

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проект дільниці для діагностики, технічного обслуговування та
ремонту карданної передачі 65053-2202010-10 автомобіля КрАЗ-65055
з дослідженням довговічності деталей поршневої групи ДВЗ

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

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Яцишин В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Тесля В.О.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ляшук О.Л.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Ляшук О.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2021 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Яцишину Віталію Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект дільниці для діагностики, технічного обслуговування та ремонту карданної передачі 65053-2202010-10 автомобіля КрАЗ-65055 з дослідженням довговічності деталей поршневої групи ДВЗ

Керівник роботи Тесля В.О., к.т.н., доц.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2021

3. Вихідні дані до роботи Характеристика підприємства, базовий технологічний процес карданної передачі 65053-2202010-10.

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 безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Технічна характеристика – 1 аркуш формату А1. Хрестовина карданного вала КрАЗ-65055 та технологічна карта – 1 аркуш формату А1. Вилка – 1 аркуш формату А2. Технологічна карта – 1 аркуш формату А2. Пристрій для кріплення вилки карданного вала та деталювання – 1 аркуш формату А1. Вал карданний автомобіля КрАЗ-65055 – 1 аркуш формату А1. Пристосування для закріплення хрестовини при шліфуванні центрів – 1 аркуш формату А1. Схема ТП на дільниці – 1 аркуш формату А1. План агрегатної дільниці – 1 аркуш формату А1. Наукові дослідження – 2 аркуші формату А1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			

7. Дата видачі завдання

01.10.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	15.10.2021	
2	Технологічний розділ	05.11.2021	
3	Конструкторський розділ	25.11.2021	
4	Науково-дослідний розділ	15.12.2021	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	18.12.2021	
6	Оформлення графічної частини	20.12.2021	
7	Захист дипломної роботи	21.12.2021	

Студент

(підпис)

Яцишин В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Тесля В.О.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

дипломної роботи на тему:

«Проект дільниці для діагностики, технічного обслуговування та ремонту карданної передачі 65053 – 2202010 – 10 автомобіля КрАЗ – 65055 з дослідженням довговічності деталей поршневої групи ДВЗ» студента групи МАМ-61 ТНТУ імені Івана Пулюя Яцишин а Віталія Васильовича. Керівник роботи – канд. техн. наук, доцент Тесля В.О.

Пояснювальна записка містить: ____ арк. формату А4, ____ рисунків, ____ таблиць, ____ арк. формату А4 додатків, ____ бібліографія, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

Ключові слова: карданна передача, технологічний процес, операція, ремонт, заміна, деталь, складання, форма організації виробництва, технічне обслуговування.

Мета роботи: дослідженням довговічності деталей поршневої групи двигуна внутрішнього згорання.

Для досягнення поставленої мети вирішено задачі:

- визначені методи вирішення сформульованих завдань та актуальність теми дослідження;
- проведено аналіз конструкції та практичного застосування карданних передач;
- підібрано необхідне технологічне оснащення;
- проведено аналіз методів прогнозування довговічності деталей ЦПП;
- проведено прогнозування довговічності деталей поршневої групи ДВЗ
- розглянуто питання охорони та безпеки праці в умовах надзвичайних ситуацій;
- оформлено графічну частину роботи.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Опис та технічна характеристика автомобіля КрАЗ-65055	8
1.2 Особливості конструкції карданних валів вантажних автомобілів	9
1.3 Основні несправності карданних валів	11
1.4 Опис конструкції та принципу роботи карданної передачі автомобіля КрАЗ-65055	12
1.5 Висновки та постановка задачі на дипломну роботу	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Технологічний процес розбирання карданного вала	15
2.2 Можливі неполадки карданної передачі та методи їх усунення	16
2.3 Дефектування деталей карданної передачі і рішення щодо способів усунення дефектів	17
2.4 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій	19
2.5 Розрахунок операцій технологічного процесу	20
3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
3.1 Розрахунок рентабельності застосування пристосувань	25
3.2 Будова, принцип дії і застосування пристосування	27
3.3 Проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка	28
3.4 Розрахунок вартості основних виробничих фондів дільниці	29
3.5 Розрахунок собівартості поточного ремонту на дільниці	30
3.6 Кошторис витрат на поточний ремонт по шинній дільниці	36
3.7 Розрахунок показників економічної ефективності проекту	37
4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	
4.1 Довговічність ДВЗ	40
4.2. Аналіз методів прогнозування довговічності деталей ЦПП	44
4.3. Прогнозування довговічності деталей поршневої групи ДВЗ	50
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	

5.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці	60
5.2 Розрахунок захисного заземлення	63
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	67
БІБЛІОГРАФІЯ	68
ДОДАТКИ	

Вступ

Автомобільний транспорт є важливою ланкою для забезпечення потреб економіки нашої країни, а саме у перевезенні пасажирів та вантажів.

