,51
Разом	2,72						4,72

Витрати на виготовлення оригінальних деталей складають

$$C_{од.} = 4,72 \text{ грн.};$$

$$C_{доп.} = 250 \text{ грн.}$$

Основну заробітну платню виробничих робочих, зайнятих на збиранні конструкції, розраховуємо по формулі:

$$C_{сб.к} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot K_t,$$

$$T_{сб} = K_c + \sum t_{сб},$$

$$\sum t_{см} = 16,65 \text{ люд-г}$$

$$T_{сб} = 1,08 \cdot 16,65 = 17,98 \text{ люд.-г},$$

$$C_{сб.к.} = 17,98 \cdot 6,7 = 120,5 \text{ грн},$$

$$C_{доп} = 0,2 \cdot 120,5 = 24,1 \text{ грн},$$

$$C_{соц} = 0,37 \cdot (120,5 + 24,1) = 45,5 \text{ грн},$$

$$120,5 + 24,1 + 45,5 = 190,1 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення деталей складуть:

$$C_{\kappa} = C_{\kappa.д.} + C_{o.д.} + C_{np.n} + C_{cb} + C_{м.я.ц.} = 2,86 + 250 + 4,5 + 4,72 + 190,1 = 452,2 \text{ грн.}$$

Отже, основна заробітна плата за це складає:

$$Z_o = \frac{t_{um} \cdot Z_{год}}{60} = \frac{25 \cdot 6,23}{60} \cdot 1,05 = 1,51 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата складає:

$$Z_o = Z_o \cdot K_o = 1,51 \cdot 0,2 = 0,30 \text{ грн.}$$

Відрахування до фондів соціального страхування складають:

$$B_{соц} = (Z_o + Z_o) \cdot K_c = (1,51 + 0,30) \cdot 0,37 = 0,67 \text{ грн.}$$

$$Z_n = Z_o + Z_o = 1,51 + 0,30 = 1,81 \text{ грн.}$$

Загальноцехові витрати складають:

$$B_{цех} = \frac{K_y \cdot Z_n}{100} = \frac{150 \cdot 1,81}{100} = 2,72 \text{ грн.}$$

Знаходимо економію по зарплаті за формулою:

$$E_{zn} = (Z_n + B_{соц} + B_{цех}) \cdot D_n = (1,81 + 0,67 + 2,72) \cdot 253 = 1315,6 \text{ грн.}$$

$$D_n = 253 \text{ дні.}$$

Річний економічний ефект від заміни базового циліндричного редуктора на спроектований складає:

$$E_{\phi} = E_{zn} + E_m - 0,15 \cdot C_{ред},$$

Щоб визначити ціну спроектованого редуктора, так як в ньому застосовуються оригінальні деталі, треба провести розрахунок витрат на проектування та виготовлення спеціального оснащення. Отже знаходимо витрати на проектні роботи за формулою:

$$B_{np} = T_{np} \cdot \Gamma_{см} \cdot \left(1 + \frac{H_{\partial n}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{\partial}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_c}{100}\right) \cdot K_{нвк},$$

$$\Gamma_{см} = 7,98 \text{ грн.};$$

$$H_{\partial n} = 15\%;$$

$$H_{\partial} = 20\%;$$

$$H_c = 37\%;$$

$$K_{нвк} = 1,5.$$

Трудомісткість проектних робіт може бути визначена слідуючим чином:

$$T_{np} = T_{зв} + T_{дет} \cdot K_{дет},$$

$$T_{зв} = 12 \text{ год};$$

$$T_{дет} = 2 \text{ год}.$$

$$T_{np} = 12 + 2 \cdot 6 = 24 \text{ год}.$$

Витрати на проектні роботи становлять:

$$B_{np} = 24 \cdot 3,98 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{37}{100}\right) \cdot 1,5 = 270,88 \text{ грн.}$$

Знаходимо витрати на технологічне проектування за формулою:

$$B_{mn} = T_{mn} \cdot \Gamma_{мс} \cdot \left(1 + \frac{H_{дн}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{д}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{с}}{100}\right) \cdot K_{нв},$$

$$\Gamma_{мс} = 6,65 \text{ грн};$$

$$K_{нвк} = 1,5.$$

Трудомісткість технологічних робіт може бути визначена слідуючим чином:

$$T_{mn} = T_{н} \cdot K_{дет},$$

$$T_{н} = 5 \text{ год}.$$

$$T_{mn} = 5 \cdot 6 = 30 \text{ год}.$$

Отже витрати на технологічне проектування становлять:

$$B_{mn} = 30 \cdot 3,65 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{37}{100}\right) \cdot 1,5 = 310,53 \text{ грн.}$$

Визначаємо витрати на матеріали за формулою:

$$B_{м} = \sum \frac{H_{г} \cdot \Pi_{м} \cdot K_{мз}}{1000},$$

$$K_{мз} = 1,05.$$

$$B_{м} = \frac{5 \cdot 5600 \cdot 1,05}{1000} + \frac{15 \cdot 4200 \cdot 1,05}{1000} = 95,55 \text{ грн.}$$

Витрати на куповані деталі розраховуємо за формулою:

$$B_{нв} = \sum K_{кв} \cdot \Pi_{кв} \cdot K_{мз},$$

$$B_{нв} = 4 \cdot 2,50 \cdot 1,05 + 4 \cdot 1 \cdot 1,05 + 2 \cdot 1 \cdot 1,05 + 4 \cdot 12 \cdot 1,05 + 1 \cdot 1 \cdot 1,05 + 1 \cdot 0,5 \cdot 1,05 = 68,775 \text{ грн.}$$

Витрати по оплаті праці робочих за виготовлення редуктора знаходимо за формулою:

$$B_{zn} = T_{вир} \cdot K_{вир} \cdot \Gamma_{мс} \cdot \left(1 + \frac{H_{дн}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{д}}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{H_{с}}{100}\right),$$

$$\Gamma_{мс} = 5,67 \text{ грн.}$$

Знаходимо трудомісткість виготовлення редуктора за формулою:

$$T_{вир} = \sum^k T_{дет} \cdot K_{дет} + T_{скл},$$

$$T_{дет} = 2 \text{ год};$$

$$T_{скл} = 1 \text{ год.}$$

$$T_{вир} = 6 \cdot 6 + 1 = 37 \text{ год.}$$

Отже витрати по оплаті праці робочих за виготовлення редуктора становлять:

$$B_{zn} = 37 \cdot 2 \cdot 4,20 \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{20}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{37}{100}\right) = 587,6 \text{ грн}$$

Знаходимо накладні витрати інструментального цеху за формулою:

$$B_{нв} = B_{zn} \cdot \frac{H_{нв}}{100},$$

$$H_{нв} = 150\%.$$

$$B_{нв} = 587,6 \cdot \frac{150}{100} = 881,4 \text{ грн.}$$

Сума перелічених витрат утворює собівартість проектування та виготовлення редуктора:

$$C_p = B_{пр} + B_{мн} + B_{м} + B_{кв} + B_{zn} + B_{нв} = 270,88 + 310,53 + 95,55 + 68,775 + 587,60 + 881,4 = 2214,74 \text{ грн.}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування необхідності розробки пристрою для переміщення автомобіля

На сучасних автотранспортних та авторемонтних підприємствах роботи по технічному обслуговуванню та виконуються поточним методом. Для забезпечення технологічного процесу технічного обслуговування на дільниці заплановано розробку пристрою для переміщення автомобіля по дільниці від одного поста до іншого.

