

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 відновлення валу ведучих шестерень 740.10110404-40 масляного насоса двигунів автомобіля КамаЗ з дослідженням перехідних процесів в трансмісії.

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МАм-62  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Янчишин В.Й.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Пиндус Ю.І.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ляшук О.Л.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2020

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 Янчишину Віталію Йосифовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення валу ведучих шестерень 740.10110404-40 масляного насоса двигунів автомобіля КамаЗ з дослідженням перехідних процесів в трансмісії.

Керівник роботи Гевко І.Б., 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 процес відновлення валу ведучих шестерень 740.10110404-40 масляного насоса двигунів автомобіля КамаЗ.

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)

Дефектовка валу ведучих шестерень – 1А1.

Карта відновлення валу ведучих шестерень – 1А1.

Види наплавлення – 1А1.

Систематизація видів відновлення – 1А1.

Навантажувальний пристрій – 1А1.

Модернізована мийна установка – 1А1.

Результати експериментальних досліджень – 1А1.

Ділянка ремонту деталей системи мащення – 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 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)

Янчишин В.Й.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Гевко І.Б.

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Проект ділянки ремонтного цеху для відновлення валу ведучих шестерень 740.10110404-40 масляного насоса двигунів автомобіля КамаЗ з дослідженням перехідних процесів в трансмісії».

Робота виконувалась на кафедрі автомобілів ТНТУ імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи магістра д.т.н., професор Гевко І.Б.

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

Ключові слова: твердість, термічна обробка, надійність, працездатність, змащування.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	8
1.1 Характеристика матеріалів пар тертя оливного насосу.....	8
1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу.....	11
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b> .....	12
2.1 Діагностика, технологія і обладнання.....	12
2.2 Систематизація видів відмов деталей оливного насосу.....	16
2.3 Технологія поточного ремонту оливного насосу двигуна автомобіля КамАЗ.....	17
2.4 Дефектація деталей оливного насосу.....	20
2.5 Відновлення деталей оливного насосу.....	21
2.6 Обґрунтування і вибір оптимального способу відновлення.....	24
2.7 Обґрунтування та вибір установочних баз при виконанні операцій.....	27
2.8 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту.....	28
2.9 Розрахунок і вибір режимів і виконання запропонованого технологічного процесу.....	30
2.10 Розробка загального технологічного процесу відновлення деталей системи мащення.....	35
2.11 Вибір і обґрунтування методу відновлення поверхні.....	36
2.12 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проектуємої дільниці.....	37
2.12 Розробка планування дільниці.....	42
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b> .....	43
3.1 Допустимі норми забрудненості рідини.....	43
3.2 Методи контролю чистоти рідини.....	43
3.3 Обґрунтування вибору пристосування для промивки системи мащення.....	44
3.4 Технологічна послідовність та особливості збирання, випробування	

	6
та фарбування установки.....	48
<b>4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>49</b>
4.1 Математична модель для дослідження перехідних процесів.....	49
4.2 Моделювання функції зовнішньої дії.....	52
<b>5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>59</b>
5.1 Вимоги безпеки до машин і обладнання на стадіях проектування, виготовлення, постачання та експлуатації.....	59
5.2 Організація і порядок проведення робіт по знезараженню на об'єкті.....	63
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>68</b>
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>69</b>
<b>ДОДАТКИ</b>	

## ВСТУП

Простоювання техніки на ремонтних підприємствах займає час, а витрати на ремонт є значними. Тому, важливим резервом підвищення ефективності використання техніки та економії матеріальних, паливно-енергетичних та трудових ресурсів є відновлення та послідуючого зміцнення зношених деталей.

Економічна доцільність відновлення та послідуючого зміцнення зношених деталей обумовлена можливістю повторного (дуже часто неодноразового) використання від 65 до 75 % деталей. Собівартість відновлення деталей не перевищує 75 % вартості нових, а використання матеріалу в 15...20 разів нижче, чим при виготовленні деталей.

В даний час доля відновлених деталей в загальному об'ємі запасних частин складає від 18 до 19 %, в подальшому цей показник планується довести до 40 %.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок про те, що ремонтні підприємства є важливим елементом в ланцюзі технічного сервісу, особливо якщо це спеціалізовані підприємства. В зв'язку з складними фінансово-економічними умовами, що склалися в даний час переоснащення господарств на селі технікою практично припинилося, отже автоматично постає питання ефективного використання тієї техніки, що лишилася. Особливо це стосується складної та дорогої техніки: автомобілів, тракторів та комбайнів як в цілому, так і окремих їх вузлів і агрегатів.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Характеристика матеріалів пар тертя оливного насосу

На практиці існує значна кількість рішень, щодо вибору матеріалів для зубчатих коліс. Наведемо основні рекомендації що базуються на експлуатаційних даних і результатах експериментальних робіт.

Конструкція, матеріал та технологія виготовлення зубчатих коліс, повинні забезпечувати нормальну роботу зубчатих коліс протягом тривалого часу експлуатації.

Матеріал й метод зміцнення призначають залежно від умов навантаження та конструктивних характеристик (виду колеса, ступеня точності, модуля і діаметра).

Зубці силових коліс повинні мати достатню статичну, втомну та ударну міцність, високу стійкість проти спрацювання робочих поверхонь. Як критерій ступеня навантаженості колеса, використовують розрахункове значення номінального напруження згину, в основі зуба (з урахуванням впливу динамічних навантажень)

Довговічність особливо напружених ( $\sigma_u = 300..450\text{МПа}$ ) та високонапружених ( $\sigma_u = 200..350\text{МПа}$ ) зубчастих коліс досягається хіміко-термічним зміцненням: цементацією або азотуванням зубців по контуру.

Для середньо напружених коліс ( $\sigma_u = 100..250\text{МПа}$ ) крім хіміко-термічного зміцнення допускається застосування гартування з індукційним нагріванням.

Зубчасті колеса виготовляють із конструкційних сталей, сірого чавуну, бронзи і не металевих матеріалів – пластику, капрону і т.п. Найбільше застосування знайшли сталеві зубчасті колеса, при цьому застосовують сталі наступних марок [9]:

- а) вуглецеві – 40, 45, 50;
- б) хромисті – 20Х, 35Х;
- в) хромонікелеві – 12ХН3А, 12Х2Н4А, 20ХН, 40ХН;



- г) титанові – 18ХГТ, 30ХГТ, 40ХГТ;
- д) борові – 20ХГР;
- е) сталі, що містять алюміній – 35ХЮА, 38ХМЮА;
- ж) високолеговані багатокomпонентні сталі – 18ХНВ, 30ХРТ.

Низьковуглецеві леговані сталі використовуються для високонавантажених зубчастих коліс, та потребують складної хіміко-термічної обробки (цементації і закалки), в результаті якої здійснюються значні деформації форми зубів і самого колеса. Процес цементації проводять при температурі нагріву 1050°C і поєднується з відпалом в соляних ваннах. Завдяки цьому твердість деталі становить 30HRC, що дозволяє вести подальшу механічну обробку ступиці і кінцеву обробку зубців.

Для високонавантажених деталей, крім легованої сталі 12ХН3А, можливо використовувати також цементовану низьколеговану борову сталь 20ХГР. Після гартування і низького відпуску вона отримує високі механічні властивості ( $\sigma_e = 140...150$ ) кг/мм<sup>2</sup> і HRC 36...40.

На даний час широке застосування отримав такий вид хіміко-термічної обробки, як ціанування. Так, сталі 12ХН3А, 18ХНВА, 20ХГР і деякі інші підлягають ціануванню. Даний процес проходить в рідких ваннах, при 25% NaCN і триває 45...50хв., при  $t \approx 820^\circ\text{C}$ , глибина зміцнення - 0,2...0,4мм.

Данні, щодо вибору матеріалів та методів зміцнення зубчастих коліс приведемо в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 - Матеріали та конструктивно технологічні данні для зубчастих коліс

Марка сталі	Dmax, мм	Ступінь точності	$\sigma_u$ , Мпа	m, мм	Твердість, HRC		*Метод зміцнення
					Серцевини	Поверхні	
40X	600	6...7	100...250	2,5...10	25...28	48...52	СВЧ
20X	300	6...7	250...350	1,6...4	27...32	56...60	Ц
20ХН3А	600	6...7	300...450	1,5...6	30...40	56...60	Ц

20ХНМ	600	6...7	250...350	4...10	30...40	56...60	Ц
25Х2ГНТА	600	6...7	300...450	6...10	30...40	56...60	Ц
25ХГТ	600	7...8	300...400	1,5...15	30...40	56...60	Н-Ц
40ХФА	300	6...8	100...250	1...6	30...40	56...60	А

В малонавантажених передачах отримали поширення зубчасті колеса з неметалічних матеріалів – текстоліту, лігнофолію, поліамідних смол (капрон, нейлон).

Можемо зробити висновок, що найбільш доцільним матеріалом для шестерень оливного насосу є сталь 20Х (хромиста, помірної міцності). Хімічний склад та механічні властивості цієї сталі приведемо, відповідно в таблиці 1.2 і таблиці 1.3.

Таблиця 1.2 - Хімічний склад сталі 20Х

Вміст елемента, %							
С	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu
				не більше		не більше	
0,17...0,23	0,17...0,37	0,5...0,8	0,7...1,0	0,035	0,035	0,3	0,3

Таблиця 1.3- Механічні властивості сталі 20Х

Термообробка	D <sub>max</sub> , мм	$\sigma_6$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta$ , %	$\psi$ , %	KCU	$\sigma_{-1}$ , МПа	Твердість	
								HB	HRC
Відпал. Гартування 770...820°C (вода або олива); Відпуск 160...200°C	15	800	650	11	40	0,6	-	179	
Цементация 920...950°C. Гартування 810°C (олива);	15...30	1000 850	800 630	8 10	40 40	0,4 0,6	- 560	285 240	58...62 56...62

Відпуск 160...200°C									
Цементація 920...950°C. Гартування 790°C (вода); Відпуск 160...200°C	30...60	650	400	13	40	0,5	-	167	56...62

## 1.2 Висновки та постановка завдання на магістерську роботу

Проаналізувавши технологічний процес відновлення валу ведучих шестерень 740.10110404-40 масляного насоса двигунів автомобіля КамаЗ.

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

в технологічному розділі вибрати метод та послідовність відновлення;

в конструкторському розділі модернізувати мийну установки для деталей системи мащення;

провести дослідження перехідних процесів в трансмісії.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Діагностика, технологія і обладнання

*Технічна діагностика* - встановлення і вивчення ознак, що характеризують наявність дефектів у машинах, пристроях, їхніх вузлах, елементах і т.д., для проорокування можливих відхилень у режимах їхньої роботи (чи станах), а також розробка методів і засобів виявлення і локалізації дефектів у технічних системах.

Стан об'єкта визначають шляхом порівняння поточних значень структурних чи діагностичних параметрів стану його складових частин із припустимими значеннями.

Структурний параметр безпосередньо характеризує технічний стан об'єкта, наприклад потужність двигуна, зазор у сполученні, знос (розмір) деталі і т.д.

Діагностичний параметр характеризує технічний стан об'єкта побічно (температура, вібрація, шум, тиск, витрата оливи й ін.). Так тиск у міру зносу корінних і шатунних підшипників колінчатого вала, прориви газів у картер і нагар в мастилі збільшуються в міру зносу гільзи циліндра, поршня поршневих кілець. Вимірюючи їхнього значення, можна поставити діагноз, тобто оцінити зазори в підшипниках колінчатого вала і визначити стан деталей циліндро-поршневої групи.

Технічний стан агрегатів гідравлічних систем після зняття з машини перевіряють на випробувальних стендах. Гідропісилювач рульового керма випробують на стенді КИ-4896. Насоси, розподільники, силові циліндри й інші агрегати гідросистем - на стендах КИ-4200 і КИ-4815. На стенді КИ-4815 можна випробувати агрегати продуктивністю до 120л./хв. Доцільність розбирання і ремонту агрегатів установлюють за результатами їхніх випробувань.

*Ремонт шестеренчастих насосів.* При випробуванні насоса на стенді визначають об'ємний коефіцієнт подачі, що є основним показником ефективності його роботи. Для розрахунку коефіцієнта подачі визначають

об'ємну подачу за один оборот вала насоса при номінальному тиску і температурі робочої рідини (моторна олива) по формулі:

$$g_0 = 1000 \frac{Q}{n}$$

де  $g_0$  - об'ємна подача (продуктивність) за один оберт вала насоса, см<sup>3</sup>/об;

$Q$  - об'єм рідини, вимірюваний лічильником за час роботи, л;

$n$  - число обертів вала насоса за той же час, об/хв.

Об'ємний коефіцієнт подачі розраховують по формулі:

$$Ko = g / ft$$

де  $g$  - робочий об'єм насоса (приймається з технічної характеристики насоса), см<sup>3</sup>/об.

У нових насосів та тих, що пройшли капітальний ремонт об'ємний коефіцієнт подачі повинний бути 0,9...0,92. Якщо коефіцієнт подачі дорівнює 0,65, то насос підлягає ремонту.

У процесі експлуатації насосів типу НШ більш за все піддані зносу стінки і дно колодязів корпусу, торці й отвори втулок під цапфи шестерень, поверхні цапф і торці шестерень, ущільнення. Колодязі корпусу і втулки більш за все зношуються з боку камери всмоктування, тому що під час роботи насоса вузол, що качає, притискається до цієї сторони тиском, створюваним робочою рідиною.

При розбиранні насосів не можна розкомплектовувати ведену і ведучу шестерні, пару нижніх і пари верхніх втулок, рухливі пластики.

Для відновлення працездатності насосів типу НШ-У при незначному зносі колодязів корпусу змінюють місцями ведучу і ведену шестерні, тобто нагнітальну камеру використовують замість усмоктувальної. Для цього в денці колодязів виготовляють новий дренажний канал, а старий заливають бабітом чи епоксидною композицією.

Корпуса насосів відновлюють розточуванням на ремонтний розмір, обтисненням з наступною термообробкою, установкою гільз, відлитих зі сплаву АЛ-9, у розточці колодязі і епоксидною композицією.

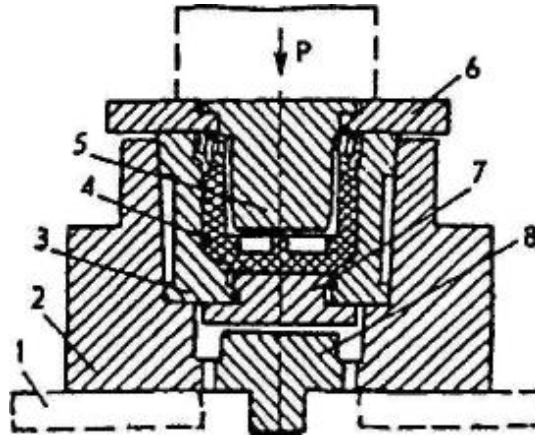


Рисунок 2.1 - Схема обтискання корпусу насоса:

1 - станина преса; 2 - корпус прес-форми; 3 - блок матриць; 4 - корпус насоса; 5 - внутрішній пуансон; 6 - верхня плита; 7 - шайба; 8 - виштовхувач.

Цапфи шестерень можливо відновити хромуванням з послідуєчим шліфуванням до номінального розміру.

Відновлення втулок роблять епоксидним складом, гальванічним обмідненням з наступною обробкою. Найбільше поширення при відновленні цих деталей одержав спосіб пластичної деформації в холодному стані на пресі П-474А за допомогою спеціальних пристосувань. Осадженням одержують зменшений внутрішній і збільшений зовнішній діаметри за рахунок зменшення довжини втулки. При необхідності довжину втулки компенсують кільцями, виготовленими з алюмінієвого сплаву АЛ-9.