Вирішення задач стосовно розвитку автомобільного господарства забезпечує постійне збільшення виготовлення автомобілів. Значним резервом покращення якісного стану автомобільного парку країни є ремонт автомобілі. А тому великого значення надається його розвитку та вдосконаленню.

За довгий час використання автомобіля його надійність та властивості поступово зменшуються через зношення деталей, а також корозію і втому матеріалу, з якого їх вироблено.

Під час тривалої експлуатації автотранспортні засоби набувають такого стану, коли затрати засобів та праці, пов'язані з підтримкою їх працездатного стану в умовах автотранспортних підприємств, є більшими ніж прибуток, що приносить їх експлуатація. Такий технічний стан автомобілів вважають граничним. Такі транспортні засоби направляють в капітальний ремонт на авторемонтні підприємства.

Завданням капітального ремонту є відновлення експлуатаційних характеристик з найменшими затратами.

Важливою для вирішення проблеми управління технічним станом транспортного засобу є планово-запобіжна система ТО та ремонту рухомого складу, що встановлює режими та інші нормативи стосовно підтримки його технічної справності.

Також, важливий елемент вирішення проблем управління експлуатаційним станом автомобілів та іншого спеціалізованого обладнання – удосконалення процесів як технологічних так і організації ТО й ремонту, що містить раціоналізацію, способів методів та вирішення інженерних рішень, обладнання постів та робочих місць, наукову організацію праці (НОП).

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис та технічна характеристика автомобіля КрАЗ-65055

Автомобіль КрАЗ-65055 – тривісний 6×4 (з колісною формулою), обладнаний кабіною, розташованою за двигуном. Автомобіль розрахований на експлуатацію при безгаражному зберіганні.

Автомобіль-самоскид КрАЗ-65055 відповідає екологічним вимогам Євро-2 і призначений для перевезення: «будівельних (насипних і навалювальних) вантажів по дорогах з твердим покриттям, розрахованих на пропуск автомобілів з навантаженням на здвоєні осі до 220 кН». Автомобіль обладнується металевим кузовом типу - ковш з вивантаженням назад. За замовленням споживача може встановлюватися задній борт.

Загальний вигляд автомобіля показаний на рис. 1.1, а основні розміри автомобіля подані на рисунку 1.2..



Рисунок 1.1 - Автомобіль-самоскид КрАЗ- 65055

Технічна характеристика автомобіля-самоскида КрАЗ- 65055

Двигун:

- тип і модель - ЯМЗ-238Д;

- номінальна потужність бруто, кВт (к.с.) – 243 (330);
- найбільший крутний момент бруто, Н·м (кгс·м) - 1225 (125).

Трансмсія:

- зчеплення - двохдискове, сухе, фрикційного типу ЯМЗ-238 або ЯМЗ-183-10 - однодискове, сухе, фрикційного типу з діафрагмовою витяжного типу пружиною;
- коробка передач - ЯМЗ – 238Б, механічна, дводіапазонна з коробкою відбору потужності приводу насоса перевертаючого механізму;
- карданна передача – відкритого типу (з двома карданними валами).