Даний пристрій необхідний щоб виключити пуск двигуна в приміщенні при переміщенні автомобіля, а також прискорити та механізувати процес технічного обслуговування.

3.2 Будова пристрою

Пропонується в якості пристрою прототипу використати ланцюговий конвеєр, як найбільш конструктивно простий та надійний. Ці переваги дозволяють використовувати ланцюгові конвеєри на дільницях та цехах з підвищеною забрудненістю.

Пристрій для переміщення автомобілів складається з:

- електродвигуна;
- редуктора;
- тягового шківа;
- ланцюга;
- натяжного пристрою;
- направляючих для коліс автомобіля.

Каркас пристрою виготовлено з кутиків, швелерів все це розміщено на дільниці мийки в підлозі і він одночасно є несучим елементом.

У верхній частині установки знаходиться плочинка з електродвигуном, ланцюгової передачі, циліндричним редуктором і тяговим шківом. Шків встановлений в підшипникових опорах, крутний момент на вал шківа

передається ланцюговою передачею. Крутний момент від двигуна до циліндричного редуктора передається через запобіжну муфту. У випадку перенавантаження установки, проходить зріз запобіжного штифта і обертання шківів припиняється.

Конструкція конвеєра, що пропонується дозволяє транспортувати автомобіль як у зібраному стані так і при знятих колесах. В цьому випадку автомобіль необхідно встановлювати на спеціальні підставки, які опираються безпосередньо на ланцюги, що слугують тягнучим елементом.

3.3 Порядок роботи установки

Автомобіль який поступає на дільницю технічного обслуговування зачеплюється ланцюгом при в'їзді на дільницю, вмикається тяговий пристрій. Крутний момент що створюється електричним двигуном змінюється за величиною за допомогою двоступеневого циліндричного зубчатого редуктора. З вихідного кінця редуктора зусилля передається на тяговий барабан, далі на ланцюг.

Поступово переміщуючись по дільниці автомобіль проходить весь технологічний технічного обслуговування.

3.4 Розрахунок елементів конструкції

Для приводу шківів тягового пристрою найбільш доцільно використовувати трифазний асинхронний коротко замкнений електродвигун серії 4А. враховуючи невисоку частоту обертання шківів і велике передаточне число в кінематичній схемі установки необхідна установка циліндричного редуктора. Для зменшення передаточного числа циліндричної передічі, поліпшення плавності роботи приладу запобігання механізмів від різких коливань навантаження в кінематичну схему введена ланцюгова передача.

З метою запобігання приводу від поломок при перенавантаженні між двигуном та валом циліндричного редуктора встановлюється запобіжна муфта із зрізним штифтом.

Кінематична схема установки представлена на рис. 3.1

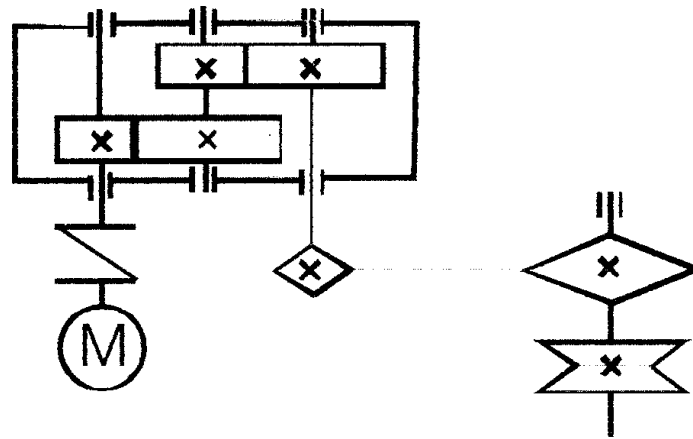


Рис. 3.1 - Кінематична схема приводної станції установки для переміщення автомобіля.

3.5 Розрахунок приводу установки

Загальний розрахунок приводу установки можна розбити на наступні етапи: вибір електродвигуна; розрахунок редуктора; компоновання редуктора; попередній розрахунок валів редуктора; розрахунок ланцюгової передачі; геометричний розрахунок шківів; розрахунок підшипників на довговічність; уточнювальний розрахунок приводного вала; розрахунок муфти.

Вибір двигуна

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_{з.ц.}^2 \cdot \eta_l \cdot \eta_{н.н.}^4 = 0,99 \cdot 0,97^2 \cdot 0,92 \cdot 0,993^4 = 0,833,$$

$$\eta_m = 0,99;$$

$$\eta_{з.ц.} = 0,97$$

$$\eta_l = 0,92$$

$$\eta_{н.н.} = 0,993.$$

Частота обертання вихідного вала привода

$$n_6 = \frac{60000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{60000 \cdot 0,083}{3,14 \cdot 120} = 13,3.$$

$$V = 5 \text{ м/хв} = 0,083 \text{ м/с};$$

$$D = 120 \text{ мм.}$$

Потужність вихідного вала привода:

$$P_6 = F \cdot V = 15 \cdot 0,083 = 1,25 \text{ кВт}$$

$$F=1500 \text{ кгс} = 15\text{кН}.$$

Необхідна для приводу розрахункова потужність вала двигуна.

$$P_n = \frac{P_e}{\eta} = \frac{1,25}{0,083} = 1,5. \text{ кВт}$$

Приймаємо двигун 4A100LB8Y3 по ГОСТ 19523 -81:

- потужність вала двигуна, $P_{об}=1,5 \text{ кВт}$
- частота обертів вала двигуна, $n_{дв}=700 \text{ об/хв.}$
- короткочасне перевантаження, $T_{тах}/T_{ном}=1,7.$

Передаточне число привода:

$$U = \frac{n_{дв}}{n_6} = \frac{700}{13,3} = 52,8.$$

Приймаємо передаточне число редуктора

$$U_p = U_{ш} \cdot U_T = 20.$$

$$U_{\phi} = (1,1 \dots 1,15) \sqrt{U_p} = (1,1 \dots 1,15) \sqrt{20} = 4,9 \dots 5,1$$