Після пластичної деформації проводиться механічна обробка втулок. Розвантажувальні канали і стикові площини втулок фрезерують на фрезерному верстаті в цангових затисках. Для кращого приробляння третьових поверхонь втулки на них наносять гальванічним способом шар свинцю товщиною 1...5мкм. Відновлені втулки сортують на розмірні групи через 5мкм. Кожна пара втулок повинна бути однієї розмірної групи. Технологічний процес відновлення місць під цапфи шестерень у підшипниковій і підтискній обоймах насосів типу НШ-К включає планування площин рознімання на фрезерному верстаті (до виведення слідів ушкоджень); розточування місць під цапфи для установки вкладишів, що компенсують; фіксацію вкладишів за допомогою епоксидної складової; розточування місць під цапфи до номінального розміру. Розточування роблять у кондукторі спеціальним оправленням із двома різцями за одну установку, що забезпечує співвісність місць під цапфи.

У пластинках-замикачах зношені бічні поверхні відновлюють шліфуванням на плоскошліфовальному верстаті під ремонтний розмір по товщині. Щоб компенсувати зменшення товщини платиків і збільшення пазів рухомих обойм, при ремонті у вузол ущільнення платика в підтискній обоймі встановлюють пластину (рис. 2.2) відповідної товщини.

Цапфи шестерні, зношені в межах термообробленого шару, торці шестерень і зуби по зовнішньому діаметри шліфують на зменшені ремонтні розміри. Зазначені поверхні шліфують за одну установку на круглих-шліфовальних верстатах. Гострі крайки по профілі зубів притуплюють.

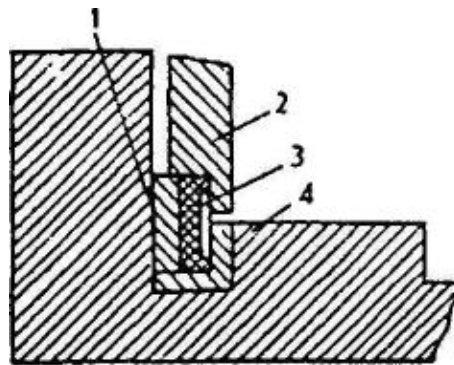


Рисунок 2.2 – Вузол ущільнення пластини в піджимній обоймі

1 – запобіжна пластина; 2 – пластина; 3 – гумова манжета; 4 – піджимна обойма.

Зношену торцеву поверхню кришки проточують до виведення слідів зносу. При обтисненні корпуса зміниться відстань між отворами під болти кріплення кришки. Тому отвір у кришці під болти розсвердлюють.

Насос збирають зі скомплектованих деталей одного ремонтного розміру. Перед зборкою деталі ретельно очищають, обдувають стисненим повітрям і змазують моторною оливою. Після зборки насоса ведуча шестерня повинна плавно провертатися від руки без заїдання.

Насоси обкатують і випробують на стендах КИ-4815М чи КИ-4200. Режим обкатування приводиться в технічних вимогах на ремонт насоса конкретної марки. Після обкатування насос випробують на продуктивність при номінальному протитиску і визначають об'ємний коефіцієнт подачі.

## 2.2 Систематизація видів відмов деталей оливного насосу

Основні несправності деталей масляних насосів: знос корпусу насоса і кришки в місцях з'єднання з торцями шестерень і стінок корпусу біля усмоктувальних отворів, торцевої поверхні шестерень, поверхонь валиків, осі і втулок, утрата герметичності клапана, зрив різьблення і знос шліців валика. При розбиранні не допускається розкомплектувати пари шестерень з корпусами [4].

Зношені отвори під втулки розгортають на збільшений розмір, а зношені втулки замінюють новими. Гнізда під шестерні відновлюють наплавленням електродами ОЗЧ-2 чи чавунним прутком марки Б с попереднім підігрівом деталі. Можна відновлювати гнізда залізненням чи компонентами на основі епоксидних смол. У якості наповнювача застосовують залізний порошок. Розчин наносять на стінки гнізд шаром 1...2мм і наковчують спеціальним розкатником. Після нарощування гнізда розточують до номінального розміру.

Короблення площини прилягання кришки насоса усувають фрезеруванням. Поверхня гнізда запобіжного клапана зачищають зенкуванням, і клапан, виконаний у виді склянки, притирають до гнізда. Зношений кульковий клапан замінюють новим, котрий осаджують у гніздо ударами молотка через наставку, щоб поліпшити контакт.

Зношену кришку корпусу насоса шліфують чи фрезерують.

Валик ведучої шестерні відновлюють нарощуванням плазменевим наплавленням, хромуванням чи газотермічним напилюванням з наступною обробкою під номінальний розмір. Зношені шліци наплавляють і фрезерують. Шпонковий паз заплавляють електродом Э-50 і фрезерують новий паз на іншому місці.

Шестерні вибраковують при зламах зубів, при зносі зуба по товщині і висоті, а також при зносі шестерень по висоті до значень, що перевищують допустимі.

Торцеві поверхні шестерень з незначними зносами шліфують чи притирають на плиті шліфувальною шкуркою. При зносі шестерень по висоті



на такий же розмір зменшують глибину гнізд у корпусі шліфуванням площини кришки.

Перед зборкою насоса запресовують втулки у ведену шестерню з натягом 0,015...0,060мм, а в корпус і кришку - з натягом 0,08...0,12мм. При запресовуванні стежать, щоб отвори для змащування у втулці і шестерні збіглися. Втулку по внутрішньому діаметрі підганяють по осі шестерні і запресовують вісь у корпус з натягом 0,015...0,065мм [5]. Установлюють кришку на корпус і одночасно розгортають втулки в корпусі і кришці підпорні поверхні валика. Знімають кришку і установлюють валик і шестерні насоса. Радіальний зазор між стінкою гнізд і вершинами зубів повинний бути 0,12...0,20мм. Потім закріплюють болтами кришку насоса і збирають запобіжний клапан.

### **2.3 Технологія поточного ремонту оливного насосу двигуна автомобіля КамАЗ**

Для ремонту оливного насосу необхідно: злити оливу з картера, викрутити болти кріплення й зняти картер; зняти усмоктувальну трубку фланцем, кронштейном і чашкою в зборі й підвідну трубку клапана системи мащення; викрутити болти кріплення оливного насоса, зняти насос; зняти шестерню оливного насоса знімачем, для цього болти ввернути до упору їх у шестерню, гвинт уперти в торець вала.

Обертаючи рукоятку, ввернути гвинт у траверсу до повного зняття шестерні [13];

- викрутити болти кріплення нагнітаючих і радіаторної секцій оливного насоса й розібрати його;

- заміряти радіальний і торцевий зазори нагнітаючої й радіаторної секцій, зазори в зачепленні зубів шестерень у радіаторній і нагнітаючій секціях, між валом й отвором у корпусі, між віссю й шестернею. При необхідності замінити зношені деталі;

- при зборці насоса не допускати повторне використання відгинальних шайб. Після зборки насоса валик повинен провертатися від руки плавно, без заїдань;

- випробовувати насос із використанням моторного оливи М10Г<sub>2</sub>К при температурі 80...85°C. При обертанні вала із частотою 2750...2800хв<sup>-1</sup> і розрідженні на усмоктуванні 11,99...14,67кПа (900...100мм.рт.ст.) продуктивність нагнітаючої секції повинна бути не менш 82хв<sup>-1</sup> (при тиску на виході з насоса 343,2...392,3кПа і радіаторної секції - не менш 27хв<sup>-1</sup> (при тиску на виході з насоса 686,5...735,3кПа [13];

- перевірити клапани насоса на тиск початку відкриття, що зафіксувати по початку витікання струменя оливи з отвору за клапаном. Регулювання вважається правильним (при використанні не більше трьох регулювальних шайб), якщо тиск початку відкриття 834...932кПа у запобіжних клапанів нагнітаючої й радіаторної секції, 392...441кПа - у клапана системи мащення.

При невідповідності тиску початку відкриття клапанів необхідним величинам замінити пружини клапанів.

Для розбирання, зборки й перевірки роботи відцентрового фільтра необхідно:

- викрутити болти й зняти фільтр із двигуна;
- відвернути гайку кріплення ковпака фільтра й зняти ковпак;
- повернути ротор навколо осі так, щоб стопорні пальці ввійшли в отвір ротора;
- відвертаючи гайку кріплення ковпака ротора, зняти і ковпак;
- відвернути гайку кріплення ротора на осі, зняти ротор, після чого зняти упорний підшипник.

Заміряти діаметри осі й втулок ротора, зношені деталі замінити. Ротор замінити комплектно з ковпаком.

При зборці фільтра упорний підшипник установити так, щоб кільце з більшим внутрішнім діаметром було знизу. Мітки на ковпаку ротора й роторі сполучити.

Після зборки ротор фільтра повинен обертатися на осі легко, без заїдань, частота обертання його повинна бути не менш  $5000\text{хв}^{-1}$  при перепаді тиску у фільтрі не більше  $490\text{кПа}$  і тиску на виході до  $98\text{кПа}$ ;

- перевірити клапани фільтра на тиск початку відкриття, момент якого зафіксувати по початку витікання струменя оливи з отворів за клапанами Регулювання вважається правильним (при використанні не більше трьох регулювальних шайб), якщо тиск початку відкриття  $588\text{...}637\text{кПа}$ ;

- у перепускного клапана,  $49\text{...}69\text{кПа}$  у зливального клапана.

При інших величинах тиску початку відкриття замінити пружини клапанів.

Для розбирання, зборки й перевірки роботи повнопоточного фільтра очищення оливи:

- вивернути зливні пробки на ковпаках і злити оливу з фільтра; викрутити болти кріплення й зняти фільтр; зняти ковпаки з фільтроелементами; вивернути різьбові втулки на корпусі.

При наявності в корпусі тріщин, відколів, наскрізних раковин й інших дефектів замінити корпус;

- зібраний фільтр перевірити на герметичність, для цього через впускний отвір підвести повітря під тиском не менш  $490\text{кПа}$  і опустити фільтр у воду, температура якої повинна бути не нижче  $60^{\circ}\text{C}$ .

Якщо негерметичність у з'єднаннях між ковпаками й корпусом неможливо усунути підтяжкою болтів, замінити прокладки ковпаків;

- перевірити тиск початку відкриття пропускового клапана й спрацьовування сигналізатора засміченості фільтра. Роботу датчика світлового сигналізатора перевіряти в електроланцюзі з напругою  $12$  й  $24\text{ V}$ . Момент відкриття клапана зафіксувати по початку витікання струменя оливи з отвору за клапаном. Регулювання вважається правильним (при використанні не більше трьох регулювальних шайб), якщо тиск початку відкриття клапана  $245\text{...}294\text{кПа}$ , тиск спрацьовування сигналізатора (загоряння контрольної лампочки) дорівнює або менше тиску відкриття пропускового клапана, але не нижче  $196\text{кПа}$ . Якщо величина тиску початку відкриття не відповідає необхідній, потрібно замінити пружину клапана.

## 2.4 Дефектація деталей оливного насосу

Основні дефекти деталей масляних насосів: знос корпусу насоса і кришки в місцях з'єднання з торцями шестерень і стінок корпусу біля усмоктувальних отворів, торцевої поверхні шестерень, поверхонь валиків, осі і втулок, утрата герметичності клапана, зрив різьб і знос шліців валика. При розбиранні не допускається розкомплектовувати пари шестерень з корпусами.

*Дефектація шестерень.* Основними дефектами шестерень є: знос зубів по товщині, довжині і конусність зубів по довжині, викрашування робочих поверхонь зубів, знос при ширині внутрішніх шліців.

Технічний стан поверхонь контролюють оглядом. Шестерні вибраковують, якщо маються наскрізні тріщини, викрашування робочих поверхонь окремих зубів більш 15% загальної площі, а також при зносі чи частковому зломі зуба по довжині більш ніж на 20%.

Знос зубів по товщині визначають штангензубоміром чи шаблоном (рис. 2.3). Зуб шестерні вважається придатним по товщині, якщо при установці шаблона залишається зазор у вершини (а). Шестерня підлягає вибракуванню, якщо шаблон лягає на вершину зуба. На кожен шестерню технічними вимогами установлена висота виміру зуба штангензубоміром і товщина зуба, що допускається.

У шестерень непостійного зачеплення визначають нерівномірність зносу зуба по довжині (конусність). Вона допускається не більш 0,03мм на довжині 10мм.

*Дефектація пружин.* Основні дефекти пружин: утрата пружності, тріщини і злами, нерівномірність кроку витків, непрямолінійність утворюючої пружини у вільному стані, неперпендикулярність опорних торців і утворюючої пружини у вільному стані більш 3мм на довжині 100мм. Пружність пружин при стиску до робочої довжини перевіряють на приладах КИ-040А чи МИП-100, що являють собою спеціальні підйомні чи пружинні ваги. Якщо обмірюване зусилля менше припустимого, пружина підлягає чи вибракуванню відновленню.

*Дефектація деталей нарізних сполучень.* Стан контролюють зовнішнім оглядом і різьбовими калібрами. При викришуванні різьби, помітному зносі чи зриві більш двох ниток гайки, болти і шпильки підлягають вибракуванню, а різьбові отвори - відновленню. Різьбу, не вибраковану зовнішнім оглядом, перевіряють загортанням нового болта (гайки). Гайки і болти з зім'ятими гранями, а також із гранями, зношеними більш ніж на 0,5мм, вибраковують.

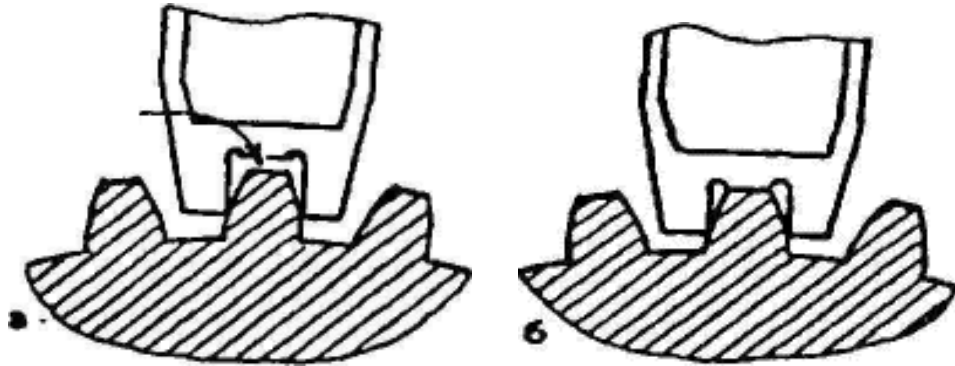


Рисунок 2.3 – Перевірка зуба шестерні шаблоном:

а – положення шаблона на не спрацюваному зубі; б – положення шаблона на спрацюваному зубі

*Дефектація підшипників ковзання.* Основні дефекти підшипників: викрашування поверхонь, збільшення радіального й осьового зазорів. Перед дефектацією підшипники ретельно мють. Стан підшипників контролюють оглядом, перевіркою на шум і легкість обертання, виміром зазорів за допомогою спеціальних приладів. Підшипники вибраковують при виявленні тріщин, викришування, лушіння металу, вибоїв, корозії й втомних раковин.

## 2.5 Відновлення деталей оливного насосу

Після очищення (миття) деталі підлягають контролю і дефектуванню, щоб визначити їх технічний стан, тобто виявити можливість їх послідуєчого використання при зборі машин або назначити ремонт, а також вибраковування непридатних. При контролі і дефектуванні керуються технічними умовами, спеціально розробленими для цих цілей з розрахунком призначення і умов праці кожної деталі. В процесі контролю всі деталі розділяються на придатні до використання без ремонту, деталі, що потребують ремонту і непридатні деталі, тобто належать вибраковуванню.