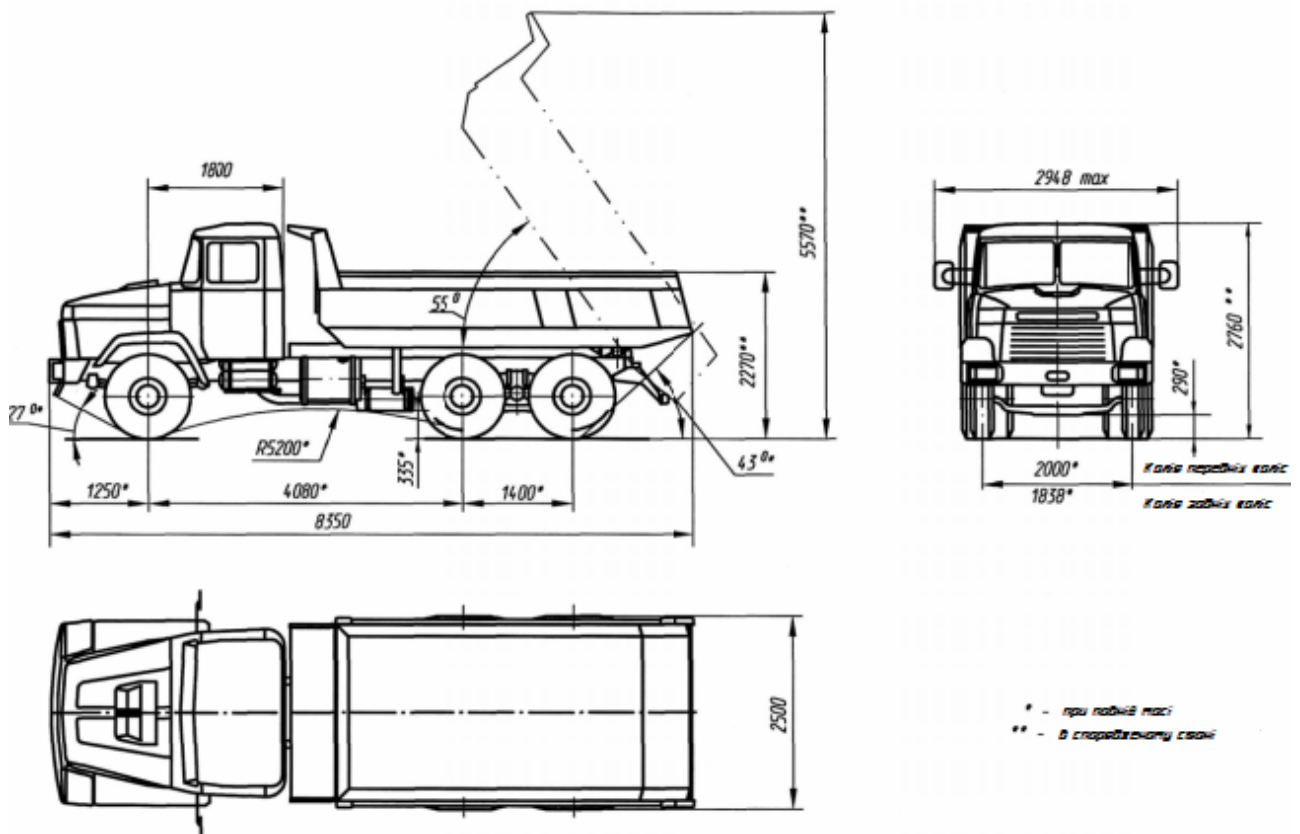


Рисунок 1.2 – Основні розміри автомобіля-самоскида КрАЗ-65055

1.2 Особливості конструкції карданних валів вантажних автомобілів

Карданна передача призначена для передавання крутного моменту веденого валу ведучому при змінному куті між ними. Щодо вантажних

автомобілів, то дана передача може з'єднувати коробку переміни передач з роздавальною коробкою або валом редуктора, роздавальну коробку з валом редуктора ведучого моста. При даній передачі практично не відбувається втрата крутного моменту, коефіцієнт корисної дії лежить в межах 0,985-0,99.

В конструкції карданної передачі входять: фланець-вилка, хрестовина із шліцевим з'єднанням, вали.

Поділ карданних передач за видами зображено на рисунку 1. 3.



Рисунок 1.3 – Поділ карданних передач за видами

У вантажних авто європейських виробників карданний привід складається з однієї або двох частин, які з'єднані за допомогою проміжної опори - підвісний підшипник. Конструкція з декількома валами дозволяє підвищити надійність за рахунок зменшення дії розподіленого по довжині дизбалансу.

На вантажних авто таких виробників, як: «DAF, Iveco, MAN, Mercedes-Benz, Renault, Scania і Volvo» на протязі довгого часу виробники встановлювали вали власного виробництва. Останнім часом встановлюють карданні вали від ZF. Виключення складає тільки Scania, даний виробник продовжує в подальшому застосовувати вали власного виробництва.

Розглянемо особливості конструкції карданних валів європейських виробників:

- Scania – карданний вал власного виробництва. Фланець – лавтівковий хвіст, виготовляється з труби, відсутня взаємозамінність. Застосовують при виробництві пластичну сталь, що в свою чергу приводить до згинання при перевантаженнях. За рахунок вищевказаного, даний вал є одним з найдешевших.

- Volvo – раніше на вантажівки Volvo встановлювали карданні вали власного виробництва, але вони мали можливість взаємозамінності від Renault. Фланці карданних валів мали по 12 отворів, вони були однакові за діаметром і геометрією. Тепер Volvo виготовляють з карданними валами ZF з 4-ма отворами на фланцях.

- Renault – дані карданні вали володіють хорошими ходовими характеристиками і достатнім запасом міцності. Вони взаємозамінні з Volvo. На теперішній час встановлюють вали ZF.