Приймаємо: $U_{\phi} = 5.$

$$U_T = \frac{U_p}{U_{ш}} = \frac{20}{5} = 4..$$

Передаточне число ланцюгової передачі:

$$U_{лан} = \frac{U}{U_p} = \frac{52,8}{20} = 2,64.$$

Частоти обертання валів привода:

$$n_{II} = n_I = n_{дв} = 700. \text{ об/хв.}$$

$$n_{III} = \frac{n_{II}}{U_{\phi}} = \frac{700}{5} = 140 \text{ об/хв.}$$

$$n_{IV} = \frac{n_{III}}{U_T} = \frac{140}{4} = 35 \text{ об/хв.}$$

$$n_V = \frac{n_{IV}}{U_{лан}} = \frac{35}{2,64} = 13,3. \text{ об/хв.}$$

Кутові швидкості валів привода:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 700}{30} = 73,3 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{II} = \omega_I = 73,3 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{III} = \frac{\pi \cdot n_{III}}{30} = \frac{3,14 \cdot 140}{30} = 14,66 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{IV} = \frac{\pi \cdot n_{IV}}{30} = \frac{3,14 \cdot 35}{30} = 3,67$$

$$\omega_V = \frac{\pi \cdot n_{IV}}{30} = \frac{3,14 \cdot 13,3}{30} = 1,39$$

Потужності валів привода:

$$P_1 = P_H = 1,5. \text{ кВт.}$$

$$P_{II} = P_I \cdot \eta_m \cdot \eta_{II.II.} = 1,5 \cdot 0,99 \cdot 0,993 = 1,47. \text{ кВт.}$$

$$P_{III} = P_{II} \cdot \eta_{з,ч} \cdot \eta_{II.II.} = 1,47 \cdot 0,97 \cdot 0,993 = 1,42. \text{ кВт.}$$

$$P_{IV} = P_{III} \cdot \eta_{з,ч} \cdot \eta_{II.II.} = 1,42 \cdot 0,97 \cdot 0,993 = 1,37. \text{ кВт.}$$

$$P_V = P_{IV} \cdot \eta_{лан} \cdot \eta_{II.II.} = 1,37 \cdot 0,92 \cdot 0,993 = 1,25. \text{ кВт.}$$

Крутні моменти на валах привода:

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{1500}{73,3} = 20,5. \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$T_{II} = \frac{P_{II}}{\omega_{II}} = \frac{1470}{73,3} = 20,1. \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$T_{III} = \frac{P_{III}}{\omega_{III}} = \frac{1420}{14,66} = 97. \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$T_{IV} = \frac{P_{IV}}{\omega_{IV}} = \frac{1370}{3,67} = 374. \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$T_V = \frac{P_V}{\omega_V} = \frac{1250}{1,39} = 900. \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розрахунок редуктора:

Розрахунок передач редуктора ведемо по [9].

Вибір матеріалів деталей

Приймаємо для виготовлення шестерні та колеса обох ступенів, для зменшення номенклатури, сталь 40Х (поліпшення) зі наступними механічними характеристиками:

- для колеса:

$$\sigma_B = 830 \text{ Н/мм}^2; \sigma_T = 690 \text{ Н/мм}^2; \text{HB}_2250.$$

- для шестерні:

$$\sigma_B = 930 \text{ Н/мм}^2; \sigma_T = 690 \text{ Н/мм}^2; \text{HB}_2270.$$

Допустимі контактні напруження: Границі контактної витривалості:

для шестерні швидкохідної та тихохідної ступені:

$$\sigma_{H1mb1} = 2 HB + 70 = 2 \cdot 270 + 70 = 610 \text{ Н/мм}^2.$$

для коліс:

$$\sigma_{H1mb2} = 2 \cdot 250 + 70 = 570 \text{ Н/мм}^2.$$

Еквівалентне число циклів зміни напружень для колеса тихохідної ступені:

$$N_{He} = 60 \cdot n_{IV} \cdot L_h = 60 \cdot 35 \cdot 14000 = 2,94 \cdot 10^7.$$

$L_h = 14000$ год.

Так як $N_{He} > N_{Ho} = 1,5 \cdot 10^7$, приймаємо коефіцієнт довготривалості $K_{HL} = 1$.

Для шестерні $K_{HL} = 1$, так як $4N_{He} > N_{Ho} = 1,8 \cdot 10^7$.

Допустимі контактні напруження при $S_H = 1,1$ для колес, підвергнутих нормалізації:

для шестерні:

$$[\sigma_f]_1 = \frac{\sigma_{f1mb1}}{S_{f1}} \cdot K_{HL1} = \frac{610}{1,1} \cdot 1 = 555 \text{ Н/мм}^2.$$

для коліс:

$$[\sigma_f]_2 = \frac{\sigma_{f1mb2}}{S_{f2}} \cdot K_{HL2} = \frac{570}{1,1} \cdot 1 = 518 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахунок робимо по $[\sigma_H]$ найменшому.

Допустимі напруження на згин:

для шестерні обох ступеней:

$$\sigma_{Fmb1} = 260 + HB_1 = 260 + 270 = 530 \text{ Н/мм}^2.$$

для коліс:

$$\sigma_{Fmb2} = 260 + 250 = 510 \text{ Н/мм}^2.$$

Допустимі напруження при $S_F = 2$ та $K_{FC} = 1$:

$$[\sigma_F]_1 = \frac{\sigma_{Fmb1}}{S_{F1}} \cdot K_{FC1} = \frac{530}{2} \cdot 1 = 265 \text{ Н/мм}^2.$$

$$[\sigma_F]_2 = \frac{\sigma_{Fmb2}}{S_{F2}} \cdot K_{FC2} = \frac{510}{2} \cdot 1 = 255 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахунок швидкості передачі:

Дільний діаметр шестерні:

$$d_1 = 770 \cdot \sqrt[3]{\frac{\dot{O}_i \cdot K_{HB} \cdot (U_\phi + 1)}{\varphi_{bd} \cdot [\sigma_i] \cdot U_\phi}} = 770 \cdot \sqrt[3]{\frac{20,1 \cdot 1,08 \cdot (5 + 1)}{1,12 \cdot 518^2 \cdot 5}} = 34,1 \text{ мм.}$$

Робоча ширина коліс:

$$bw_1 = \varphi_{bd} \cdot d_1 = 1,12 \cdot 34,1 = 38,2 \text{ мм.}$$

Приймаємо:

$$bw_1 = 40 \text{ мм.}$$

Модуль:

$$m = \frac{bw_1}{\varphi_m} = \frac{40}{20} = 2 \text{ мм.}$$

Приймаємо: $m=2$ мм

Число зубів шестерні та колеса:

$$Z_1 = \frac{d_1}{m} = \frac{34,1}{2} = 17,05 ;$$

Приймаємо: $Z_1=18$

$$Z_2 = U \cdot Z_1 = 3,5 \cdot 18 = 62,7$$

Приймаємо: $Z_2=63$

Діаметри коліс:

$$d_1 = m \cdot Z_1 = 2 \cdot 18 = 36 \text{ мм.}$$

$$d_2 = m \cdot Z_2 = 2 \cdot 63 = 126 \text{ мм.}$$

$$da_1 = d_1 + 2 \cdot m = 36 + 2 \cdot 2 = 40. \text{ мм.}$$

$$da_2 = d_2 + 2 \cdot m = 126 + 2 \cdot 2 = 130. \text{ мм.}$$

$$df_1 = d_1 - 2,5 \cdot m = 36 - 2,5 \cdot 2 = 31 \text{ мм.}$$

$$df_2 = d_2 - 2,5 \cdot m = 126 - 2,5 \cdot 2 = 121 \text{ мм.}$$

Міжосьова відстань:

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{36 + 126}{2} = 76 \text{ мм.}$$

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Фізичне обґрунтування механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів

При проходженні інтервалу температур поліморфного $\gamma \leftrightarrow \alpha$ перетворення ($\sim 720^\circ\text{C}$) під дією зовнішньої сили спостерігається швидке збільшення деформації, напрям якої співпадає з напрямом діючих на зразок напружень []. Матеріал при цьому знаходиться в невірноваженому стані і володіє властивістю механічної нестійкості. Під механічною нестійкістю розуміють часткову або повну втрату здатності матеріалу протидіяти прикладеним навантаженням. Одним із тривіальних видів такої механічної нестійкості є звичайна пластична деформація і руйнування металевих матеріалів.