Згідно типової технології, розробленої ГОСНИТИ рекомендується сортувати деталі на п'ять груп і маркірувати їх відповідним кольором:

- придатні - зеленим;
- придатні тільки в sprzęженні з новими, або відремонтованими до номінальних розмірів деталями - жовтим;
- підлягають ремонту на даному підприємстві - білим;
- деталі, що підлягають ремонту на спеціалізованих підприємствах - синім;
- непридатні або браковані - червоним.

Придатні деталі транспортують в комплектуюче відділення або на склад. Технічний стан деталей і sprzęжень виявляють зовнішнім оглядом, замірянням за допомогою вимірювальних інструментів, пристроїв, приборів, дефектовочних калібрів та шаблонів.

В процесі роботи оливного насосу, під дією різних сил, деталі зношуються.

Характеризуючи дефекти валу оливного насосу слід відмітити, що всі вони підлягають відновленню.

Найбільш часто на поверхні вала виникають зношення по діаметру. При досягненні величини зносу порядку 0,04мм, поверхні підлягають відновленню.

Характерним дефектом, що підлягає відновленню, є зношення шпонкового пазу.

Відновлення деталей в ремонтному виробництві може вестися по технологічному процесу, розробленому на кожний дефект (подефектна технологія), на комплекс дефектів визначеного сполучення, що виникають на деталях даного найменування (маршрутна технологія) та на групу однотипних деталей визначеного класу, у відповідності з типізацією технологічних процесів (групова технологія).

Найбільше розповсюдження в ремонтному виробництві отримала маршрутна технологія, що представляє собою найкращу послідовність і технологію виконання операцій ремонту по групі дефектів, що входять в склад даного маршруту.

Розробка маршрутної технології повинна вестися з урахуванням наступних положень [ ]:

- поєднання дефектів у кожному маршруті повинно відповідати дійсному, з яким деталі поступають в ремонт;
- кількість маршрутів по кожній деталі повинно бути мінімальним. Велика кількість маршрутів зашкоджує виробничому процесу, потребує лінійної площі складських приміщень, ускладнює планування виробництва і т.д.;
- маршрути повинні забезпечувати економічну доцільність ремонту деталей.

Дефектацію проводять у відповідності з таблицями дефектацій технічних умов, або вимогами на ремонт агрегату. Дефекти деталі наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 - Технологічна карта дефектації валу ведучих шестерень  
оливної насосу

Номер і найменування дефекту	Розмір, мм		Способи і методи контролю		Висновок
	Номінальний	Допустимий	Найменування	Позначення	
1. Погнутість вала	0,025 на довжині 20 <sub>-0,018</sub>	0,05	Призми і індикатор	-	Ремонтувати
2. Зношування валу по діаметру	20 <sub>-0,018</sub>	19,98	<i>Мікрометр</i>	МК 0-25 ГОСТ 6507-78	Ремонтувати
3. Зношування шпоночних пазів по ширині	3 <sup>-0,01</sup> <sub>-0,05</sub>	3,4	Шаблон 3,40 мм	-	Ремонтувати
4. Зношування різьби	M20×1,5-6g	-	Шаблон M20×1,5	-	Ремонтувати

Розбивання дефектів вала оливної насосу по маршрутам наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Дефекти вала оливної насосу і маршрути їх усунення

Номер маршруту	Номер дефекту			
	1	2	3	4
I	+	+	-	+
II	+	+	+	-

Найбільш часто зустрічаються дефекти, представлені в маршруті № 2, на який і будемо розробляти технологічний процес відновлення.

## 2.6 Обґрунтування і вибір оптимального способу відновлення

В ремонтному виробництві існує велика кількість способів і засобів відновлення зношених деталей. Одні й ті ж дефекти можуть бути усунені декількома методами [ ].

На вибір раціонального способу відновлення впливають матеріал деталі, її знос, характер навантаження, вартість відновлення тощо. В зв'язку з цим В.А.Шадричевим розроблена методика такого вибору, основана на послідовному застосуванні трьох критеріїв:

- технологічного, який дає можливість використовувати різні способи відновлення визначеної поверхні деталі;
- довговічності, що характеризується коефіцієнтом довговічності і представляє собою відношення технічних ресурсів відновленої та нової деталей;
- техніко-економічного, що зв'язує довговічність деталі з економікою її відновлення.

Технологічний критерій (критерій застосованості) враховує, з однієї сторони, особливості відновлення визначеної поверхні конкретної деталі і, з другої – технологічні можливості відповідних способів. Він не оцінюється кількісно і відноситься до категорії якісних. Тому його застосовують інтуїтивно з урахуванням накопиченого досвіду застосування тих чи інших способів.

Критерій довговічності розраховується по формулі  $K_d = T_v / T_n$ . Для його кількісної оцінки необхідно мати інформацію по технічним ресурсам  $T_v$  і  $T_n$ . Отримання цих даних в процесі експлуатації машин займає багато часу. При отриманні вказаних параметрів на практиці застосовують методи прискорених



лабораторно-стендових випробувань на надійність. Чим більше коефіцієнт довговічності, тим досконаліше спосіб ремонту [5].

Критерії застосованості і довговічності виражають технічну частину задачі без урахування економічної доцільності застосування того чи іншого способу. Тому необхідна ще оцінка способів відновлення деталі. Питання про вибір раціонального способу остаточно вирішується за допомогою техніко-економічного критерію, що зв'язує довговічність деталі з економікою її відновлення.

Критерію застосованості, при відновленні циліндричних поверхонь діаметром до 45мм, відповідають наступні способи відновлення: наплавлення порошковими дротами, вібродугове наплавлення, наплавлення в середовищі захисних газів, електроконтактне наварювання, нанесення гальванічних покриттів, металізаційне напилення металу, електромеханічне висаджування та згладжування металу.

Найбільший коефіцієнт техніко-економічної ефективності має електроконтактне приварювання ( $K_{т.е} = 0,660$ ), при більш низьких значеннях даного коефіцієнту у інших способів відновлення: наплавлення порошковими дротами ( $K_{т.е} = 0,400$ ); вібродугове наплавлення ( $K_{т.е} = 0,250$ ); наплавлення в середовищі  $CO_2$  ( $K_{т.е} = 0,403$ ); напилення газополуменевого ( $K_{т.е} = 0,390$ ); напилення плазмове ( $K_{т.е} = 0,400$ ); хромування ( $K_{т.е} = 0,087$ ); залізнення ( $K_{т.е} = 0,637$ ).

Для відновлення гладких циліндричних поверхонь застосовуємо електроконтактне приварювання стрічки.

Зношений шпонковий паз заварюємо, а новий фрезеруємо на іншому місці.

Розробка структурної послідовності виконання операцій технологічного процесу відновлення полягає у встановленні раціонального порядку виконання операцій, при якому досягається необхідна якість виробів, що задовольняє технологічним вимогам, і в той же час процес виконується при найменших матеріальних і трудових затратах.

Структурна послідовність виконання технологічного процесу відновлення вала ведучих шестерень оливного насоса по запропонованому

варіанту наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 Запропонований технологічний процес відновлення валу оливного насосу

№ операції	Найменування операції	Зміст операції (переходу)
005	Токарна Перехід 1 Перехід 2	Правити центровий отвір А2 ГОСТ 14034-74 Точити поверхню до видалення слідів зношування з $\varnothing 19,5\text{мм}$ до $\varnothing 19\text{мм}$ довжиною 30мм
010	Наварювальна	Наварити шпоночний паз
015	Слюсарна	Видалити напливи металу, що утворилися при наварюванні шпонкового пазу
020	Плазмено-дугове напикання	Наплавити поверхню з $\varnothing 19,0\text{ мм}$ до $\varnothing 21,0\text{мм}$ на довжину 29мм
025	Слюсарна	Правити вал
030	Токарна Перехід 1 Перехід 2 Перехід 3	Точити поверхню з $\varnothing 21\text{ мм}$ до $\varnothing 20,5\text{мм}$ довжиною 29 мм Точити канавку під стопорне кільце $b=1,7^{+0,3}$ глибиною 0,75 мм Точити фаску $1\times 45^\circ$ на $\varnothing 20,5\text{ мм}$
035	Фрезерна	Фрезерувати шпоночний паз глибиною $6,5^{+0,16}\text{ мм}$ , шириною $3_{-0,05}^{-0,01}$
040	Шліфувальна	Шліфувати поверхню з $\varnothing 20,5\text{ мм}$ до $\varnothing 20_{-0,018}\text{мм}$ довжиною 29 мм

## 2.7 Обґрунтування та вибір установочних баз при виконанні операцій

Правильний вибір установчих баз при розробці технологічних процесів обробки деталей визначає їх точність по координаційно-кінематичним розмірам. Вибір баз для обробки ремонтних заготовок представляє відому складність, пов'язану з можливим зносом, викривленням і коробленням базових поверхонь. В цьому випадку необхідно керуватися наступними положеннями [19]:

- якщо у ремонтної заготовки збереглася заводська допоміжна база, то її доцільно прийняти за установчу;
- при обробці деталей не по всім, а по окремим поверхням в якості установчої бази потрібно брати базові або базисні поверхні, що збереглися. Від таких баз слід вести обробку інших базових або базисних поверхонь;
- якщо є потреба обробляти деталь по всім базовим і базисним поверхням, то в якості чорнової опорної бази слід вибирати таку, при використанні якої можна обробити всі базові і базисні поверхні за одну установку;
- кращі результати по координаційній і координатній точності досягаються в тих випадках, коли всі операції обробки деталі виконуються від однієї і тієї ж установчої бази;
- у випадку, коли установчу базу не вдається зберегти постійною на всіх операціях, в якості чергової бази вибирають оброблену поверхню деталі, яка пов'язана прямим координаційним або координатним розмірам з поверхнею, що обробляється.

За установчі поверхні при виконанні переходів токарно, шліфувальної та електроконтактної операцій по обробці під зношену поверхню, приймаємо циліндричну поверхню валу і центровий отвір.

## **2.8 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання, ріжучого, вимірювального і допоміжного інструменту**

Встановлюючи при проектуванні технологічного процесу план і метод обробки деталей, одночасно вказують на якому верстаті буде виконуватися операція и приводиться його технічна характеристика.

Вирішальним фактором при виборі того або іншого верстату є економічність процесу обробки. Вибирають той чи інший верстат для виконання даної операції з урахуванням наступних міркувань:

1. Співпадання основних розмірів верстата габаритним розмірам деталі;
2. Співпадання продуктивності верстата кількості деталей, які підлягають обробці на протязі року;
3. Можливість найбільш повного використання верстата по потужності і по часі;
4. Найменша собівартість обробки;
5. Найменша витрата часу на обробку;
6. Найменша відпускна ціна верстату;
7. Реальна можливість придбання того чи іншого верстату;
8. Необхідність використання наявних верстатів.

Одночасно з вибором верстату для кожної операції вибирається необхідне пристосування і ріжучий інструмент, що забезпечує досягнення найбільшої продуктивності, точності і класу шорсткості поверхні, що потрібна.

Вибраний ріжучий, вимірювальний інструмент і ремонтні матеріали наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Ріжучий, вимірювальний, контрольний інструмент та ремонтні матеріали

Номер найменування операції, номер переходу	Найменування (позначення) ріжучого інструменту	Ремонтні матеріали, матеріал ріжучої частини інструменту	Найменування, позначення вимірювального інструменту
005 Токарна Перехід 1  Перехід 2	Зенковка 2353-0084 ГОСТ 14953-80 Різець 2103-0007 ГОСТ 18879-73 Зенковка 2353-0086 ГОСТ 14953-80	Сталь швидкоріжуча P18  Твердий сплав T15K6	Огляд  Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1 ГОСТ 166-89
010 Металізація	-	Порошковий матеріал ПГ-ХН80СР2-42	Огляд
015 025 Слюсарна	Напиллок	-	Огляд
020* Контактне наварювання	-	Дріт Св-08Г2С ГОСТ 2246-72	Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1 ГОСТ 166-89
030 Токарна Перехід 1  Перехід 2  Перехід 3	Різець 2103-0007 ГОСТ 18879-73 Різець цеховий Різець 2102-0505 ГОСТ 18877-73	Твердий сплав T15K6 Сталь швидкоріжуча P18 Твердий сплав T15K6	Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1 ГОСТ 166-89 Огляд Штангенциркуль ШЦ-II-300-0,1 ГОСТ 166-89
035 Фрезерна	Фреза 2220-0009 ГОСТ 17025-71	Сталь швидкоріжуча P18	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89

040 Шліфувальна	Коло шліфувальне ПП-600×63×305 25А СМ-2-К ГОСТ 2424-83	Електрокорунд білий, зернистість 50, середньом'який, номер структури 2, зв'язка керамічна	Мікрометр МК-25 ГОСТ 6507-78
-----------------	---	--	---------------------------------

## 2.9 Розрахунок і вибір режимів і виконання запропонованого технологічного процесу

Операція 005 Токарна

Режими та час виконання переходу 1 операції “Токарна” технологічного процесу відновлення:

Перехід 1

$$T_{o1} = 0,08 \text{ хв.}$$

$$T_{b1} = 0,9 \text{ хв.}$$

Перехід 2

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{19,5 - 19,0}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Приймаємо глибину різання, що дорівнює припуску:

$$t = 0,25 \text{ мм.}$$

Вибираємо повздовжню подачу по глибині різання, діаметру поверхні, що оброблюється і матеріалу заготовки [12]:

$$S = 0,3 \text{ мм/об.}$$

Приймаємо швидкість різання по глибині різання, матеріалу ріжучої частини інструменту і прийнятій подачі [12]:

$$V = V_T \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 22 \cdot 0,80 \cdot 1,25 \cdot 1,0 = 22 \text{ м/хв.}$$

де  $V_T$  – табличне значення швидкості різання, м/хв.;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує марку матеріалу, який оброблюється;

$k_2$  – коефіцієнт, що залежить від стійкості інструменту;

$k_3$  – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

$$V_T = 150 \text{ м/хв.}$$

Корегуємо табличне значення швидкості різання:

$$V = V_T \cdot k_M \cdot k_X \cdot k_{MP} \cdot k_{OX} = 150 \cdot 0,75 \cdot 1,15 = 129,4 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо число обертів шпинделя верстату:

$$n_2 = 318 \frac{V}{d} = 318 \cdot \frac{129,4}{19,5} = 2057,5 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо  $n_2 = 3000$  об/хв.

Розраховуємо основний час виконання переходу:

$$T_{o2} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{29 \cdot 1}{3000 \cdot 0,3} = 0,03 \text{ хв.}$$

Приймаємо допоміжний час, зв'язаний з проходом  $i$  з установкою та зняттям деталі, відповідно [12]:

$$T_{в2} = 0,7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо основний час виконання операції:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,08 + 0,03 = 0,11 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час виконання операції:

$$T_{в} = T_{в1} + T_{в2} = 0,9 + 0,7 = 1,6 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час виконання операції:

$$T_{оп} = T_o + T_{в} = 0,11 + 1,60 = 1,71 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = (T_{оп} \cdot K) / 100 = (1,71 \cdot 8) / 100 = 0,1 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заключний час виконання операції [12]:

$$T_{пз} = 4 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу виконання операції:

$$T_H = T_o + T_{в} + T_{дод} + T_{пз} / n = 0,11 + 1,60 + 0,1 + 4 / 10 = 2,21 \text{ хв.}$$

Операція 010 Наварювальна

Режими та час виконання даної операції 010 “Наварювальна”:

$$T_H = 2,45 \text{ хв.}$$

Операція 015 Слюсарна

Режими і час виконання даної операції 015 “Слюсарна” технологічного процесу

$$T_n = 2,25 \text{ хв.}$$

Операція 020 Плазмено-дугове напикання:

Перехід 1

Напикання поверхні під підшипник ковзання виконуємо за наступними режимами [34]

- сила зварювального струму,  $I = 16 \text{ кА}$ ;
- тривалість зварювального циклу,  $t_n = 0,06 \text{ с}$ ;
- тривалість паузи,  $t_n = 0,12 \text{ с}$ ;
- швидкість напикання,  $V_n = 1,2 \text{ м/хв}$ ;
- подача електроду,  $S = 4,0 \text{ мм/об}$ ;
- сила стискання електродів,  $P_p = 1,3 \text{ кН}$ .