- Mercedes-Benz, Iveco, MAN. В DAF фланець карданного вала має 10 отворів, але відрізняється за формулю фланців валів Mercedes і MAN старого зразку. Останнім часом виробники також встановлюють ZF з 4-ма отворами на фланцях. Вихід з ладу карданного вала «Mercedes -Benz» відбувається досить рідко, так як вони довговічні та за рахунок високоміцної сталі стійкі до перевантажень

- MAN і Iveco теж мають 10 отворів і конструктивно схожі з Mercedes-Benz. Починаючи з 90-х років на Mercedes-Benz та MAN, а з початку 2000-х – на Iveco також почали встановлювати карданні вали виробника ZF.

1.3 Основні несправності карданних валів

Вихід з ладу карданних передач вантажівок європейських виробників відбувається досить часто. Як правило зношуються хрестовини, посадки, що

призводить до збільшення зазору в контакті, а як наслідок зростає дисбаланс карданного валу.

Заміну або ремонт зношеного карданного валу необхідно проводити якомога швидше.

Існує декілька варіантів:

- заміна окремих елементів, що входять до складу карданної передачі: хрестовини, підвісного підшипника;

- заміна усього комплекту на новий:

- заміна на аналог, або на такий, що був вживаний.

1.4 Опис конструкції та принципу роботи карданної передачі автомобіля КрАЗ-65055

Карданна передача складається з карданних валів та проміжної опори: КрАЗ-65055 – двох, а КрАЗ-65053 – з трьох (див. рис. 1.4). Карданні вали заднього і середнього (проміжного) мостів однакові за будовою і відрізняються між собою тільки розмірами труб і посадочними місцями у деталей, що сполучаються, тому приведена нижче розробка технологічного процесу ремонту карданного валу в рівній мірі відноситься до всіх карданних валів автомобіля.

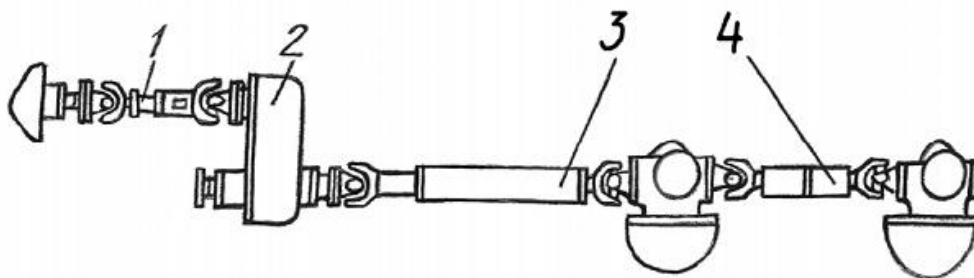


Рисунок 1.4 - Карданна передача КрАЗ-65053:

1 – карданний вал від коробки передач до проміжної опори двоступінчатого редуктора; 2 – проміжна опора – двоступінчатий редуктор; 3 – карданний вал приводу середнього моста; 4 – карданний вал приводу заднього моста.

Карданні вали, що можуть бути вживані в карданній передачі автомобіля КрАЗ-65055:

- 1) «65055-260-2201010-20 - карданний вал – 4 (див. рис. 1.3) від середнього моста на задній міст»;
- 2) «65055-2205006-000 - карданний вал, що з'єднує коробку передач та середній міст»;
- 3) «6505-2205010-20 - карданний вал, що передає момент від коробки передач на задній міст».

Будова карданних валів показана на рисунку 1.5. Карданні вали автомобіля складаються із тонкостінних труб, до одного кінця яких приєднано нерухому вилку шарніра, а з іншої сторони – шліцьовий кінець вала, сполучений з ковзаючою вилкою.

Карданний вал має два карданні шарніри з голчастими підшипниками.