У станах металів і сплавів, що суттєво віддалені від врівноваження є сенс говорити про існування метастабільних фаз. В твердих сплавах фази відрізняються в першу чергу кристалічною структурою і, як наслідок, – фізичними і механічними властивостями. Якщо розглядати фазовий перехід в широкому розумінні слова, то це якісні зміни матеріалу взагалі, які відбуваються в системі при зміні зовнішніх умов, наприклад, зміни температури, тиску, складу.

Фазові перетворення матеріалів, що знаходяться в кристалічному (твердому) стані мають два специфічних фактори: фактор пружної енергії та фактор обмеженої дифузійної рухливості атомів у кристалі [].

Фактор пружної енергії передбачає те, що зміна вільної енергії ΔW при утворенні нової фази в кристалічному середовищі, крім зміни об'ємної енергії $(\varphi_2 - \varphi_1)V$ і енергії міжфазних границь $W_{\text{поверх}}$, повинна обов'язково включати енергію поля напружень $W_{\text{пруж}}$, які характеризують пружний опір середовища при рості нової фази:

$$\Delta W = (\varphi_2 - \varphi_1)V + W_{\text{поверх}} + W_{\text{пруж}}, \quad (4.1)$$

Зазначимо, що фактор пружної енергії разом з граничною енергією визначають морфологію, орієнтацію та взаємне розташування частин нової фази в ході їх утворення і росту.

Обмежена дифузійна рухливість атомів дозволяє одержувати метастабільні (нестійкі стани, що мають можливість існування на протязі достатньо великого проміжку часу) або лабільні (абсолютно нестійкі) стани і визначає можливість кооперативного руху сукупності атомів. Це принципово відрізняється від процесів, що протікають в умовах високої дифузійної рухливості, які беруть участь у фазовому перетворенні атомного ансамблю. В останньому випадку рух кожного атому індивідуальний і слабо пов'язаний із напрямленим рухом його найближчих сусідів при структурно-фазових переходах. Характерним є те, що величина стрибка атому із одного положення рівноваги в інші співрозмірна з відстанями між атомами в кристалічній решітці.

При обмежені дифузійної рухливості атомів, що має місце при зниженні температури, дифузійний характер фазового перетворення поступово змінюється на бездифузійний, кооперативний. Кооперативний характер руху атомів при відсутності (або слабкому розвитку) релаксаційних процесів має особливий механізм перетворення кристалічної решітки – мартенситний. Однак набір таких узгоджених і спрямованих зміщень на макроскопічних відстанях приводить до макроскопічних переміщень нової фази по відношенню до вихідної.

Отже, другий фактор – фактор обмеженої дифузійної рухливості атомів у кристалі – визначає кінетику фазового переходу та два його типи дифузійний і мартенситний.

При дифузійному перетворенні, переміщення атомів спостерігається на відстань, що суттєво перевищує міжатомні. Окремі акти переходу атомів через поверхні розділу нової і старої фаз, при цьому ніяк не пов'язані один з одним.

При мартенситному перетворенні абсолютне зміщення кожного атому відносно свого первісного положення помітно менше міжатомних відстаней, але кооперативний характер процесу обумовлює макроскопічні зміщення одної частини кристалу матриці відносно іншої.

Проходження температурного інтервалу фазового перетворення при накладанні полів напружень (менших границі напруженості сплаву) супроводжується пластичною (залишковою) деформацією. При цьому вважають, що деформація здійснюється, в основному, не за рахунок руху і

розмноження дислокацій, а з урахуванням інших механізмів, обумовлених специфікою протікання фазового перетворення в деяких умовах його реалізації. Це явище є так званою пластичністю, наведеною перетворенням або “ефект пластичних перетворень” (ЕПП).

На (рис. 4.1) відображено двократне проходження процесу деформації на температурному інтервалі фазового перетворення $T_{\phi} \pm \Delta T$, а також ефект перетворення, що відбувається під навантаженням, меншим від границі міцності (γ_s), при дифузійному механізмі фазового перетворення.

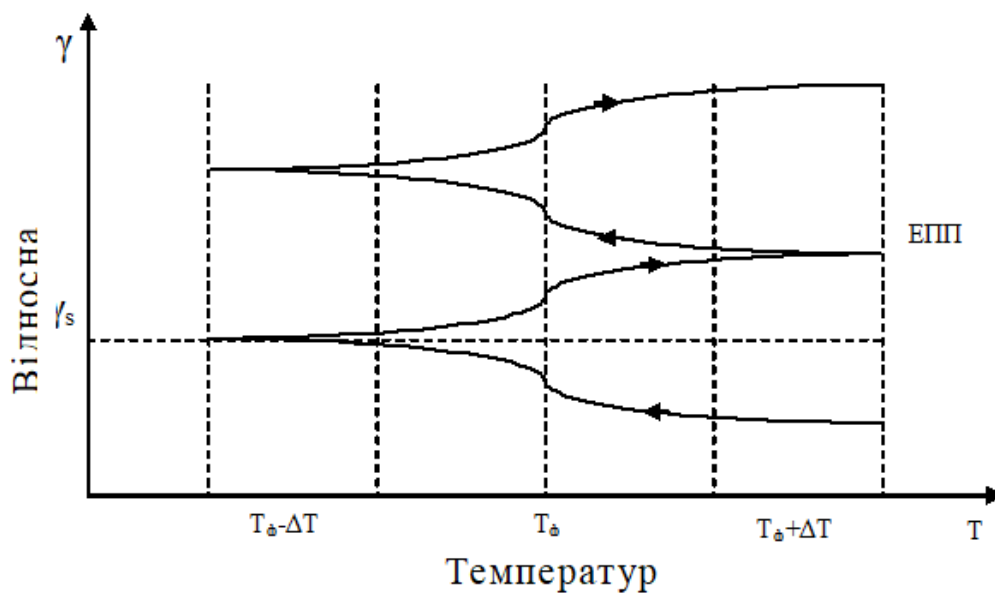


Рис. 4.1. Характер зміни відносної деформації матеріалу деталі на температурному інтервалі фазового перетворення під навантаженням і дифузійному насичені (ефект пластичного перетворення).