Визначаємо число обертів шпинделя:

$$n = 318 \frac{V}{d} = 318 \frac{1,2}{21} = 18,17 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо,  $n=24 \text{ об/хв.}$

Знаходимо основний час переходу:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{29 \cdot 1}{24 \cdot 4} = 0,3 \text{ хв,}$$

де  $L$  – довжина поверхні, що напикається, мм;

$i$  – число шарів напикання;

$n$  – число обертів шпинделя, об/хв.;

$S$  – подача електроду, мм/об.

Приймаємо допоміжний час, пов’язаний з процесом напикання [27]

$$T_v = 0,9 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час виконання операції:

$$T_{оп} = T_o + T_v = 0,3 + 0,9 = 1,2 \text{ хв.}$$

Знаходимо додатковий час виконання операції:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K / 100 = 1,2 \cdot 15 / 100 = 0,18 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заклучний час виконання операції [12]:

$$T_{пз} = 8 \text{ хв.}$$



Визначаємо норму часу виконання операції:

$$T_H = T_0 + T_B + T_{\text{дод}} + T_{\text{пз}}/n = 0,3 + 0,9 + 0,18 + 8/10 = 2,18 \text{ хв.}$$

Норма часу виконання операції 025 “Слюсарна” відповідає часу аналогічної операції 025 “Слюсарна” базового технологічного процесу.

$$T_H = 0,55 \text{ хв.}$$

Операція 030 Токарна.

Перехід 1.

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{21 - 20,5}{2} = 0,25 \text{ мм.}$$

Припуск знімаємо за один прохід і приймаємо глибину різання:

$$t = 0,25 \text{ мм.}$$

По прийнятій глибині різання вибираємо повздовжню подачу і відповідну швидкість різання [8].

$$S = 0,2 \text{ мм/об;}$$

$$V = 46 \text{ м/хв.}$$

Знаходимо число обертів шпинделя:

$$n_1 = 318 \frac{V}{d} = 318 \frac{46}{20,5} = 713,4 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо,  $n_1 = 950 \text{ об/хв.}$

Розраховуємо основний час переходу:

$$T_{01} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{29 \cdot 1}{950 \cdot 0,2} = 0,15 \text{ хв.}$$

Приймаємо допоміжний час, пов'язаний з проходом [ ]

$$T_{B1} = 0,7 \text{ хв.}$$

Режими і час виконання інших переходів даної операції технологічного процесу.

Перехід 2:  $T_{02} = 0,02 \text{ хв.}, T_{B2} = 0,08 \text{ хв.};$

Перехід 3:  $T_{03} = 0,08 \text{ хв.}, T_{B3} = 0,08 \text{ хв.};$

Розраховуємо основний час операції:

$$T_0 = T_{01} + T_{02} + T_{03} = 0,15 + 0,02 + 0,08 = 0,25 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час операції:

$$T_B = T_{B1} + T_{B2} + T_{B3} = 0,7 + 0,08 + 0,08 = 0,86 \text{ хв.}$$

Знаходимо оперативний час операції:

$$T_{оп} = T_о + T_B = 0,25 + 0,86 = 1,11 \text{ хв.}$$

Розраховуємо додатковий час операції:

$$T_{дод} = (T_{оп} \cdot K) / 100 = (1,11 \cdot 8) / 100 = 0,09 \text{ хв.}$$

Приймаємо підготовчо-заключний час операції [18]:

$$T_{пз} = 7 \text{ хв.}$$

Розраховуємо норму часу операції:

$$T_H = T_о + T_B + T_{дод} + T_{пз} / n = 0,25 + 0,86 + 0,09 + 7 / 10 = 1,9 \text{ хв.}$$

035 “Фрезерна”,  $T_H = 2,45$  хв.

Операція даного технологічного процесу 035 “Шліфувальна” технологічного процесу.

040 “Шліфувальна”,  $T_H = 2,98$  хв.

Норми часу виконання операцій запропонованого технологічного процесу зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 Норми часу виконання операцій запропонованого технологічних процесу

Запропонований технологічний процес		
Номер	Найменування операції	Норма часу
005	Токарна	2,21
010	Наварювальна	2,45
015	Слюсарна	2,25
020	Плазмово-дугове напикання	2,18
025	Слюсарна	0,55
030	Токарна	1,9
035	Фрезерна	2,45
040	Шліфувальна	2,98
Всього		16,97

Різьбу ремонтують при зриві більше двох ниток або при її забитості та зминанні. Її відновлюють нарізанням ремонтного розміру, наплавленням

зношеної поверхні з наступним нарізанням різьби нормального розміру, напресуванням на шийку кільця з наступним нарізанням різьби нормального розміру.

При нарізанні різьби нормального розміру з деталі видаляють стару різьбу; вал наплавляють, проточують і нарізають різьбу нормального розміру.

Новий спосіб відновлення зовнішньої різьби електроконтактним наварюванням заключається в наступному. Присадочний дріт укладають між витками різьби і проводять наварювання, проточують поверхню і нарізають різьбу нормального розміру.

Зношені шпонкові канавки (якщо збільшення ширини не перебільшує 15%) фрезерують до ремонтних розмірів і при збиранні встановлюють шпонки збільшених розмірів. При значному зносі канавку заварюють, а нову канавку фрезерують в іншому місці.

## **2.10 Розробка загального технологічного процесу відновлення деталей системи мащення**

Розробимо технологічний процес відновлення деталі, який включає в себе операції підготовки поверхні під відновлення, відновлення та обробки поверхні після відновлення.

Послідовність виконання операцій наступна:

Таблиця 2.7 Технологічний процес ремонту деталей системи мащення двигуна КамАЗ-740.

Номер операції	Назва операції	Зміст операції	Тривалість операції, хв.
005	Мийна	Зовнішня мийка й очищення корпусу від мастила і бруду. Знежирення деталей в розчинниках	20
010	Сушильна	Сушіння деталей у сушильній шафі	10

015	Дефектація	Виявлення стану зношених поверхонь	5
020	Токарна	Відновлення центрових отворів. Механічна обробка зношеної поверхні (придання відновлюємії поверхні правильної геометричної форми)	20
025	Шліфувальна	Шліфувати поверхню під відновлення	15
030	Відновлювальна	Відновити поверхню плазмовим напиленням	35
035	Мийна	Промивка деталей у гарячій, а потім у холодній воді	10
040	Сушильна	Сушіння деталей у сушильній шафі	10
045	Шліфувальна	Чорнове та чистове шліфування відновленої поверхні	20
050	Контрольна	Контроль відновлених поверхонь	5
Всього			150хв. або 2год. 30хв

Приймаємо сумарну тривалість технологічного процесу ремонту деталей системи мащення двигуна КАМАЗ-740 150хв. або 2 год. 30хв.

### 2.11 Вибір і обґрунтування методу відновлення поверхні

В даному випадку передбачається використати метод плазмено-дугової металізації відновлюємії поверхні. В якості матеріалу, який буде наноситися на поверхню порошковий матеріал ПГ-ХН80СР2-42. Плазмову наплавку виконують пальником комбінованого типу в якому одночасно горять дві дуги:

одна - між неплавким вольфрамовим електродом та стабілізуючим соплом (побічна дуга), а друга - між тим самим електродом і виробом (дуга прямої дії). Побічна дуга забезпечує стійку роботу пальника і нагрів порошку. Дуга прямої дії нагріває поверхню виробу, в результаті чого здійснюється сплавлення припадоного матеріалу з основним. Обидві дуги мають автономне джерело живлення.

Присадочний порошок подається за допомогою газу по гнучкій трубці в плазмовий пальник і через кінцеву щілину між стабілізуючим і фокуруючим соплами вдувається в дуги. В зоні дуги порошок нагрівається і плавиться, і на поверхню виробу попадають вже краплини рідкого присадочного матеріалу.

В плазмовий пальник поступають три потоки газу: центральний - плазмоутворюючий газ, який захищає вольфрамовий електрод від окислення, який стабілізує і стискає дугу ( витрати газу 1..2,5л/хв.), транспортуючий газ подає припадочний порошок в пальник і вдуває його в дугу (витрати газу 5...10л/хв.); захисний (витрати газу 10...20л/хв.). В якості плазмоутворюючого, транспортуючого і захисного газів використовують чистий аргон марки А.

Технологічні властивості плазмового наплавлення дуже широкі. Цим способом наносять тонкий шар металу при незначному розплавленні поверхні.

## **2.12 Розрахунок кількості робітників, обладнання та площі проектуємої ділянки**

Заявочна та списочна кількість основних робітників визначається окремо для кожного виду робіт по трудомісткості за формулами

$$P_z = \frac{T}{\Phi_n \cdot \kappa};$$

$$P_c = \frac{T}{\Phi_o \cdot \kappa},$$

де  $T$  – трудомісткість робіт, люд.-год.;

$\Phi_n, \Phi_o$  – відповідно номінальний та дійсний фонди часу робітників, год;

$\kappa$  – коефіцієнт перевиконання норм виробітку,  $\kappa = 1,05 \dots 1,15$ , приймаємо  $\kappa = 1,05$ .

Визначаємо заявочну та списочну кількість робітників для кожного виду робіт:

$$P_3 = \frac{5000}{2061,4 \cdot 1,05} = 2,31 \text{ роб.}, \text{ приймаємо } 5 \text{ чол.}$$

$$P_0 = \frac{5000}{1605,9 \cdot 1,05} = 2,97 \text{ роб.}, \text{ приймаємо } 5 \text{ чол.}$$

Згідно до штатного розпису приймаємо кількість основних працівників - 5 чоловік, та допоміжних - 1 чоловік. Інженерно-технічних працівників та молодшого обслуговуючого персоналу не приймаємо, тому що дільниця ремонту деталей системи мащення входить у структуру дільниці ремонту двигунів із відповідною кількістю працівників вищеназваних категорій.

Вибираємо та розраховуємо необхідне технологічне обладнання для дільниці.

Прилади, устаткування й інструмент, за допомогою яких у процесі досліджень здійснювалися виміри, представлені в табл. 2.8.

Таблиця 2.8. Прилади, устаткування й інструмент досліджень процесу ремонту деталей системи мащення двигунів КАМАЗ-740

Фактор, відгук	Найменування приладів, устаткування, інструменту	Клас, точності
Час	Секундомір СОС пр. 26-2 (0...60 з, 0...60 хв)	±0,3 сек
Температура	Термометр ртутний ГОСТ 215-57 (0...100 <sup>0</sup> С)	±0,1 <sup>0</sup> С
Візуальний аналіз	Мікроскоп МБС-10; Мікроскоп МБС-1 Калібр 103,07±0,01мм	±0,001мм
Маса	Терези аналітичні (А-31 (0...200 г))	0,1 мг
	Терези важільні РН-10Ц13В (0...10 кг)	5 мг
	Терези ВЛТ-20-1	0,1 мг
Мікрошорсткість	Профілометр-профілограф мод. 201	10%

Мікрометраж деталей системи мащення виконувався приладами й інструментом згідно рекомендацій ГОСТ 18509-88 (табл. 2.9).

Таблиця 2.9. Прилади й інструмент для мікрометражу деталей системи мащення двигуна

Місце виміру	Найменування приладу, інструмента	Припустима погрішність, мм	
		звітної пристрою	за ДСТУ 18509-88
Внутрішній діаметр корпусу насоса	Нутромір індикаторний НІ100...160 мм, №2530, індикатор 1МИГ №71868	0,002	±0,002
Зовнішній діаметр корпусу насоса	Мікрометр МК100-125 №38822 ГОСТ 6507-60	0,005	±0,005
Ширина оливних канавок	Кінцеві міри довгі набір 1, №100488, ГОСТ9078-73 Мікроскоп МБС-10	0,005 0,001	±0,002
Висота канавок	Скоба індикаторна 0...25мм	0,002	±0,01

Необхідна кількість робочих місць розраховується за формулою:

$$n_{об} = \frac{N_{\partial}(t_1 + t_2) \cdot a}{\Phi_{o.\partial} \cdot \eta} + 2,$$

де  $N_{\partial}$  - кількість систем мащення двигунів, що ремонтуються на рік;

$t_1$  - тривалість ремонту деталей системи мащення одного двигуна, год.;

$t_2$  - час установки і зняття насосу, (0,2...0,25 год.);

$a$  - коефіцієнт повторюваності ремонту деталей системи мащення, (1,05...1,10)

$\Phi_{o.\partial}$  – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

$\eta_s$  – коефіцієнт завантаження обладнання,  $\eta_s = 0.85...0.9$ .

Необхідна кількість робочих місць для ремонту деталей системи мащення двигунів

$$\eta_l = \frac{2000 \cdot (2,5 + 0,25) \cdot 1,05}{2020,2 \cdot 0,9} + 2 = 5,18, \text{ приймаємо } 5 \text{ робочих місць.}$$

Складаємо відомість обладнання дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів, табл. 2.10.

Таблиця 2.10. Відомість обладнання дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів КАМАЗ-740

Найменування обладнання	Позначення на плані	Кількість	Тип або марка обладнання	Габаритні розміри, мм	Площа під обладнанням, м <sup>2</sup>	Електрична потужність обладнання, кВт
Струмина камерна мийна установка	1	1	ОМ-4610 ГОСТ 12.4010	2300×1800	4,14	8,5
Шафа для інструментів приладів	2	1	-	1000×520× 1825	0,52	-
Підставка для агрегатів	3	2	ОРГ1468	2000×1200	4,8	-
Візок для транспортування агрегатів	4	1		1500×800× 1000	1,2	-
Підйомник-маніпулятор	5	1	СЗА- 3.01.00.00	-	-	3,2
Таль електрична	6	1	ТЭ-100- 51120-01 ГОСТ 22584-77	-	-	1,5
Стелаж полочний для деталей що потребують ремонту	7	1	-	1500×560× 1720	0,84	-
Стіл монтажний металевий	8	1	ОРГ-1468- 01-080А	1200×800× 600	0,96	
Верстак слюсарний	9	2	ОПР 2288	1400×800	2,24	



Стелаж для піддонів	10	1	ОРГ146800 7-045	3000×900	2,7	-
Верстат токарний	11	1	16К20	2450×1780	4,36	5,4
Установка для напилення	12	1	УПУ-8М	2540×1400	3,56	4,5
Верстат круглошліфувальний	13	1	3Е710А	2500×2200	5,5	3,4
Сушильна шафа	14	1	А-114	1200×1100	1,32	11,6
Рукомийник керосином	15	1	-	1000×400	0,4	-
Рукомийник	16	1	-	1000×400	0,4	-
Комплект інструментів слюсаря-монтажника	17	3	І-131	360×160×160	0,06	-
Стіл контролю	18	1	ОРГ1468-01	1600×700	1,12	-
Всього					34,12	38,1

Площу дільниці ремонту деталей системи мащення двигунів розраховуємо за сумарною площею під обладнанням:

$$F = \sum_{i=1}^n f_o \cdot k_3,$$

$f_o$  – площа під обладнанням одного типу,  $f_o = 34,12 \text{ м}^2$ ;

$k_3$  – коефіцієнт робочої зони,  $k_3$  знаходиться в межах від 2,5 до 4,5, приймаємо  $k_3 = 3,5$ .

$$F = 34,12 \cdot 3,5 = 119,42 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу дільниці  $120 \text{ м}^2$ .