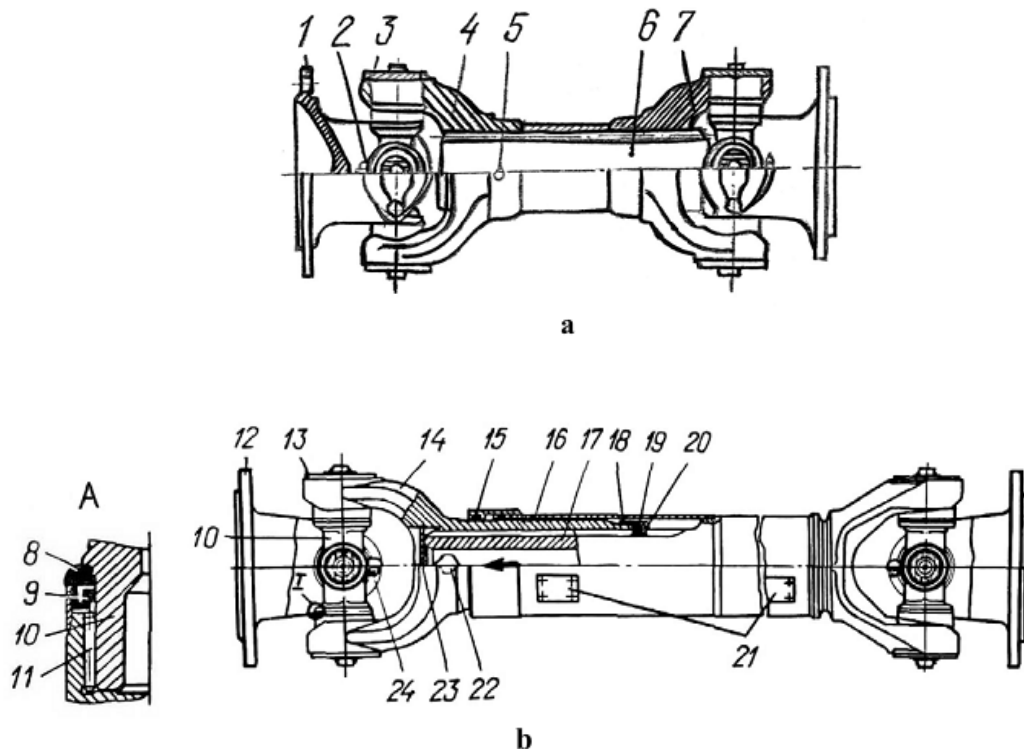


Рисунок 1.5 - Карданні вали:

1, 12 - фланці вилок; 2, 24 - прес-мастильніці; 3, 13 - кришки підшипників; 4 - нерухома вилка; 5 - шплінт; 6 - шліцьовий вал; 7, 14 - ковзаючі вилок; 8 - торцеве гумоармоване ущільнення; 9 - манжета підшипника; 10 - хрестовина; 11 - голчастий підшипник; 15 - кільце ущільнююче захисного

кожуха; 16 - захисний кожух; 17 - карданний вал; 18 - обойма манжети; 19 - кільце ущільнюоче вилки; 20 - упорне кільце; 21 - пластини балансувальні; 22 - мастильниця (пробка); 23 - заглушка; а - карданний вал від коробки передач до проміжної опори - двоступінчатого редуктора; b - карданний вал приводу заднього і середнього мостів

1.5 Висновки та постановка задачі на дипломну роботу

При аналізуванні проблем, які виникають при роботі карданної передачі, можна зробити висновок, що необхідно провести вдосконалення ТП ТО і ремонту карданної передачі КрАЗ-65055 в умовах підприємства.

Також дослідження надійності автомобільних двигунів, вартість ТО, втрати від простою з технічних причин є досить актуальним завданням. Впровадження прогресивних конструкторських і технологічних рішень, іноваційних матеріалів, зміцнюючих обробок та багато інших заходів дозволяє підвищити стандартні значення ресурсів двигуна в 2 ... 2,5 рази.

Більшість методів прогнозування не враховують накопичену інформацію про надійність, умови їх експлуатації і тому є статичними в часі. При цьому актуальним є розглянути універсальну методикку, що дозволяє вирішувати основні проблеми прогнозування довговічності [19]:

- прогнозування ресурсу частин всієї загальної кількості двигунів;
- прогнозування терміну служби деталей конкретної марки двигунів;
- прогнозування терміну служби деталей конкретного двигуна в умовах експлуатації.

Крім сформульованого, необхідно виділити проблему прогнозування ресурсу даних двигуна нової конструкції або модернізованих. Визначення певних параметрів протребує застосування аналітичної моделі, яка відображає конструктивні особливості - двигуна, фізико-механічні властивості матеріалу, режими роботи, умови обслуговування тощо.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес розбирання карданного вала

Карданні вали розбирають на стенді, а при його відсутності – в лещатах.