Вважається, що в кристалічних тілах при перетвореннях дифузійного типу в процесі нагрівання й охолодження перехід атомів однієї конфігурації до іншої супроводжується розвитком старих атомних зв'язків з виникненням нових, які відповідають іншому просторовому розміщенню атомів, тобто новому топологічному порядку. Це приводить до часткових втрат несучої здатності металу, що знаходиться в полі дії напружень і температур. Характерним є і те, що відносна деформація при цьому суттєво більша деформації (γ_s), яка керується рухом і розмноженням дислокацій, наведених фазовим перетворенням.

Багатократне проходження матеріалу під навантаженням інтервалу температур фазової перебудови супроводжується накопиченням деформації при кожному акті механічної неврівноваженості.

Таким чином, при фазових перетвореннях матеріал спонтанно деформується при дії навантажень, менших границі пружності. Матеріал при цьому втрачає свою механічну стійкість чи механічну стабільність.

Принципово інші механізми механічної спонтанної деформації реалізуються при мартенситному типі фазових перетворень в полі напружень. Накладання зовнішнього поля напружень орієнтує мартенситні кристали при їх виникненні і рості. Це створює деякі переважні напруження зсуву і в підсумку макроскопічну деформацію, напрям якої обумовлено схемою навантаження матеріалу, градієнтом поля напружень. Оскільки мартенситні перетворення здійснюються спрямованим зміщенням атомів, легко уявити, що напруження, які прикладаються, сприяють такому перетворенню.

В неврівноважених умовах протікання мартенситні перетворення мають деякі специфічні особливості. Міжатомні відстані в спряжених площинах старої та нової фаз дуже близькі одна до одної. Це забезпечує плавний перехід від кристалічної решітки одної фази до кристалічної решітки іншої. Такі межі розділу між фазами називають когерентними. Когерентні межі під дією напружень легко зміщуються від одного положення до іншого. При знятті навантаження вони повертаються в попередній стан. Мартенситні перетворення такого типу називають термопружними.

Термопружні мартенситні перетворення в полі напружень супроводжуються крім ЕПП й іншими незвичайними механічними ефектами, зокрема ефектом пам'яті форми (ЕПФ). Більш детальний розгляд цього питання проведено в роботі [].

Сутність ЕПФ полягає в тому, що при нагріві деяких сплавів, які пройшли при охолодженні інтервал фазового перетворення під навантаженням, тобто в сплавах, в яких був реалізований ЕПП, спостерігається при нагріванні деформація, протилежна за знаком від деформації при ЕПП. Звичайно, зворотня деформація при циклі навантаження-розвантаження не перевищує 0,1%. В сплавах з ЕПФ вона досягає 10-13% (рис. 4.2).

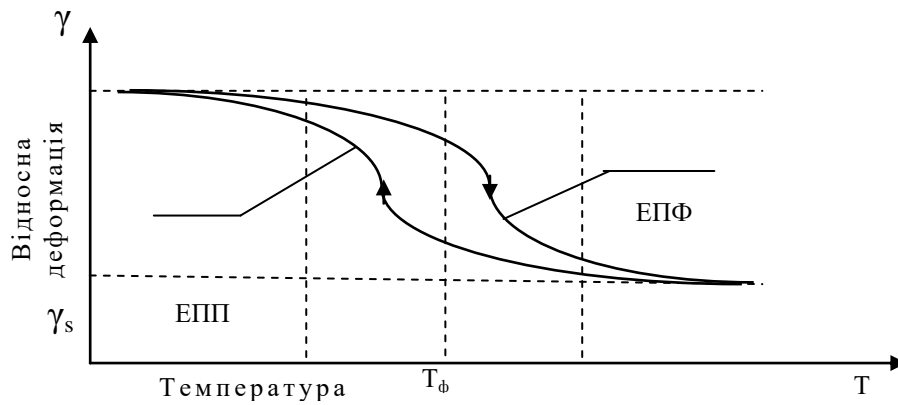


Рис. 4.2. Залежність відносної деформації при реалізації ефектів ЕПП і ЕПФ.

Природа цього явища основана на русі атомів сплаву при зворотному мартенситному перетворенні по траєкторії «точно назад». Елементами, які запам'ятовують рух атомів по своїм траєкторіям в процесі реалізації ЕПП, є мікроскопічні поля внутрішніх напружень.

Загальним для розглянутих вище варіантів проходження інтервалів фазового перетворення є обмеження постійності відповідного складу сплаву та реалізації фазового переходу тільки за рахунок змін температур чи напружень.

Можливий і інший шлях – зміна концентрації одного чи кількох компонентів сплавів при постійній температурі []. Необхідною умовою реалізації цього шляху фазової трансформації є високий коефіцієнт дифузії другого компоненту при температурах існування тих чи інших фаз.

Якщо насичувати робочу поверхню деталі вуглецем при відсутності поля зовнішніх напружень, то деформація металу практично відсутня. І тільки при спільній дії поля напружень і дифузійного потоку вуглецю спостерігаються суттєві і незворотні деформації. Такий ефект спостерігається і при наявності градієнта температур.

Ефекти такого роду отримали назву синергічних (від лат. *sinergio* – спільно). В даному випадку вони протікають лише при спільній дії дифузійного потоку вуглецю і поля напружень чи поля температур.

В загальному випадку деформація металу починається тільки після деякого періоду t^* , тривалість, якого залежить від специфіки нагрівання і

охолодження, інтенсивності надходження вуглецю в об'ємі сплаву, рівня прикладених напружень τ , градієнта температур, напружень концентрацій легуючого елементу.

Різноманітними методами випробувань було показано, що початок деформаційної активності в синергічних ефектах пов'язане з виникненням і ростом в насиченому вуглецем металі карбідних фаз. Фазові перетворення такого характеру несуть багато рис кооперативних, мартенситних переходів. Звідси витікає фізичний зміст величини інкубаційного періоду t^* : це час, необхідний для накопичення в локальних мікрооб'ємах сплаву вуглецю концентрації C^* , достатньої для початку фазового перетворення.

На відмінну від класичних мартенситних перетворень, реалізація яких проходить в умовах різкого обмеження рухливості атомів сплавів, які беруть участь в цій реакції. В даному випадку, наприклад, висока дифузійна рухливість атомів вуглецю є одною із необхідних передумов для спостереження цих ефектів (рис. 4.3).

Тут реалізується ще один механізм фазового перетворення – дифузійно-кооперативний. Механічна нестійкість матеріалу в даній схемі експерименту є концентраційна, обумовлена тільки ізотермічною зміною концентрації вуглецю ЕПШ.