## 2.12 Розробка планування дільниці

При розробці дільниці по обкатці двигунів аналізуємо технологічні маршрути ремонту деталей системи мащення двигунів та обираємо транспортні засоби для міжопераційного переміщення.

Для забезпечення принципу прямопоточності визначаємо послідовність встановлення обладнання, визначаємо технологічні маршрути деталей, які порушують цей принцип і розробляємо планування яке максимально забезпечує принцип прямопоточності.

Одночасно визначаємо дійсне місце розташування кожного станку і кожного робочого місця з урахуванням раціональної організації робочого місця та специфіки обраного транспортуючого пристрою. Розташування обладнання координуємо відносно колон та стін будівель корпусу згідно з встановленими нормативами.

## **3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Допустимі норми забрудненості рідини**

Чистота рідини регламентується спеціальними стандартами, наприклад, ГОСТ 6370-59, 10227-62, 10577-63 і ін. У гідравлічних системах загальнопромислового призначення рідина вважається чистою, якщо вміст забруднень при аналізі проби по ГОСТ 6370-59 по масі не перевищує 0,005%, що складає 50 міліграм/л.

Очевидно, що масова концентрація забрудненості рідин лише побічно може характеризувати небезпеку забруднень. При одній і тій же масовій концентрації в рідині може бути мала кількість крупних частинок і велика кількість дрібних. В той же час на надійність роботи систем мащення, як показали дослідження, в першу чергу впливають частинки певних розмірів. У основі ГОСТ 17216-71 на чистоту робочої рідини закладений інший принцип. Стандарт встановлює 19 класів чистоти рідини, кожному з яких відповідає певне число частинок різного розміру, що містяться в 100 см<sup>3</sup> рідини.

### **3.2 Методи контролю чистоти рідини**

Для оцінки забрудненості рідини використовуються показники:

- 1) маса частинок забруднень в одиниці об'єму рідини, міліграм/л або %;
- 2) об'єм механічних включень в одиниці об'єму рідини; показник забрудненості виражають у відсотках;
- 3) кількість частинок різних розмірів забруднень в одиниці об'єму рідини.

Одним з найпростіших і широко поширеніших методів контролю чистоти рідини є візуальний контроль. В цьому випадку через чистий фільтруючий матеріал тонкого очищення пропускають певний об'єм контрольованої рідини і потім ретельно оглядають поверхню фільтроелемента. По знайдених забрудненнях на фільтрі судять про чистоту рідини. Без оптичних засобів на фільтрі можна знайти частинки розміром більше 25 мкм.

Масу механічних домішок в одиниці об'єму рідини визначають по ГОСТ 6370-59. Вимірювання показали, що маса 1 см<sup>3</sup> забруднень складає 2,3...3,5 г..

Гранулометрична і об'ємна оцінка забруднень проводиться за допомогою мікроскопів, звичайно при 200 - кратному збільшенні.

Для підвищення точності і прискорення процесу контролю чистоти рідини розробляються автоматичні лічильники, в яких використовується фотоелектронний принцип визначення розміру і підрахунку частинок шляхом розгортки дослідженої поверхні проби на широку доріжку. Існують розробки приладів контролю чистоти рідини, що використовують інші принципи, наприклад, ультразвук, силу тертя рухомого плунжера тощо. Проте застосування універсальних приладів (МФС-7, БАРС), які дозволяють швидко, з високою точністю виміряти забрудненість моторної оливи, на практиці потребує розробки певної системи отримання і обробки даних, а також постійного їх контролю (моніторингу) [7].

### **3.3 Обґрунтування вибору пристосування для промивки системи мащення**

Підтримання системи мащення в технічно справному стані важлива умова створення та підтримання нормальних умов роботи двигуна. Наявність забруднень в системі мащення приводить до погіршення її роботи і, як наслідок, може викликати відмову системи.

Запропонована в дипломному проєкті установка для промивки системи мащення (рис. 3.1) дозволяє промити систему мащення двигуна одному працівнику, при цьому якість промивки не змінюється в порівнянні з традиційним способом.

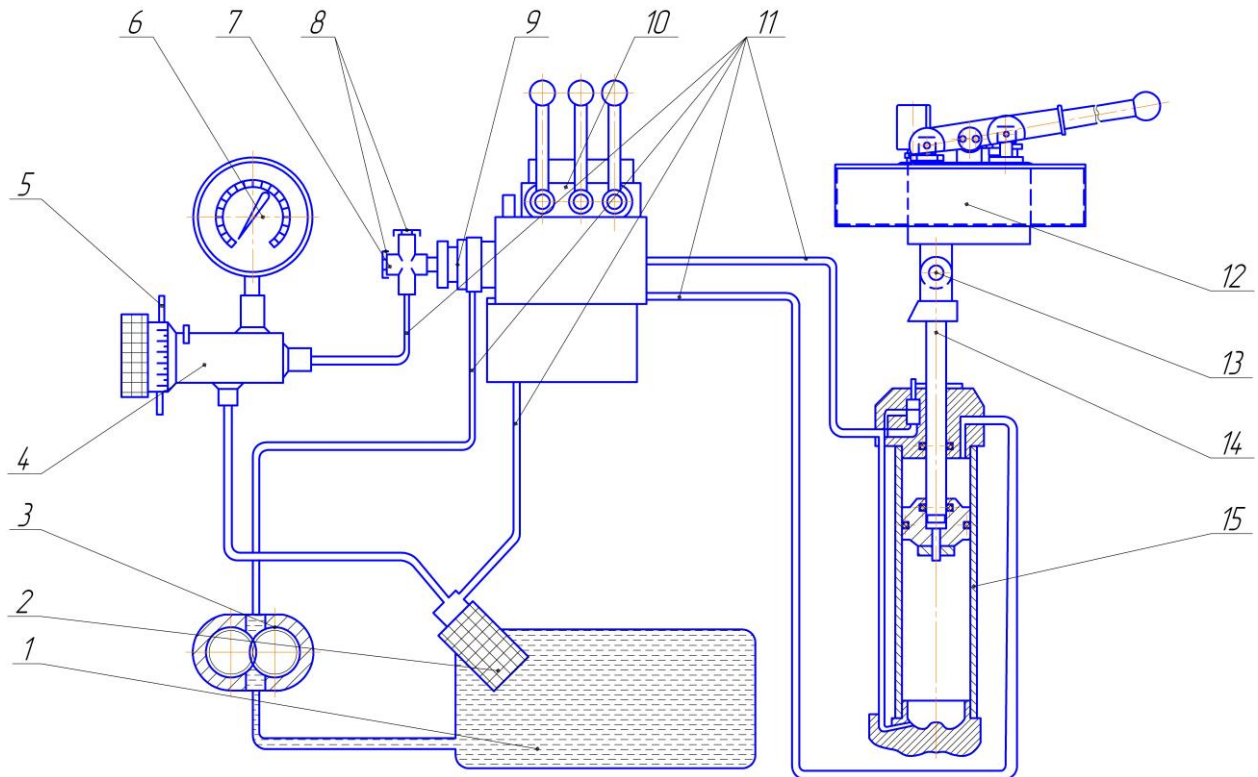


Рисунок 3.1 - Пристосування для промивки системи мащення

1 - оливний бак; 2 – фільтр; 3 - насос оливний; 4 - прилад для перевірки тиску оливи; 5 - рукоятка; 6 - манометр; 7 - трійник; 8 - заглушки; 9 - штуцер - заглушка; 10 - розподільник; 11 - трубопроводи; 12 - навантажувальний пристрій; 13 - палець; 14 - шток гідроциліндра; 15 - гідроциліндр.

Впровадження такого пристосування в технологічні процеси технічного обслуговування і діагностування гідравлічних системи мащення вантажних автомобілів дає можливість зменшити кількість обслуговуючого персоналу і зменшити час на промивку систем.

Конструкція, принцип та механізм роботи пристосування для промивки системи мащення.

Пристосування для промивки системи мащення, нескладне у виготовленні і може бути застосовано у автогосподарствах та на авторемонтних заводах.

Пристосування працює наступним чином.

Моторна олива з оливного бака 1, під дією оливного насоса 2 по трубопроводу надходить до штуцер-заглушки 9. Далі, через трійник 7 олива, по одному контуру, надходить до приладу 4 для перевірки тиску оливи, що розвиває оливний насос 3, налаштування приладу здійснюється

рукояткою 5. Скидання оливи відбувається через фільтр 2 в оливний бак 1. Провертанням штуцер-заглушки 9 відкривається доступ до іншого контуру. Розподільник 10 призначений для розподілу тиску та об'єму оливи. Навантажувальний пристрій 12 забезпечує підтримання і регулювання в широкому діапазоні тиску в системі. Передача зусилля передається через вихідну вилку навантажувального пристрою, палець 13, вилку штоку гідроциліндра 14, та сам натискний гідроциліндр 15.

Промивання системи мащення відбувається при відкритті заглушок 8. Олива з установки, під заданим тиском, і імпульсним навантаженням циркулює системою мащення. Напрямок подачі оливи може змінюватись приєднанням зворотної полярності виходів.

При закритих плунжерах навантажувального пристрою 12 тиск рідини у системі швидко підвищується та при деякому його значенні шток зупиняється на значенні максимальної подачі оливи насосом, або заданим через розподільник 10. Якщо відвернути штуцер – заглушку 9, то пристосування почне діяти, прокачуючи систему.

Пристосування важить 24,6 кг. Його продуктивність збільшується при зменшенні опору системи мащення (меншому забрудненні) та може досягати 120 ходів за хвилину. При необхідності продуктивність може бути знижена регулюванням або установкою в гідروпровід спеціальної пробки з дроселюючим отвором.

Визначення необхідного діаметра гідроциліндра

Максимальне зусилля, що розвивається гідроциліндром можна визначити за формулою:

$$P_{ц} = p \cdot \frac{\pi \cdot d_{ц}^2}{4} .$$

Звідки можна знайти діаметр циліндра:

$$d_{ц} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{ц}}{p \cdot \pi}} ,$$

де  $d_{ц}$  – діаметр поршня гідравлічного циліндра, мм;

$P_{ц}$  – необхідне зусилля, що розвивається гідроциліндром,  $P_{ц} = 1500$  Н;

$$p = 0,6 \text{ Н/мм}^2.$$

$$d_u = \sqrt{\frac{4 \cdot 1500}{0,6 \cdot \pi}} = 56 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань та стандартного ряду діаметрів приймаємо діаметр гідроциліндра  $d_{ц} = 60 \text{ мм}$ .

Тоді зусилля, що розвивається гідроциліндром, складе:

$$P_u = \frac{\pi \cdot 60^2}{4} \cdot 0,8 = 2260 \text{ Н} = 2,6 \text{ кН.}$$

Розрахунок штоку на міцність

Вихідні дані для розрахунку:

Діаметр поршня:  $D=60 \text{ мм}$ ;

Матеріал штоку: сталь 45 ГОСТ 1050-88;

Механічні характеристики сталі 45:

- межа міцності:  $\sigma_{\sigma} = 900 \text{ МПа}$ ;

- межа текучості:  $\sigma_m = 650 \text{ МПа}$ ;

- межа витривалості:  $\sigma_{-1} = 380 \text{ МПа}$ ;

Зовнішній діаметр штоку:  $D_3 = 38 \text{ мм}$ ;

Тиск, що діє на шток  $P = 0,6 \text{ Н/мм}^2$ .

Визначаємо площу перетину поршня:

$$F = \pi \cdot D^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,06^2 / 4 = 0,0028 \text{ м}^2 = 2800 \text{ мм}^2$$

Визначаємо зусилля на штоку:

$$Q = F \cdot P = 2800 \cdot 0,6 = 1680 \text{ Н}$$

Визначаємо площу перерізу штоку:

$$F_{(38)} = \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 38^2}{4} = 1134 \text{ мм}^2,$$

$$F_{(32)} = \frac{\pi \cdot D_B^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 32^2}{4} = 804 \text{ мм}^2,$$

$$F_{шт} = F_{(38)} - F_{(32)} = 1134 - 804 = 330 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо граничну напругу, що діє на шток при розтязі або стиску:

$$\sigma_{\max} = \frac{Q_{\max}}{F_{шт}} = \frac{1680}{330} = 5,09 \text{ МПа}$$

Визначаємо запас міцності:

$$P_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a + \psi \cdot \sigma_m} = \frac{380}{2,54 + 0,05 \cdot 650} = 10,63 \text{ МПа}$$

Визначаємо амплітуду напружень:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{\max}}{2} = \sigma_m = \frac{5,09}{2} = 2,54 \text{ МПа}$$

Висновок: так як величина запасу міцності штоку складає  $P_{\sigma} = 10,63 \text{ МПа}$ ; а припустиме напруження штоку, складає  $[\sigma] = 5,09 \text{ МПа}$ , то з цього видно, що шток працює в умовах напружень, що не перевищують граничні, умова міцності виконується.

### **3.4 Технологічна послідовність та особливості збирання, випробування та фарбування установки**

При збиранні пристосування необхідно перевірити всі вхідні до нього деталі на відсутність тріщин, гідроциліндр на відсутність задирів, подряпин на робочій поверхні. Поршні повинні мати регламентовану ТУ шорсткість для уникнення пошкоджень циліндра. Кран, трійник, їх різьбові з'єднання, трубопроводи, та гідроциліндр необхідно перевірити на герметичність шляхом приєднання до гідросистеми з тиском 1,0МПа (10атм.). Перевірити надійність всіх різьбових з'єднань.

Після повного видалення моторної оливи необхідно міцно закрутити перепускні клапани, перекрити кран подачі стисненої моторної оливи до пристосування. Перевірити наявність необхідного рівня в системі гідроприводу і при необхідності довести його до норми.

Фарбування пристосування полягає в нанесенні емалі на металеві не спряжені поверхні. При фарбуванні всі отвори гідросистеми пристосування необхідно закрити. Не допускати потрапляння фарби на шток. Рухомі деталі фарбувати червоною емаллю.