Розбір карданного валу проводиться наступним порядком:

1. Роз'єднати ковзаючу вилку 14 (див. рисунок 1.4) і вал 17, відкрутити пробку 22 ковзаючої вилки.
Примітка. При розборі карданних валів не можна змінювати взаємне розміщення фланців вилок, а тому перед зняттям валу слід позначити первинне положення деталей.
2. Відвернути обойму 18 манжет, зняти обойму, упорне кільце 20, кільце ущільнювача 19 вилок.
3. Витягнути кільця ущільнювачів 15 із захисного кожуха 16 карданного валу.
4. Розібрати карданний шарнір, для чого зробити наступне:
 - відкрутити і зняти стопорні пластини і кришки 13 підшипників;
 - за допомогою знімача (див. рисунок 2.1) випресувати голчасті підшипники 11;
 - відкрутити прес-мастильницю з хрестовини, спресувати з двох суміжних шпильок хрестовини 10 торцеві ущільнення 8 у вилках і зняти їх через отвори у фланцях вилок;
 - зміщуючи хрестовину 10 в отворах вилок, спочатку вивести шпильки з напресованими торцевими ущільненнями, а потім вийняти хрестовину. Спресувати з інших шпильок хрестовини торцеві ущільнення;
 - у разі провертання обійми манжети 9 на корпусі голчастого підшипника 11, при розриві, зім'ятті стінок манжети 9 зняти обойму і витягнути манжету.

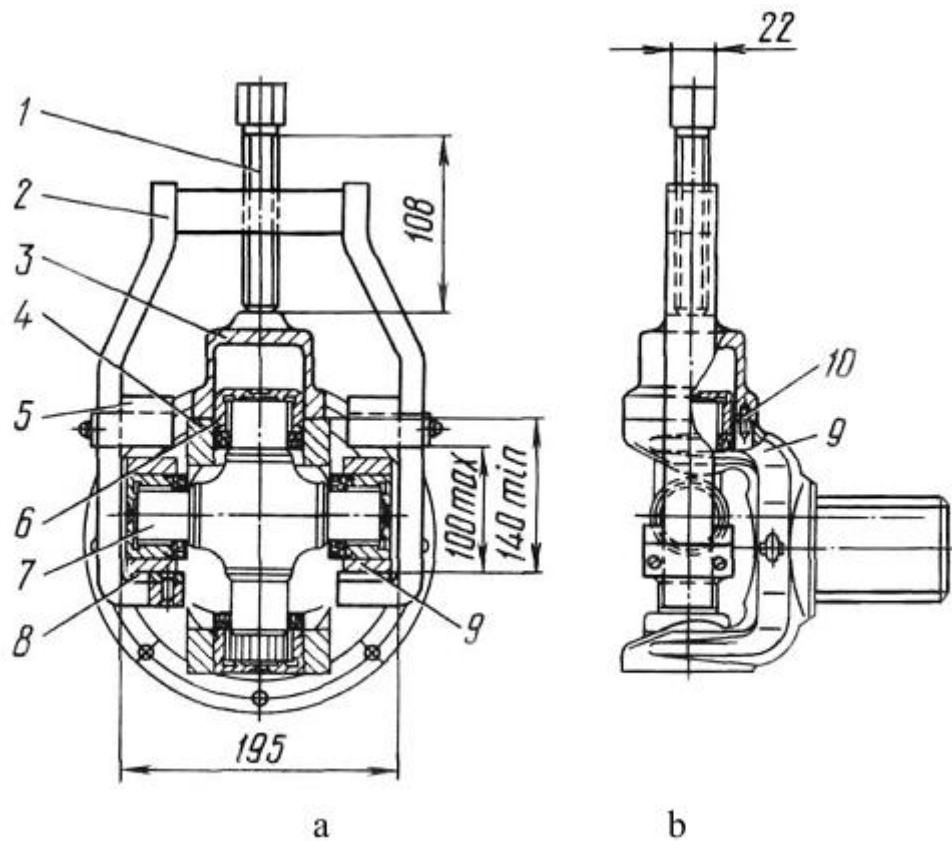


Рисунок 2.1 - Випресування підшипників хрестовини карданного валу:

а - випресування підшипників з фланця вилки;

б - випресування підшипників з вилки карданного валу;

1 – гвинт; 2 – захоплювач; 3 – склянка; 4 – вилка фланця; 5 – підставка;
 6 – голчастий підшипник; 7 – хрестовина; 8 – пластина протиковзання; 9 – вилка карданного валу; 10 – штифт.

2.2 Можливі неполадки карданної передачі та методи їх усунення

Можливі неполадки: Вібрація транспортного засобу, що посилюється при конкретній швидкості руху.