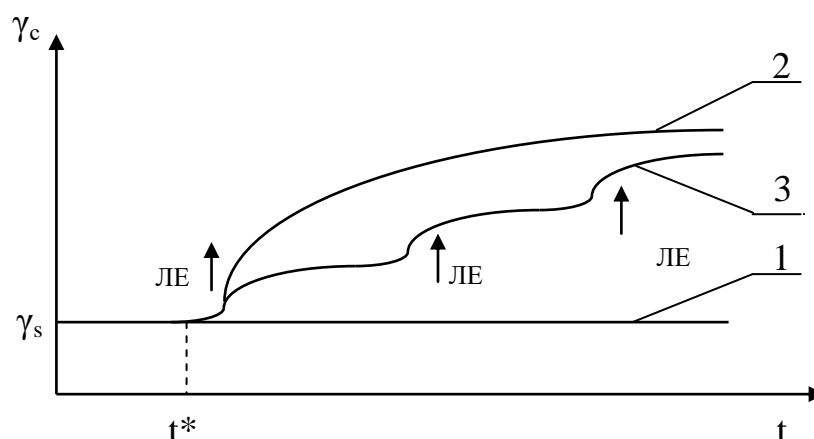


Рис. 4.3. Схема впливу тривалості t насичення легуючого елементу (ЛЕ) на деформацію γ під навантаженням металів і сплавів: 1– поведінка металу під навантаженням τ ($\tau < \tau_s$, де τ_s – границя текучості) без дифузійного насичення ЛЕ; 2– поведінка металу при одночасній дії навантаження і дифузійного потоку

ЛЕ; 3– поперемінна активація і припинення введення ЛЕ у зразок, що знаходиться під навантаженням, t^* – інкубаційний період.

Розглянуті механізми реалізації фазових перетворень дають можливість сформулювати умови, необхідні і достатні для спостереження наступних синергічних ефектів:

- висока дифузійна рухливість атомів легуючих елементів в кристалічній решітці сплавів;
- наявність на діаграмі стану “залізо-вуглець“ структурно-фазових переходів, зв’язаних із зміною дальнього та ближнього порядку в розташуванні атомів вуглецю в металевій матриці – упорядкування по вуглецю.
- створення значних за величиною градієнтів температур, напружень, хімічного потенціалу і концентрації легуючих елементів.

Для кристалографічно упорядкованих фазових перетворень можна спостерігати деформаційні ефекти і при видалені поля напружень.

Нетривіальним є спостереження деформації при відсутності як зовнішнього, так і внутрішнього полів напружень і деформацію викликає механічна текстура - макроскопічна особливість форми зразка, що не усувається термічною обробкою.

Таким чином, процеси пластичної деформації в області температур фазових перетворень є новою областю фізики міцності і пластичності. В розглянутих механізмах механічної нестійкості дислокаційна деформація не відіграє провідної ролі, вирішальним є тип фазового переходу, морфологія і орієнтація виникаючих в полях зовнішніх чи внутрішніх напружень стабільних чи метастабільних фаз.

Унікально висока рухомість атомів в перехідних металах при сумісній дії високо градієнтних силових та концентраційних полів до механічної нестійкості, й обумовлення дифузійно-кооперативними фазовими перетвореннями, що протікають в термодинамічних умовах далеких від врівноваження. До останнього часу типи механічної невірноваженості (нестійкості) при фазових перетвореннях реалізувалися тільки в системах, що близькі до врівноважених станів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Розробка заходів по забезпеченню безпечних умов праці

Для обмеження взаємодії на людей цих шкідливих факторів розроблені засоби зменшуючи або виключаючи взаємодії їх на людину, згідно з ДНАОП 0.03 – 1.48 – 89, ДНАОП 0.03 – 3.15 – 86, ДНАОП 0.03 – 1.30 – 95.

Для забезпечення рівномірного подавання повітря на робочі місця поточної лінії передбачена загально обмінна механічна вентиляція, згідно ГОСТ 12.4021 – 75.

В опалювальний період для забезпечення підтримання температури в середині приміщення в межах 18 °С (ГОСТ 12.1.005 – 88) передбачене подавання підігрітого в калориферах повітря.

Освітлення здійснюють через рівномірно розташовані освітлювачі, згідно ДНАОП 1.4.40 – 1.01 – 90.

Для зниження вібрації вентиляторів згідно з ГОСТ 12.1.012 – 90 передбачено пристрій віброізоляторів. На бетонні поли на робочих місцях встановлені тепло ізолюючі настили.

Метеорологічні умови згідно з ГОСТ 12.1.007 – 76 є найбільш благоприємними для роботи.

Обладнання робочих місць розташовано з врахуванням норм відстаней між стендами, стінами і колонами будівлі (ГОСТ 12.3.002 – 75, ДНАОП 0.03.301 – 71).

Завантажувально-розвантажувальні роботи проводяться згідно з НАОП 1.4.40 – 2.20.84, ГОСТ 12.3.009 – 76, а безпека переміщення вантажів згідно з ГОСТ 12.3.020 – 80.

Всі роботи по технічному обслуговуванню і ремонту автомобіля слід проводити на спеціально обладнаних постах.

При установці автомобіля на пост технічного обслуговування слід загальмувати його гальмом стоянки, вимкнути запалення, включити нижчу передачу в коробці передач і під колеса підкласти не менше двох упорів.

Перед виконанням контрольних-регулювальних операцій на

непрацюючому двигуні (перевірка роботи генератора, регулювання карбюратора, реле-регулятора і т.д.) слід перевірити і застебнути обшлаг рукавів, прибрати звисаючі кінці одягу, заправити волосся під головний убір, при цьому не можна працювати сидячи на крилі або буфері машини.

На рульовому колесі вивішується табличка «Не пускати – працюють люди». При знятті вузлів і деталей, що вимагають великих фізичних зусиль, необхідно користуватися пристосуваннями (знімачами). При роботах, пов'язаних з провертанням колінчастого валу двигуна, необхідно додатково перевірити виключення запалення, а важіль коробки передач встановити в нейтральне положення. При пуску двигуна вручну слід остерігатися зворотних ударів і застосовувати правильні прийоми захоплення пускової рукоятки (не брати рукоятку в обхват, провертати її від низу до верху). При використанні підігрівача особлива увага звертається на його справність, відсутність підтікань бензину; працюючий підігрівач не повинен залишатися без нагляду. Кран паливного бачка підігрівача відкривається тільки на час його роботи, на літній період паливо з бачка зливається.

Інструмент, вживаний при роботах по технічному обслуговуванню і ремонту автомобіля, повинен бути справним. Молотки і напилки повинні мати добре насаджені дерев'яні ручки. Відкручування і загортання гайок повинні проводитися тільки справними ключами відповідних розмірів.

Після виконання всіх робіт перед пуском двигуна і рушенням машини з місця потрібно переконатися, що всі що, брали участь в роботі люди знаходяться на безпечній відстані, а устаткування і інструмент прибрані на свої місця.