## 4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 4.1 Математична модель для дослідження перехідних процесів

Характерною особливістю моделювання динамічної системи являється змінність її структури, обумовлене наявністю фрикційних елементів, які можуть знаходитися в одному із двох можливих станів: стан ковзання або в закритому стані. Крім того, вмикання зчеплення  $\Phi\epsilon_1$  призводить до зменшення числа ступенів вільності системи на одиницю. При тому змінюється взаємодія елементів динамічної системи, відзеркаляне фазовими координатами типу потенціалу. Ті внутрішні потенціали системи (моменти жорстких елементів, моменти тертя фрикційних елементів), а їх дія на безпосередню вагу відображається на орграфі безпосередньо відповідних відрізків. Орграф модельованій системи представлені на рисунку 4.1

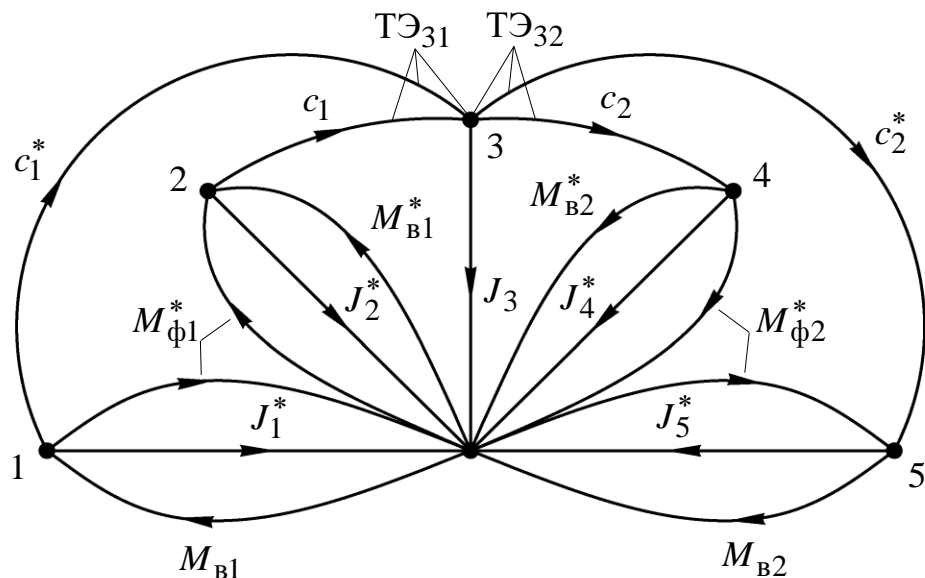


Рисунок 4.1 – Орграф динамічної моделі трансмісії

Якщо дія будь-якого потенціалу на дану безпосередню вагу може виникати або зникати при зміні режиму фрикційного елементу, то такий відрізок називається віртуальним, а її потенціал на орграфі позначається зірочкою. Відрізки дисипативних елементів на орграфі не показані з метою зпрощення рисунку. Ті відрізки розміщені аналогічно відрізки пружних елементів.

В таблиці 4.1 приведена матриця інцидентій, а в таблиці 4.2 – матриця трансформаторних елементів. Ця матриця складається на основі орграфу. Наявність віртуальних відрізків в матриці інцидентій зірочкою.

Таблиця 4.1 – Матриця інцидентій

Вузли	Відрізки							
	$M_{B1}$	$M_{B2}$	$M_{\phi1}$	$M_{\phi2}$	$c_1$	$c_2$	$\mu_1$	$\mu_2$
1	1	0	-1*	0	-1*	0	-1*	0
2	1*	0	1*	0	-1	0	-1	0
3	0	0	0	0	1	-1	1	-1
4	0	-1*	0	-1*	0	1	0	1
5	0	-1	0	1*	0	1*	0	1*

Таблиця 4.2 – Матриця трансформаторних елементів

Вузли	Відрізки			
	$c_1$	$c_2$	$\mu_1$	$\mu_2$
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	1	2	1	2
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0

Використовувати матриці інцидентій і трансформаторних елементів, на основі структурно-матричного методу отримують топологічні і компоненти керування, складаючи математичну модель динамічної системи трансмісії автомобіля:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{d\omega_1}{dt} &= \frac{M_{\text{в1}} - M_{\text{ф1}} \operatorname{sign}(\omega_1 - \omega_2)(1 - L_1) - (M_{\text{y1}} + M_{\text{д1}})L_1 P_1}{J_1 + J_2 L_1}; \\
 \frac{d\omega_2}{dt} &= \frac{M_{\text{в1}} L_1 P_1 + M_{\text{ф1}} \operatorname{sign}(\omega_1 - \omega_2)(1 - L_1) - (M_{\text{y1}} + M_{\text{д1}})}{J_1 L_1 + J_2}; \\
 \frac{d\omega_3}{dt} &= \frac{(M_{\text{y1}} + M_{\text{д1}})i_{31}\eta_{31} - (M_{\text{y2}} + M_{\text{д2}})/(i_{32}\eta_{32})}{J_3}; \\
 \frac{d\omega_4}{dt} &= \frac{-M_{\text{в2}}L_2 P_2 - M_{\text{ф2}} \operatorname{sign}(\omega_4 - \omega_5)(1 - L_2) + (M_{\text{y2}} + M_{\text{д2}})}{J_4 + J_5 L_2}; \\
 \frac{d\omega_5}{dt} &= \frac{-M_{\text{в2}} + M_{\text{ф2}} \operatorname{sign}(\omega_4 - \omega_5)(1 - L_2) + (M_{\text{y2}} + M_{\text{д2}})L_2 P_2}{J_4 L_2 + J_5}; \\
 \frac{dM_{\text{y1}}}{dt} &= c_1(\omega_2 - \omega_3 i_{31}); \\
 \frac{dM_{\text{y2}}}{dt} &= c_2(\omega_3 / i_{32} - \omega_4);
 \end{aligned} \right\} \quad (4.1)$$

$$M_{\text{д1}} = \mu_1(\omega_2 - \omega_3 i_{31}); M_{\text{д2}} = \mu_2(\omega_3 / i_{32} - \omega_4), \dots \dots \dots (4.2)$$

де  $\omega_1 \dots \omega_5$  – кутові швидкості інерційної обертової ваги  $J_1 \dots J_5$ , відповідно;

$M_{\text{y1}}$  – момент першого пружного елемента;

$M_{\text{y2}}$  – момент другого пружного елемента;

$M_{\text{ф1}}$  – момент тертя фрикційного елемента ФЕ1;

$M_{\text{ф2}}$  – момент тертя фрикційного елемента ФЕ2.

Отримана система диференціальних рівнянь (4.1) в спільності з компонентними рівняннями дисипативних елементів (4.2) описує динаміку перехідних процесів трансмісії.

Функція  $\operatorname{sign}$  введена для контролю можливих змін значення різності кутові швидкості ведучих і введених частин фрикційних елементів, так як при тому змінюється напрямок моментів тертя.

Для збереження постійної структури системи диференціальних рівнянь, незалежно від стану фрикційних елементів, впливаючих на число ступенів вільності системи, використовуються дискретні функції замикання  $L_i$  і розмикання  $P_i$  зчеплення. Виражене для вираження тих функцій має наступний вигляд:

$$L_1 = \begin{cases} 1 & \text{при } |\omega_1 - \omega_2| \leq \Delta\omega_1; \\ 0 & \text{при } |\omega_1 - \omega_2| > \Delta\omega_1; \end{cases} \quad (4.3)$$

$$P_1 = 0,5 \left[ 1 + \text{sign} \left( M_{\phi 1} - |M_{y1} + M_{d1} + J_2 \dot{\omega}_2| \right) \right]; \quad (4.4)$$

$$L_2 = \begin{cases} 1 & \text{при } |\omega_4 - \omega_5| \leq \Delta\omega_2; \\ 0 & \text{при } |\omega_4 - \omega_5| > \Delta\omega_2; \end{cases} \quad (4.5)$$

$$P_2 = 0,5 \left[ 1 + \text{sign} \left( M_{\phi 2} - |M_{y2} + M_{d2} - J_4 \dot{\omega}_4| \right) \right]. \quad (4.6)$$

## 4.2 Моделювання функції зовнішньої дії

Таблиця 4.1 – Вихідні дані

Параметри	Значення параметрів
Максимальна потужність двигуна - $P_{emax}$ , Вт	70500
Максимальний обертовий момент – $M_{emax}$ , Нм	206
Коефіцієнти регресії Лейдермана:	
$a$	0,6019
$b$	1,9907
$c$	-1,5929
Частота обертання двигуна при $P_{emax}$ – $n_p$ , об/хв	4000
Повна маса автомобіля - $m_a$ , кг	3500
Коефіцієнт протидії коченню - $f_0$	0,015
Радіус кочення колеса - $r_k$ , м	0,3234
Коефіцієнт опору повітря – $k_w$ , Н·с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup>	0,5
Лобова площа автомобіля – $A_l$ , м <sup>2</sup>	4,6733
Коефіцієнт запасу моменту тертя – $\beta$	2
Час включення зчеплення – $t_{\phi}$ , с	1
Динамічний коефіцієнт зчеплення – $\varphi_{x\delta}$	0,56
Статистичний коефіцієнт зчеплення - $\varphi_{xcm}$	0,7
Коефіцієнт експоненти - $k_e$	0,25
Частини маси автомобіля, припадаюча на ведучі колеса – $m_{a2}$ , кг	2300

Зовнішнє середовище здійснює дію на модельовану динамічну систему двома руслами потенціалів:  $M_{B1}$  і  $M_{B2}$ . Потенціал  $M_{B1}$  представляє собою обертовий момент двигуна, а потенціал  $M_{B2}$  – приведений до ведучого колеса момент опору руху автомобіля.

Двигун може працювати на зовнішній швидкісній характеристиці або на регульованій ступені характеристики. Тому крутний момент двигуна визначається за наступним виразом:

$$M_{B1} = M_e = \begin{cases} M_P \left[ a + b(\omega_d / \omega_P) + c(\omega_d / \omega_P)^2 \right] & \text{при } \omega_d \leq \omega_P; \\ M_P - k_p (\omega_d - \omega_P) & \text{при } \omega_d > \omega_P; \end{cases} \quad (4.1)$$

де  $M_e$  – текучі значення обертового моменту двигуна, Н·м;

$M_P$  – момент двигуна при максимальній потужності  $P_{e \max}$ ;

$\omega_d$  – текучі значення кутової швидкості колінчастого вала двигуна (відповідно динамічної моделі  $\omega_d = \omega_1$ ), рад/с;

$\omega_P$  – кутова швидкість колінчастого вала при  $P_{e \max}$ ;

$a, b, c$  – коефіцієнти рівняння регресії, описуючі зовнішню швидкісну характеристику двигуна;

$k_p$  – коефіцієнт нахилу регульованого ступеня характеристики двигуна, Н·м·с/рад.

Крутний момент двигуна  $M_P$  визначається за формулою

$$M_P = P_{e \max} / \omega_P. \quad (4.2)$$

В цю формулу підставляється значення  $P_{e \max}$  (Вт) з таблиці (4.1),  $\omega_P$  знаходимо по формулі (4.3) (рад/с) і отримуємо  $M_P$  (Н·м), яке в подальшому використовується в формулі (4.1).

Значення  $\omega_P$  (рад/с) визначається за формулою

$$\omega_P = \frac{\pi n_P}{30}, \quad (4.3)$$

де  $n_P$  – частота обертання вала двигуна при  $P_{e \max}$ , об/хв (див. таблиця 4.1).

Значення коефіцієнта  $k_p$  визначається на основі виразу

$$M_P - k_p(\omega_{xx \max} - \omega_P) = 0 \quad . \quad (4.4)$$

де  $\omega_{xx \max}$  – максимальна кутова швидкість холостого ходу двигуна:

$$\omega_{xx \max} = \frac{\pi n_{xx \max}}{30}, \quad (4.5)$$

$n_{xx \max}$  – максимальна частота холостого ходу двигуна, об/хв

$$n_{xx \max} = 1,12 \cdot n_P. \quad (4.6)$$

Значення коефіцієнта  $k_p$  визначаємо за формулою

$$k_p = \frac{M_P}{\omega_{xx \max} - \omega_P}. \quad (4.7)$$

Опір руху автомобіля визначається трьома складовими: опору коліс; опір на підйом; опір повітря.

Приведений момент опору  $M_{B2}$  визначаємо за формулою

$$M_{B2} = M_f + M_h + M_w, \quad (4.8)$$

де  $M_f$  – момент, враховуючий опір коченню, Н·м;

$M_h$  – момент, враховуючий опір, обумовлений перехід поперечного нахилу дороги (підйом), Н·м;

$M_w$  – момент, враховуючий опір повітря, Н·м.

Значення  $M_f$  визначається за формулою

$$M_f = m_a g f_v r_k \text{sign } \omega_5, \quad (4.9)$$

де  $m_a$  – повна маса автомобіля, кг;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$f_v$  – коефіцієнт опору коченню;

$r_k$  – радіус кочення колеса, м.

Значення коефіцієнта опору коченню  $f_v$  залежить від швидкості автомобіля  $v$  і визначається за формулою:

$$f_v = f_0 \left[ 1 + (0,0216 v)^2 \right] = f_0 \left[ 1 + (0,0216 r_k \omega_5)^2 \right], \quad (4.10)$$

де  $f_0$  – коефіцієнта опору коченню при малій швидкості;

$\omega_5 = \omega_{к.в}$  – кутова швидкість ведучого колеса, рад/с.

Вихідні значення  $m_a, r_k, f_0$  приведені в таблиці 4.1.

Функція  $\text{sign } \omega_5$  враховує можливість зміни значення моменту  $M_f$ . При позитивній швидкості автомобіля  $M_f$  позитивно. При рушанні автомобіля на підйом може спостерігатися відкачування його назад, тоді  $\omega_5$  виявиться відмінним, що призведе до зміни значення моменту  $M_f$ .

Значення моменту  $M_h$  визначається за формулою

$$M_h = m_a g h r_k, \quad (4.11)$$

де  $h$  – кут дорожнього полотна:  $h = \text{tg } \alpha$ ;

$\alpha$  – кут поперечного нахилу, град.

На підйом  $h$  позитивно, а на спуску відмінно.

Т.к. рушання автомобіля відбувається на горизонтальній поверхні, то  $h = 0$ , тоді відповідно до  $M_h = 0$ .

Значення моменту  $M_w$  залежить від швидкості автомобіля і визначається за формулою

$$M_w = k_w A_l v^2 r_k = k_w A_l r_k^3 \omega_5^2, \quad (4.12)$$

де  $k_w$  – коефіцієнт опору повітря,  $\text{H} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$ ;

$A_l$  – лобова площа автомобіля,  $\text{м}^2$ .

Значення параметрів  $k_w, A_l, r_k$  приймаємо із таблиці 4.1.

Момент тертя  $M_{\phi 1}$  зчеплення  $\Phi_{E_1}$  в першому приближенні описується кусочно-лінійною функцією:

$$M_{\phi 1} = \begin{cases} M_{\phi 1 \max} t / t_{\phi 1} & \text{при } 0 \leq t \leq t_{\phi 1}; \\ M_{\phi 1 \max} & \text{при } t > t_{\phi 1}; \end{cases} \quad (4.13)$$

де  $M_{\phi 1 \max}$  – максимальне значення моменту тертя,  $\text{H} \cdot \text{м}$ ;

$t$  – текучий час процесу включення зчеплення,  $\text{с}$ ;

$t_{\phi 1}$  – час пробуксовування зчеплення,  $\text{с}$ .

Значення  $M_{\phi 1 \max}$  призначають із умов

$$M_{\phi 1 \max} = \beta M_{e \max}, \quad (4.14)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт запасу моменту тертя;

$M_{e\max}$  – максимальний момент двигуна, Н·м.

Значення параметрів  $\beta, t_{\phi 1}, t, M_{e\max}$  наведених в таблиці 4.1.

Момент зчеплення ведучих коліс з дорогою  $M_{\phi 2}$  визначаємо за формулою

$$M_{\phi 2} = \varphi_x m_{a2} g r_k, \quad (4.15)$$

де  $\varphi_x$  – коефіцієнт зчеплення;

$m_{a2}$  – частина маси автомобіля, припадаюча на ведучі колеса, кг.