Причина:

1. Биття (вібрація) карданних валів у зв'язку через зношення чи послаблення кріплення голчастих підшипників і хрестовин;

Метод усунення:

- перевірити, за потреби підтягнути болти кріплення кришок підшипників, а якщо виявлено зношені хрестовини та підшипники – замінити їх;

2. Биття карданних валів через неправильне балансування карданного валу;

Метод усунення:

- відбалансувати карданний вал;

3. Биття карданних валів через послаблення гайок кріплення фланців вихідних валів агрегатів трансмісії;

Метод усунення:

- підтягнути гайки;

4. Биття карданних валів через неправильне складання карданного валу (не поєднані мітки приварної і ковзаючої вилок).

Метод усунення:

- встановити ковзаючу вилку по мітках.

2.3 Дефектування деталей карданної передачі і рішення щодо способів усунення дефектів

Як правило, спрацьовані деталі карданних валів не ремонтують, а замінюють на нові.

Номінальні та гранично допустимі без ремонту розміри наведені в таблиці 1.1.

Отвори для підшипників (у вушках вилок, фланців вилок) обов'язково повинні бути співвісні.

Співвісність отворів контролюється оправленням $\varnothing 49,9$ мм, яке повинне одночасно пронизувати обидва отвори.

На вилках не повинно бути тріщин. При контролі чи перевірці карданних валів в центрах, значення биття труби валу не має перевищувати 1,5 мм.

Зазор в осях шарнірів в напрямку хрестовин 0,01 – 0,05 мм., забезпечується підбором стопорних кілець (таблиця 2.2).

Вал 65053 – 2202010 – 02 використовується згідно ISO й відрізняється пазами на торцях фланців та кріпленням під чотири болти.

Таблиця 2.1 - Розміри деталей карданного валу

Номер спряженої деталі	Місце зносу	Розміри, мм	
		Номінальний	Гранично допустимий без ремонту
260 – 2201010 – 20	Вилка приварна (діаметр отвору)	$\varnothing 50_{-0,050}^{-0,025}$	49,90
65053 – 2202010	Вал кардана із захисним кожухом	$\varnothing 65_{+0,060}^{+0,030}$	65,10

Таблиця 2.2 – Товщина стопорних кілець залежно від номеру комплекту

Комплект кілець	Товщина стопорних кілець
<i>I</i>	2,03
<i>II</i>	2,06
<i>III</i>	2,09
<i>IV</i>	2,11

При установленні стопорних кілець, вусики мають сходитися з денцями підшипників. Порядок підбору кілець наступний:

1. Після установлення підшипників приладнати в канавку стопорне кільце товщиною 2,06 мм.

2. Встановивши підшипник для усунення осьового люфту до хрестовини, визначити, який кінець вільно розміщається в канавці стопорного кільця, підібрати стопорне кільце, яке відповідає товщині обраного кінця щупа і приладнати в канавку. Якщо мірний щуп товщиною 2,03 мм дуже туго входить в канавку, то рекомендується замінити кільця товщиною 2,00 мм, повторити операції. Якщо щуп товщиною 2,11 мм (найбільшою) розміститься з великим зазором – необхідно замінити кільце на інше товщиною 2,11 мм, після цього повторити операції.

Допустимо використання щупів іншої конфігурації.

Примітка. Стопорні кільця потрібно знімати у визначеному порядку. Стопорні кільця не потрібно розкомплектовувати.

При розборі стопорні кільця зв'язують дротом. Стопорні кільця підбирають за товщиною для забезпечення осьового зазору.

При заміні хрестовини рекомендують одночасно замінювати підшипники та торцеві ущільнення.

Підшипник потрібно замінити на новий, якщо ковпачок на корпусі голчастого підшипника повертається або стінки ущільнення розірвані (зім'яті) 18.

Роликам в голчастих підшипниках слід забезпечити вільне обертання.

2.4 Технологічний план виконання всіх ремонтних операцій

Технологічний процес відновлення деталей карданної передачі КрАЗ – 65055 буде мати наступну структуру:

Операція 005 – Прийняття агрегату на ремонт. Мийна операція. Очищення від бруду та мастила.

Операція 010 – Розбирання агрегату. Підготовка до поелементного дефектування.

Операція 015 - Мийна операція. Миття деталей.

Операція 020 – Дефектувальна. Проводиться виявлення відхилень форм і геометричних розмірів деталей.

Операція 025 – Слюсарно-механічна. Необхідно зачистити напилком забоїни і задири на торцях ковзної вилки під опорні пластини. Зачищення, обезжирення і підготовка до хромування торцевих шипів хрестовини.

Операція 030 – Гальванічна операція. Хромування торцевих поверхонь шипів хрестовини.

Операція 035 – Ремонтна операція. Заміна голчастих підшипників, хрестовин.

Операція 040 – Складальна операція. Повне складання відремонтованої карданної передачі.