При роботі на оглядових канавах і підйомних пристроях слід виконувати наступні вимоги:

при постановці машини на оглядову канаву (естакаду) вести машину з малою швидкістю і стежити за правильним положенням коліс щодо тих, що направляють реборд оглядової канави; поставлену на оглядову канаву або підйомний пристрій машину слід загальмувати гальмом стоянки і встановити упори під колеса; користуватися переносними лампами в оглядовій канаві можна тільки з напругою не вище 12 В; не палити і не запалювати відкритого

вогню під машиною; не слід складати інструмент і деталі на раму, підніжки і інші місця, звідки вони можуть впасти на тих, що працюють; перед з'їздом з канами (естакади) переконатися, що під машиною немає людей, неприбраного інструменту або устаткування; слід остерігатися отруєння відпрацьованими газами, що скупчуються в оглядових канавах, і парами пального.

При роботі з бензином потрібно дотримувати правила поведінки з ним. Бензин – легкозаймиста рідина, при попаданні на шкіру викликає роздратування, добре розчиняє фарбу. Слід обережно поводитися з тарою з-під бензину, оскільки що залишилися в тарі його пари легко запалали. Особливу обережність слід проявляти при роботі з етилованим бензином, в якому міститься сильнодіюча речовина – тетраетил свинець, що викликає важке отруєння організму. Не можна використовувати етилований бензин для миття рук, деталей, чищення одягу. Забороняється всмоктувати бензин і продувати трубопроводи і інші прилади системи живлення ротом. Зберігати і перевозити бензин можна тільки в закритій тарі з написом бензин «Етилований – отруйний». Для видалення пролитого бензину застосовуються тирса, пісок, хлорне вапно або тепла вода. Ділянки шкіри, облиті бензином, негайно промиваються гасом, а потім теплою водою з милом. Перед їжею необхідно обов'язково мити руки.

Відпрацьовані гази, що виходять з двигуна, містять в своєму складі окисел вуглецю, вуглекислий газ і інші речовини, здатні викликати важке отруєння і навіть смерть людини. Це завжди повинні пам'ятати водії і приймати заходи по попередженню отруєнь відпрацьованими газами.

Прилади системи живлення двигуна повинні бути правильно відрегульовані. Періодично слід перевіряти затягування гайок кріплення випускних газопроводів. При виконанні перевіроочний-регулювальних робіт, пов'язаних з необхідністю пуску двигуна в закритому приміщенні, необхідно забезпечити відведення газів від глушника; виконання цих робіт в приміщеннях, не обладнаних вентиляцією, забороняється.

При роботі з електроінструментом необхідно перевіряти справність і наявність захисного заземлення. Напруга переносного освітлення, використовуваного при технічному обслуговуванні і ремонті автомобілів,

повинна бути не більше 12 В. Під час роботи з інструментом, живленим струмом напругою 127–220 В, слід надягати захисні рукавички і користуватися гумовим килимком або дерев'яним сухим помостом. Залишаючи робоче місце навіть на короткий час, необхідно вимкнути інструмент. При будь-якій несправності електроінструменту, що заземляє пристрою або штепсельної розетки роботу слід припинити.

5.2 Методи дезактивації та санітарної обробки особового складу при надзвичайних ситуаціях

Внаслідок аварії на атомній електростанції з викидом радіоактивних речовин, аварій на хімічному підприємстві з розливанням отруйних речовин (ОР) або застосуванням зброї масового ураження людей, будівель, транспортних засобів, території, води, продовольчих товарів, сільськогосподарських тварин і т.п. можуть бути уражені ОР, радіоактивними речовинами і біологічними засобами. Щоб не допустити ураження людей, які перебували на зараженій території і уникнути їх травмування внаслідок контакту з зараженими об'єктами, проводиться спеціальна обробка людей, а також дезактивація одягу, засобів індивідуального захисту (ЗІЗ), місцевості, техніки, обладнання, будівель споруд.

В залежності від обстановки, що склалася внаслідок конкретної надзвичайної ситуації, санітарна обробка може проводитися частково або в повному обсязі.

Для безпеки особового складу формувань, які ліквідують наслідки радіоактивного зараження при аварії АЕС, роботи ведуться позмінно, вахтовим методом. Тривалість кожної зміни і вахти визначається з урахуванням допустимого радіоактивного опромінення особового складу. При виконанні робіт в зонах радіоактивного зараження для захисту особового складу використовується техніка, респіратори, спеціальні окуляри, захисні рукавиці.

Контроль опромінення особового складу формувань проводить індивідуальними і груповим способом. При роботі в умовах сильного радіоактивного зараження і заповишень доцільно використовувати засоби

індивідуального захисту органів дихання і шкіри. Санітарна обробка змін формування проводиться в повному обсязі на спеціальних пунктах.

Ця обробка передбачає часткову санітарну обробку особового складу ЦО і населення. Вона проводиться одразу після зараження ОР або радіоактивними речовинами. Часткова санобробка полягає в усуненні радіоактивних речовин з відкритих ділянок тіла, одягу і засобів захисту вимиванням водою або вибиранням тампонами, а з одягу і ЗІЗ витрушуванням, в знезараженні або усуненні отруйних речовин і біологічних засобів на відкритих ділянках тіла, окремих ділянках одягу ЗІЗ з використанням індивідуальних протихімічних пакетів.

Особовий склад формувань, який діє в зонах радіоактивного зараження завчасно одягнути в ЗІЗ органами дихання і шкіри, часткову санобробку не проводять до виходу з зони. Якщо люди знаходяться в зоні радіоактивного зараження без ЗІЗ, то необхідно провести часткову санобробку і потім надягнути ЗІЗ.

При цьому санобробка обличчя, шкіри, рук проводять обливанням водою. Радіоактивний порошок з одягу усувають обмітанням або витрушуванням.

Після виходу із зони радіоактивного зараження провести ЧСО. Для цього спочатку, не знімаючи протигазу, знімають засоби захисту шкіри і витрушують або протирають ганчіркою, змоченою водою (дезактивуючим розчином). Потім обмивають чистою водою відкриті ділянки тіла, лицьову частину протигазу і знімають протигаз. Після цього миють обличчя чистою водою, прополіскують чистою водою рот і горло. Якщо води обмаль, то відкриті частини тіла і лицьову частину протигазу протирають тампоном змоченим у воді.

При потраплянні ОР на шкіру негайно протирають тампоном змоченим рідиною з флакону, протерти відкриті ділянки шкіри і лицьову частину протигазу з зовні, потім протерти рукава одягу і комір в місцях прилягання до тіла. Змоченим тампоном необхідно обробити ті ділянки одягу де видно краплі ОР. Якщо люди в момент зараження були в пальтах, плащах, то спочатку дегазують заражені місця на пальті і на плащі, а потім їх знімають, дегазують ділянки одягу, які знаходились під зараженими ділянками пальта. При зараженні біологічними засобами часткову санобробку проводять так: не

знімаючи протигазу, обмітанням та витрушуванням усувають біологічні засоби, які осіли на одязі, взутті, ЗІЗ. Якщо дозволяють обставини, то знімають верхній одяг і витрушують його. Роздягтися і одягтися так, щоб відкриті ділянки тіла не торкалися зовнішньої зараженої поверхні. У випадку проведення часткової санобробки на місцевості, заражені біологічними засобами, верхній одяг не знімають.