Коефіцієнт зчеплення  $\varphi_x$  визначається за формулою

$$\varphi_x = \varphi_{хд} + (\varphi_{хст} - \varphi_{хд}) \exp(-k_e r_k |\omega_4 - \omega_5|), \quad (4.16)$$

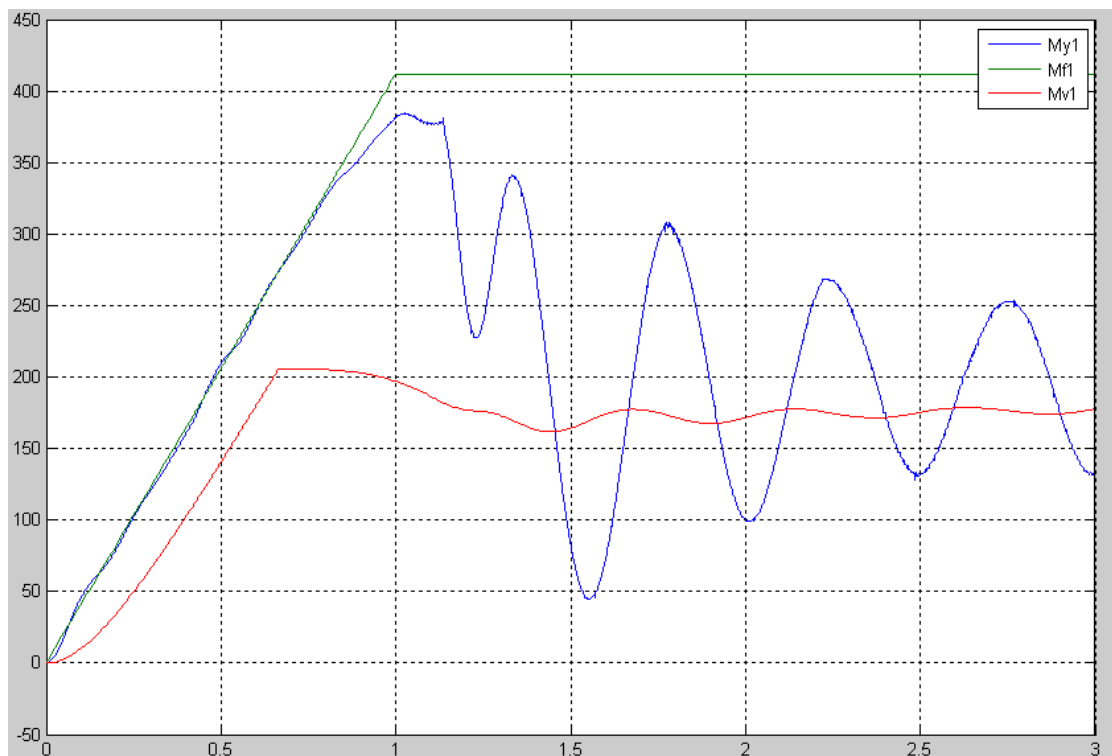
де  $\varphi_{хд}$  – динамічний коефіцієнт зчеплення (при ковзанні колеса);

$\varphi_{хст}$  – статистичний коефіцієнт зчеплення (при коченню без ковзання);

$k_e$  – коефіцієнт експоненти.

Значення параметрів  $m_{a2}, \varphi_{хд}, \varphi_{хст}, k_e$  наведені в таблиці 4.1.

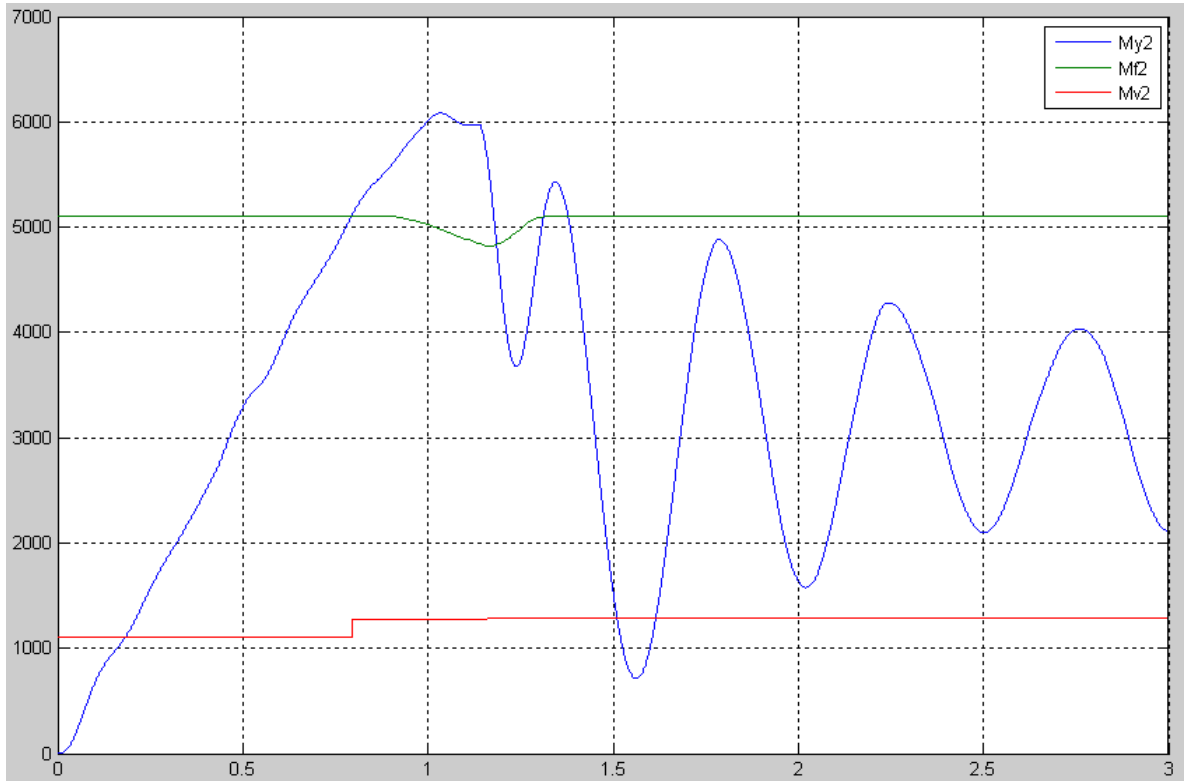
Значення  $M_{\phi 1}, M_{y1}, M_{e1}$  приведено на графіку 4.1.



Графік 4.1 - Крутний момент двигуна  $M_{e1}$ , момент тертя зчеплення  $\Phi E_1 M_{\phi 1}$ , момент першого пружного елемента  $M_{y1}$ .

Значення  $M_{\phi 2}, M_{y2}, M_{e2}$  приведено на графіку 4.2.





Графік 4.2 – Зовнішня дія на ведучі колеса  $M_{B2}$ , момент опору коченню ведучих коліс  $M_{y2}$ , момент другого пружного елементу  $M_{y2}$ .

Для оцінки завантаженості і роботи здатності зчеплення визначають потужність  $P_{\phi i}$  і роботу  $W_{\phi i}$  пробуксовування. Потужність визначаємо за формулою

$$P_{\phi i} = |M_{\phi i} \omega_{\phi i}|, \quad (4.17)$$

а роботу пробуксовування – за формулою:

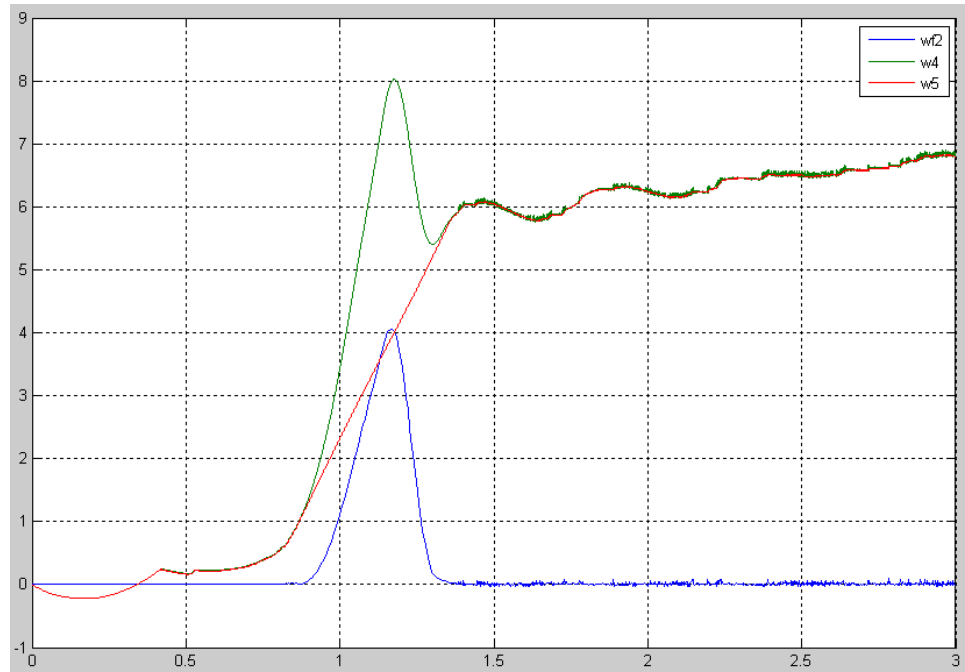
$$W_{\phi i} = \int_0^{t_{\phi i}} P_{\phi i} dt, \quad (4.18)$$

де  $\omega_{\phi i}$  – кутова швидкість відносного ковзання поверхонь тертя зчепленів, рад/с:

$$\text{для } \Phi E_1 \quad \omega_{\phi 1} = \omega_1 - \omega_2; \quad (4.19)$$

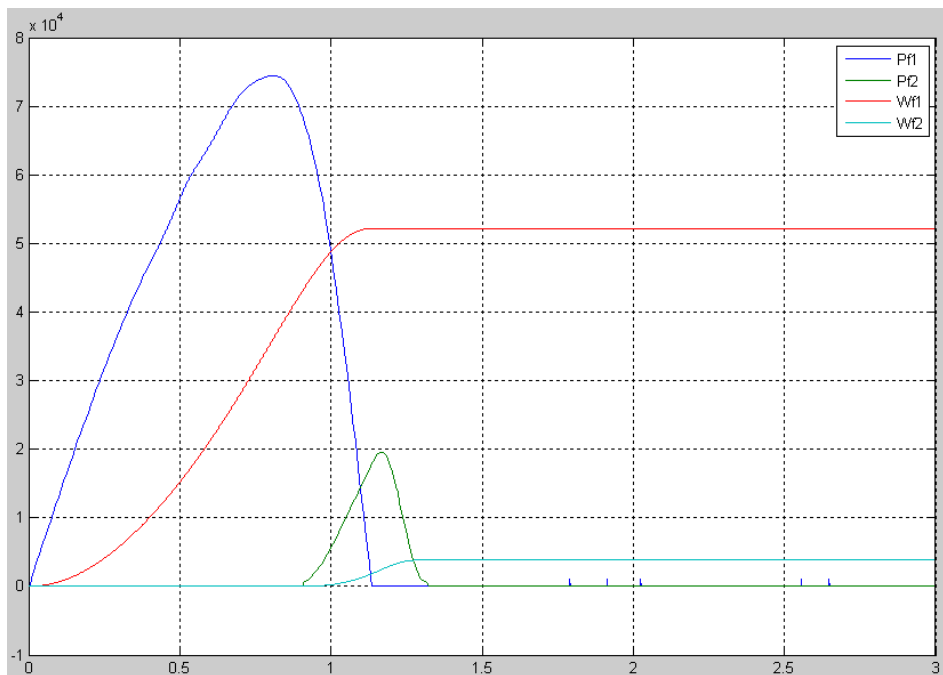
$$\text{для } \Phi E_2 \quad \omega_{\phi 2} = (\omega_4 - \omega_5). \quad (4.20)$$

Кутові швидкості відносного ковзання поверхонь тертя зчеплення зображено на графіку 4.3.



Графік 4.3 - Кутові швидкості відносного ковзання поверхонь тертя зчеплення

$\omega_{\phi 2}$  – кутова швидкість відносного ковзання поверхонь тертя зчеплення колеса з дорогою, рад/с;  $\omega_4$  – кутова швидкість ведучих коліс;  $\omega_5$  – кутова швидкість ведених коліс.



Графік 4.4 - потужність пробуксовування  $P_{\phi i}$  і роботи пробуксовування  $W_{\phi i}$   
 $P_{\phi 1}$  і  $W_{\phi 1}$  – потужність і робота пробуксовування фрикційного елемента ФЕ1;  
 $P_{\phi 2}$  і  $W_{\phi 2}$  – потужність і робота пробуксовування фрикційного елемента ФЕ2;

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **5.1 Вимоги безпеки до машин і обладнання на стадіях проектування, виготовлення, постачання та експлуатації**

В умовах діяльності людини значна кількість аварій і травм виникає внаслідок конструктивних недоліків машин, механізмів, обладнання, інструменту, захисних та запобіжних пристроїв, а також через недосконалість технологічних процесів, засобів захисту людей.

Час існування машини визначається такими стадіями циклу: науково-дослідницької роботи; дослідно-конструкторські роботи; технологічні роботи; виробництво (виготовлення) машини; постачання замовнику (продаж) - експлуатація.

На кожній з цих стадій повною мірою повинні враховуватись вимоги безпеки до конструкції машини чи технічного виробу. Якщо на стадії науково-дослідницьких розробок формуються технічні вимоги до виконання дослідно-конструкторських робіт, то на стадії останніх створюється конструкція машини.

При цьому вже повинні бути враховані правила безпеки при експлуатації машин відповідно до різних можливих аварійних, катастрофічних і травмонебезпечних ситуацій. За таких умов конструктори можуть передбачати виникнення таких явищ і вносити відповідні зміни у конструкцію машин, що проектуються.

Реалізація конструкторських рішень, закладених у машину, забезпечується розробкою технологічних процесів, технічною підготовкою виробництва і виробничими процесами виготовлення. Технічні рішення щодо запобігання можливих аварійних та інших ситуаціях мають паралельно втілюватись у процеси виготовлення та доводки конструкції машини.

Подальші стадії циклу існування машини - постачання споживачу експлуатація - повинні забезпечити збереження всіх властивостей, закладенні конструкторами і технологами при проектуванні, підготовці до виробництва, виготовленні виробу в машинобудівному виробництві.

Непродуманість конструкторами і технологами упаковки виробів (що забезпечило б збереження на стадії постачання та продажу), технології навантажування, транспортування та розвантажування, складування, зберігання і передпродажного обслуговування, а також недотримання існуючих правил виконання цих процесів, як правило, призводять до погіршення конструкції виробів. У свою чергу, порушення правил експлуатації машин викликає їх передчасне спрацювання, руйнування та старіння, що є причиною різних небезпечних ситуацій, у процесі експлуатації техніки визначаються такі основні конструкторські і технологічні недосконалості:

- недотримання вимог до конструкцій машин щодо безпеки і гігієни праці, єдиних і загальних вимог до конструкцій автомобілів, тракторів, сільськогосподарських машин, вимог до робочого місця оператора машини, нормативних рівнів вібрацій і шуму на робочих місцях, вимог до електроустановок, посудин, що працюють під тиском, до будови пневмопроводів, - зовнішніх освітлювальних приладів самохідних машин, попереджувальних написів на огорожах, пофарбування огорожень, захисту машин від виникнення на них електричного струму, забезпечення ручних електрифікованих машин живленням від джерела струму напругою не вище 36 В і обладнання їх заземлення, забезпечення електричних нагрівників води запобіжними пристроями;

- підвищені рівні і шуму та вібрацій на робочих місцях;

- невідповідність фарбового покриття машини та її складових частин залежно від їх функціонального призначення (пофарбування нерухомих і обертових деталей однаково замість відмінного);

- відсутність пристроїв для захисту обслуговуючого персоналу від дії рухомих деталей;

- відсутність попереджувальних написів;

- неякісна конструкція упаковки, що спричиняє поломку опорних складових частин, деформацію корпусів приводів ланцюгових та інших передач і їх поломку, потрапляння пилу та інших забруднень у гідросистему через незахищені отвори трубок, що призводить до підвищеного спрацювання, заклинювання деталей гідросистем і самоопускання начіпних машин і знарядь.