При одночасному зараженні радіоактивними, хімічними речовинами і біологічними засобами в першу чергу знезаражують ОР, які потрапили на шкіряні покриви і одяг, а потім вживають заходи, передбачені при зараженні радіоактивними речовинами і біологічними засобами. При відсутності пакету ІПП-8 ЧСО необхідно застосовувати воду і мило.

Повна санітарна обробка (ПСО) полягає в обмиванні тіла теплою водою з милом і мочалкою з обов'язковою зміною білизни і верхнього одягу. Вони проводяться на санітарно-обмивальних пунктах, які створюються на базі лазень, санпропускників. Повну санобробку необхідно проводити не більше 2-3 години після зараження. В зв'язку з цим санітарно-обмивальні пункти необхідно розгортати якомога ближче до міст виходу населення і формувань ЦО із зони масового ураження, наприклад, при аварії на ЧАЕС вони розгортались на шляхах виходу із 30 кілометрової зони. Одночасно з обмиванням пунктами організується повна дезактивація людей, дегазація і дезинфекція одягу, взуття і ЗІЗ. Для цього поблизу санітарно-обмивочних пунктів розгортаються станції або майданчики знезараження одягу і взуття. Станцію санобробки і майданчик знезараження ділять на дві частини – брудну і чисту, відводять місця для роздягання, обмивання і одягання.

Перед входом в приміщення для роздягання знімаються засоби захисту шкіри і складуються у відповідні місця. Потім входять в приміщення для роздягання, послідовно знімають одяг. Протигаз не знімається, одяг і взуття зв'язують у вузол, до якого прикріплюється жетон і здається обслуговуючому для обробки. При вході в обмивальне приміщення людям видають мило і мочалку, руки обмивають 2% розчином монохроміну, а потім знімають протигаз і проходять в обмивальне приміщення.

Люди, які пройшли санобробку, із одягального приміщення

направляються в район збору.

Таблиця 5.1 Розчини для дегазації і дезактивації

Дегазуючі і дезактивууючі розчини , їх склад	Міст. для розчину	
	100 л.	250 л.
Дегазуючий розчин 1:		
дихлорамін ДТК-2 (ДТ-2)	2,5	6,25
дихлоретан	100	250
Дегазуючий розчин 2 (головний):		
їдкий натрій	10	25
моноетаноламін	25	62
вода	65	162
Дезактивууючий розчин 2 (допоміжний):		
їдкий натрій	2	5
моноетаноламін	5	12
аміачна вода	25	238
45%-на водна суспензія ДТС ГК		
а) ДТС ГК 1 категорії	1	2,5
рідке скло	1	2,5
вода	100	200
б) ДТС ГК 2 категорії	1,5	3,8
рідке скло	1	2,5
вода	100	200
0,15%-ний водний розчин порошку СФ-2У		
СФ-2У	0,15	0,375
вода	100	250

Харчові продукти і вода, які знаходяться в зонах радіоактивного зараження, підлягають дозиметричному контролю. При встановленні їх зараження більше норми проводять дезактивацію. Продукти харчування, які зберігаються в негерметичному скляному чи іншому посуді знезаражуються в такій послідовності: обмивають водою тару із зовнішнього боку, витирають, а потім відкривають і перевіряють ступінь зараження продукту який в ній

знаходиться. При наявності зараження проводять дезактивацію зніманням зараженого шару. Наприклад з м'яса зрізають верхній шар, з риби зчищають луску і знімають шкіру.

Знезаражування води повинно забезпечувати руйнування і усунення ОР, радіоактивних речовин і зниження хвороботворних мікробів. Руйнування ОР частково досягається хлоруванням, а повне їх усунення – при фільтруванні води через активоване вугілля або карбофергель. Радіоактивні речовини з води усуваються коагулюванням, відстоюванням і фільтруванням через тканину, активоване вугілля і карбофергель. Для повного усунення радіоактивних речовин перед додаванням коагулянтів воду відстоюють в резервуарах з глиною і перемішують протягом 10 хв.

Знищення хворобливих мікробів у воді здійснюється хлоруванням або кип'ятінням. При кип'ятінні протягом 10...30 хв вода знезаражується від вегетативних форм, а протягом 60 хв – від спорових форм мікробів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Аналіз проблеми, що розглядається в кваліфікаційній роботі магістра, за даними літератури. Її розв'язання, дає можливість зробити наступні висновки.

1. Наробіток на транспортну одиницю не достатньо рівномірний. Коефіцієнти технічної готовності та використання порівняно низькі та потребують підвищення до більш високого рівня. Організація зберігання техніки не в повній мірі відповідає рівню сучасних вимог.

2. Обґрунтовано виробничі структури автогосподарства, розрахована річна виробнича програма і штат працівників за всіма видами ТО і ПР. Розроблено річний план-графік відповідних робіт. Представлена реконструкція генерального плану підприємства. Вирішена основна задача технічного нормування витрати паливо-мастильних матеріалів для забезпечення економного їх розподілу при раціональному використанні ресурсів автомобілів та двигунів.

3. Запропоновано пристрій для переміщення автомобіля, розраховуються елементи конструкції, що дозволяє підвищувати якість операцій ТО та скорочує час їх виконання. Приведені розрахунки редуктора, його передач, вибрані матеріали деталей.

4. Розроблений план дільниці щоденного обслуговування, вибрані підйомно-транспортні засоби, розраховані енергозатрати.

5. Проведено техніко-економічне обґрунтування конструкторської розробки (двоступінчатого циліндричного редуктора).

6. Проведено дослідження механізму термопластичного обтиснення гільз циліндрів

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. Андрусенко С.І. Організація фірмового обслуговування : Навч. пос. – К.:ІЗМН, 1996.-216с.
4. Герике Б. Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов Ч. 2: Диагностика технического состояния на основе анализа вибрационных процессов. –1999. – 229 с.
5. Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т., 1999. 352 С.
6. ДНАОП 0.00-1.28-97 «Правила охраны труда на автомобильном транспорте». Государственный автотранспортный научно-исследовательский и проектный институт. – К.: Основа, 2003.-336 с.
7. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. –К.: Держстандарт України, 1994. – 24с.
8. ДСТУ 3649-97. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. –К.: Держстандарт України, 1997. – 20с.
9. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. – К.: Вища школа, 1994.
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.

11. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

12. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

13. Луців І.В. Розробка алгоритмів створення багатолезового оснащення адаптивного типу для обробки поверхонь обертання / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Збірник наукових праць. – Краматорськ, вип. №26, 2009. С.164 - 171.

14. Луців І.В. Динамічні характеристики підсистем верстатного оснащення адаптивного типу / І.В. Луців, Р.Я.Лещук // Вісник Тернопільського державного технічного університету, 2009, Том 14, №4. С.144-149.

15. Гевко І.Б. Техніко-економічне обґрунтування процесу механічної обробки з використанням комбінованого свердла-мітчика / І.Б.Гевко, Р.Я., Лещук, І.І.Стойко, Н.М.Марчук, М.Д.Сіправська // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст.–Вип. 40.–Луцьк, 2018. С.21-31.