Названі недоліки, а також неякісне складування, консервування та упакування можуть призвести до розтріскування і низької якості монтажу ущільнень кабін, що порушує герметизацію, збільшення зазорів у рухомих з'єднаннях (нещільне прилягання дверей тощо), неякісного монтажу (стану) електричних провідників системи (сигналізації) автомобілів, тракторів, самохідних сільськогосподарських машин, підшипників маточин коліс автомобілів та інших транспортних засобів, підтікання вузлів гідросистем. неякісного упакування консервації елементів гідросистеми, їх деформації.

Найбільш характерними дефектами машин, які позначаються на безпеці робіт і дорожньому русі є деформація обода коліс, кожухів приводу ланцюгових передач. руйнування причіпного пристрою автотранспортних причепів та гальмових важелів і кранів причепів, пошкодження світловідбивачів, розукомплектування вузлів і деталей, у тому числі світловідбивачів, стоп-сигналів, сигналів поворотів, балонів-ресиверів гальмівної системи тощо.

Виробниче і побутове обладнання має задовольняти вимоги безпеки при монтажі, експлуатації, ремонті, транспортуванні й зберіганні. При використанні окремо або у складі комплексів і технологічних систем. У процесі експлуатації воно не повинно забруднювати викидами шкідливих речовин навколишнє середовище (повітря, ґрунт, водойми) понад норми, регламентовані стандартами.

Безпека виробничого і побутового обладнання має гарантуватися;

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкції тощо;
- застосуванням у конструкції засобів механізації, автоматизації, дистанційного керування і засобів захисту;
- дотриманням ергономічних вимог;
- включенням вимог безпеки у технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту, транспортування і зберігання;
- застосуванням у конструкції відповідних матеріалів.

Виробниче та побутове обладнання повинно бути пожежо- та вибухобезпечним. При експлуатації не створювати небезпеки внаслідок дії

вологи, сонячної радіації, механічних коливань, високих та низьких тисків і температур, агресивних речовин, вітрових навантажень, обледеніння, мікроорганізмів, грибів, комах тощо. Протягом усього терміну експлуатації воно має відповідати вимогам безпеки.

Відповідно до загальних вимог необхідно дотримуватися таких правил розробки основних елементів конструкцій: матеріали, що використовуються в конструкції виробничого та побутового обладнання, повинні бути безпечними і нешкідливими. Не допускається використовувати нові речовини і матеріали, які не пройшли гігієнічну перевірку, а також перевірку на пожежобезпеку в установленому порядку.

Складові частини виробничого та побутового обладнання (у тому числі провідники, трубопроводи, кабелі тощо) виконують з таким розрахунком, щоб виключалась можливість їх випадкового пошкодження.

Конструкція виробничого та побутового обладнання, що має газо-, паро-, пневмо-, гідро- та інші системи, повинна бути виконана відповідно до вимог безпеки, що дійсні для цих систем з урахуванням специфічних умов їх роботи у складі комплектів і технологічних систем.

Рухомі частини виробничого та побутового обладнання, якщо вони є джерелом небезпеки, мають бути огорожені або обладнані іншими засобами захисту.

Якщо виконавчі органи або рухомі частини обладнання, що являють небезпеку для людей, не можуть бути огорожені або обладнані іншими засобами захисту внаслідок їх функціонального призначення, то слід передбачати засоби сигналізації, які попереджають про пуск обладнання, засоби зупинки і відключення від джерела енергії.

Елементи конструкції виробничого та побутового обладнання не повинні мати гострих кутів, країв і поверхонь з нерівностями, що являють небезпеку, якщо їх наявність не визначається функціональним призначенням обладнання. В останньому випадку мають бути передбачені засоби захисту від можливого травмування.

Конструкція обладнання з метою запобігання травматизму повинна виключати можливість випадкового дотику працюючих до гарячих і холодних частин.

Кількість теплоти, що виділяється чи поглинається обладнанням, а також шкідливих речовин і вологи у приміщеннях не повинна перевищувати гранично допустимих рівнів (концентрацій) у межах робочої зони, встановлених стандартами.

## **5.2 Організація і порядок проведення робіт по знезараженню на об'єкті**

Забезпечення безпеки людей і здійснення заходів по дезактивації і дезинфекції – складна задача, успішне вирішення якої можливе при умові організованого використання завчасно підготовлених сил і технічних засобів.

Всі заходи по захисту населення від засобів масового ураження в тому числі і заходів по знезараженню і ліквідації інших можливих наслідків нападу противника, організують і проводять керівники (начальники цивільної оборони) підприємств.

Для проведення рятувальних і відновлювальних робіт в осередках масового ураження на об'єкті створюється формування цивільної оборони. Для цього на об'єкті створюються ланки знезараження, санітарно-обшивочні пункти, станції знезараження техніки, станції знезараження одягу.

Для контролю за якістю проведення робіт по знезараженню крім штатних сил і засобів можуть залучатися різні хімічні лабораторії (об'єктів, учбових, науково-дослідницьких інститутів та інших установ), які завчасно в мирний час по планах штатів цивільної оборони забезпечуються всіма необхідними пристроями і реактивами. Проведення робіт по знезараженню можна умовно поділити на три етапи.

До робіт першого етапу відносяться роботи, що виконуються в індивідуальному порядку кожною людиною з метою знезараження уражених ділянок: тіла, одягу, взуття, особистого інструменту і оснащення. Ці роботи

повинні усунути або максимально знизити небезпеку ураження людей і дати можливість продовжувати роботу або виконувати поставлені завдання.

Роботи другого етапу здійснюються особистим складом формувань цивільної оборони під керівництвом спеціалістів і проводиться в окремих ділянках і в тих заражених об'єктах, які представляють найбільшу небезпеку для людей.

Роботи третього етапу виконуються спеціальними формуваннями (частинами) з допомогою табельних технічних засобів і передбачають забезпечення повної дезактивації, дегазації і дезинфекції території споруд і будівель.

Подібна постановка загальні принципи знезараження повністю правильні. В реальних умовах підготовка, визначення об'єктів і послідовність проведення робіт по дезактивації, дегазації і дезинфекції повинні бути основані на всебічному аналізі обставин з обов'язковим обліком можливості досягнення головної цілі – своєчасного забезпечення рятувних і аварійно-відновлюваних робіт, що підлягають виконанню у першу чергу.

Організація і послідовність проведення робіт:

1. Знезаражені території, проїздів і проходів, необхідних для проведення рятувних робіт, надання допомоги потерпілим, а також вивезення або виведення працівників, службовців і населення із небезпечних регіонів.

2. Знезараження ділянок місцевості і споруд для забезпечення успішної роботи формувань цивільної оборони і в першу чергу тих, які зайняті виконанням термінових аварійно-відновлювальних заходів, гасіння пожеж і надання медичної допомоги людям.

3. Знезараження території і обладнання найбільш важливих ділянок, транспорту і зв'язку, а також території продовольчих і матеріальних сховищ джерел водопостачання і під'їзних шляхів до них.

4. Знезараження будівель, обладнання і майна адміністративних установ, відповідні роботи у житловому секторі.

Одночасно з послідовним проведенням вказаних заходів завжди проводиться знезараження машин і матеріальної частини формувань цивільної оборони, що приймали участь в роботах в зараженому регіоні індивідуальних



засобів захисту працюючих людей та санітарна обробка особистого складу.

Крім того, після виведення або вивезення населення із осередків ураження у випадку необхідності приймають міри по знезараженню одягу і санітарної обробки.

У випадку одночасного ураження радіоактивними і отруйними речовинами і бактеріальними засобами порядок і послідовність проведення способів знезараження слідуючі. Спочатку проводять дегазацію, яка одночасно виконує деякі функції дезинфекції і частково дезактивацію, а потім по мірі необхідності після дозиметричного контролю повну дезактивацію.

Дезактивації, дегазації і дезинфекції підлягають тільки обмежені і найбільш важливі ділянки території об'єкту.

Дезактивацію території можна проводити декількома способами.

Змиванням радіоактивних речовин водою проводять при дезактивації площ, вулиць і доріг з твердим покриттям. Цей спосіб найбільш зручний. Дезактивацію змиванням можна проводити поливно-миючими і пожежними машинами, мотопомпами, іншими засобами, що дозволяють оброблювати заражені поверхні направленим струменем води під тиском. Повнота дезактивації при цьому головним чином залежить від тиску водяного струменя. Чим більші витрати і вищий тиск під яким викидається струмінь води тим швидше і надійніше вилучаються радіоактивні речовини.

Зрізання і вилучення зараженого шару ґрунту (снігу) призводять до дезактивації ділянок місцевості і доріг без твердого покриття.

Оскільки процес зрізання зараженого ґрунту або снігу трудомісткий, то знезаражувати великі ділянки таким способом недоцільно. Застосовують цей спосіб при устрої поїздів і проходів. Ґрунт зрізають на глибину 5...10 см, втоптаний сніг – 6 см, рихлий сніг – до 20 см. Після цього заражений ґрунт або сніг викидають вбік. При цьому для зниження рівня радіації у 5 разів ширина полоски, що дезактивується повинна складати 35 м, а для зниження рівня радіації у 10 разів – 90 м.

Роботи по зрізання і вилученню зараженого шару можна з успіхом виконувати за допомогою бульдозерів, скреперів, грейдерів та інш.

Найбільші ділянки доріг і проходів можна також дезактивувати в ручну лопатами.

Переорювання або перекопування ґрунту на ділянках місцевості обмежених розмірів без твердого покриття проводять наступним чином. Верхній заражений шар ґрунту товщиною 20см піднімають і перевертають зараженою стороною вниз для того, щоб закопати радіоактивні речовини і ізолювати їх нижнім незараженим шаром землі. Переорюють тракторами з плугами, а перекопують лопатами на невеликих ділянках і тільки у випадку крайньої необхідності, засипку (ізоляцію) зараженої поверхні шаром незараженого ґрунту або матеріалу проводять для проходів і поїздів. При цьому із землі, піску, щебеню та інших незаражених речовин створюють щільний шар ізолюючого матеріалу рекомендується зволожувати водою. Незаражені матеріали підвозять на автомашинах самоскидах і деяких видах землерийних та інших машинах.

Вилучення радіоактивних речовин вимітанням застосовують тільки для дезактивації твердих і відносно гладких поверхонь. Цю операцію здійснюють підметально-прибиральними машинами та вручну (мітлами, віниками). Такий спосіб не можна широко застосовувати, оскільки радіоактивні речовини вилучаються не повністю і при цьому створюється велика кількість пилу. Основні способи дезинфекції та дегазації території – хімічні і механічні. На ізольованих і віддалених ділянках не в заселених місцях заражену територію можна залишити для природної дегазації і дезинфекції, при якій отруйні речовини або бактеріологічні засоби розпадаються і знищуються в результаті впливу сонячної радіації, вологи та інших метеорологічних факторів.

При дегазації і дезинфекції території застосовують наступні хімічні засоби.

Дегазацію і дезинфекцію поливанням дегазуючими речовинами виконують авторозливними станціями, поливно-миючими машинами рівномірно розбризкуючи дегазуючі розчини.

Для дегазації площ, вуличних покриттів, доріг і ділянок місцевості заражених отруйними речовинами типу іприт і 2-х в'язкими рецептурами, використовують водні суспензії хлорного вапна і дегазуючих засобів при

температурі не нижче  $+5^{\circ}\text{C}$ . Якщо територія заражена отруйними речовинами типу зарін, то крім водної суспензії, хлорною ванною і дегазуючих засобів при температурі  $-5^{\circ}\text{C}$  і вище застосовують 10% і водні розчини їдкою натрію (калію), сірчаного натрію і 10 – 12% - го розчину аміаку, а при температурі нижче  $-5^{\circ}\text{C}$  для ділянок місцевості без снігового покриву, або з вкратаним снігом 20 – 25% аміачну воду.

Для дезактивації території застосовують в основному ті ж розчини. Для руйнування токсинів найбільш ефективні розчини лугів і сірчаного натрію.

При дегазації території необхідно враховувати, що суспензії і розчини забезпечують головним чином поверхневу дегазацію, тобто розчиняють тільки ті отруйні речовини, які знаходяться на зовнішніх шарах поверхні, що обробляються, а отруйні речовини, що потрапили у глибинні шари повному знешкодженню не підлягають.

Тому, безпосередньо після закінчення дегазації вилучається лише небезпека ураження людей краплерідними отруйними речовинами в той час, як небезпека ураження парами отруйних речовин, що сподіваються, внаслідок випаровування частини отруйних речовин, що поглинулися зберігається ще на протязі 1 – 2 год, а інколи і більше. Тому знаходитись в той час на продегазованій території без протигаза не рекомендується.

Дегазацію розсіванням сипучих дегазуючих речовин виконують на автомашинах обладнаних пристроями ПДП – 53, сільськогосподарських розкидачів типу РПТМ – 2,0, піскорозкидувачами, самоскидах, а на території малих розмірів вручну (лопатами). Для дегазації території і ділянок місцевості заражених отруйними речовинами (ОР) типу іприт та їх в'язкими рецептурами в якості основних дегазуючих речовин при температурі не нижче  $5^{\circ}\text{C}$  застосовують хлорне вапно і ДТС ГК.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз величини і характеру зношування деталей системи мащення показав необхідність створення ефективних методів ремонту двигунів.
2. Показано, що одним із перспективних методів відновлення необхідних характеристик деталей системи мащення дизелів є плазмено-дугової металізація відновлюємої поверхні. В якості матеріалу, на поверхню наносився порошковий матеріал ПГ-ХН80СР2-42.
3. Розроблено технологічний процес ремонту деталей системи мащення дизелів КАМАЗ-740 та запропоновано його оптимальні режими.
5. Розроблено установку мийну з метою поліпшення умов роботи основних деталей системи мащення.
6. Техніко-економічна оцінка запропонованого методу показала, що при виконанні річної програми ремонту в 2000 шт. підприємство може отримати прибуток в розмірі 19980 грн.
7. Проведено дослідження перехідних процесів в трансмісії.

**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. Арабян С.Г., Виннер А.Б., Холомонов И.А. Масла и присадки для тракторных и комбайновых двигателей. – М: Машиностроение, 1984. – 208с.
3. Балабанов В. И. Безразборное восстановление трущихся соединений. М., МГАУ, 1999. – 72 с.
4. Беркович И.И., Громаковский Д.Г. Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учеб. Для ВУЗов / Под ред. Д.Г. Громаковского – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2000. – 268 с..
5. Гаркунов Д.Н. Триботехника. Износ и безызносность. – М.: Машиностроение, 2001. – 616с.
6. Клименко Л.П. Повышение долговечности цилиндров ДВС на основе принципов переменной износостойкости / Под. ред. В.В. Запорожца. – Николаев.: Изд-во НФ НаУКМА, 2001. – 294с.
7. Кравец И.А., Ремонтная регенерация трибосистем. – Т.: Изд-во Бережанского агротехн. ин-та, 2003. – 284с.
8. Половинкин В.Н., Лянной В.Б., Аратский П.Б. Применение геомодификаторов трения для восстановления изношенных поверхностей узлов трения при эксплуатации // Трение, износ, смазка. (Электр, ресурс), – [www.tribo.ru](http://www.tribo.ru). – 2000. – Т.2, №2.
9. 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.