Операція 045 - Контрольна і видача з ремонту. Перевірка якості відновлення та ремонту деталей карданної передачі. Контроль розмірів. Перевірка правильності та якості складання. Перевірка биття карданного валу.

2.5 Розрахунок операцій технологічного процесу

Розрахунок технологічних норм часу

Норми часу на операції розбирання визначають за формулою:

$$T_{заг} = \sum T_p \cdot K_p, \quad (2.1)$$

де $\sum T_p$ – сума часів на виконання прийомів розбирання, хв.;

K_p – корегуючий коефіцієнт часу, які не передбачені таблицями нормативів розбирання.

Розрахунок часу на операцію визначають за формулою:

$$T_p = T_t \cdot K_u, \quad (2.2)$$

де T_t – табличний час виконуваного прийому, хв.;

K_u – коефіцієнт, який враховує відхилення від нормальних умов виконання прийому.

005. Мийна операція.

1. Визначаємо норми часу на зовнішнє миття деталей:

$$T_p = T_t \cdot K_u,$$

де $T_t = 2,04$ хв.

$$K_u = 1,3.$$

$$T_p = 2,04 \cdot 1,3 = 2,652 \text{ (хв.)}$$

010. Розбиральна операція.

1. Визначаємо норми часу на знімання карданної передачі:

$$T_p = T_t \cdot K_u,$$

де $T_T = 0,36$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,5$ [табл. 120];

$n = 16$ - кількість гвинтів.

$$T_p = 0,36 \cdot 1,5 \cdot 16 = 8,64 \text{ (хв.)}$$

2. Визначаємо норми часу на відкручування болтів кріплення штопорних шайб і кришок голчастих підшипників:

$$T_p = T_T \cdot K_y$$

де $T_T = 0,24$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,5$ [табл. 120];

$n = 16$ - кількість гвинтів.

$$T_p = 0,24 \cdot 1,5 \cdot 16 = 5,76 \text{ (хв.)}$$

3. Визначаємо норми часу на випресування хрестовин знімачем:

3.1 Визначаємо норми часу на вкручування болтів знімача в отвори під болти кріплення штопорних шайб і кришок голчастих підшипників:

$$T_p = T_T \cdot K_y$$

де $T_T = 0,24$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,8$ [табл. 120];

$n = 8$ - кількість гвинтів.

$$T_p = 0,24 \cdot 1,8 \cdot 8 = 3,46 \text{ (хв.)}$$

3.2 Визначаємо норми часу на випресування хрестовин знімачем I.801.33.000:

$$T_p = T_T \cdot K_y$$

де $T_T = 0,28$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,8$ [табл. 120];

$n = 4$ - кількість гвинтів.

$$T_p = 0,28 \cdot 1,8 \cdot 4 = 2 \text{ (хв.)}$$

4. Визначаємо норми часу на викручування болтів знімача з отворів під болти кріплення штопорних шайб і кришок голчастих підшипників:

$$T_p = T_T \cdot$$

де $T_T = 0,24$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,5$ [табл. 120];

$n = 8$ - кількість гвинтів.

$$p = 0,24 \cdot 1,5 \cdot 8 = 2,9 \text{ (хв.)}$$

5. Визначення загального часу на розбиральну операцію:

$$T_{\text{розб}} = \sum T_p, \quad (2.3)$$

$$T_{\text{розб}} = 8,64 + 5,76 + 3,46 + 2 + 2,9 = 22,76 \text{ (хв.)}$$

015. Мийна операція.

1. Визначаємо норми часу на миття деталей:

$$T_p = T_T \cdot K_y$$

де $T_T = 4,94$ хв. [табл. 122];

$K_y = 1,3$ [табл. 120].

$$T_p = 4,94 \cdot 1,3 = 6,42 \text{ (хв.)}$$

020. Дефектувальна операція.

1. Визначаємо затрату часу на дефектувальну операцію:

Час на визначення технічного стану карданної передачі становить 12 хв.

025. Слюсарно-механічна операція.

Визначаємо затрату часу на зачищення поверхонь з задирами на вилках:

$$T_{\text{см}} = T_{\text{нш}} \cdot T_{\text{ву}}, \quad (2.4)$$

де $T_{\text{ву}} = 0,7$ хв. – час на зняття деталі та встановлення її в лещата [табл. 208];

$T_{\text{нш}} = 1,5$ хв. – неповний штучний час [табл. 228];

$n = 8$ - кількість поверхонь.

$$T_p = 1,5 \cdot 0,7 \cdot 8 = 8,4 \text{ (хв.)}$$

030. Гальванічна операція.

1. Визначаємо норму основного часу напилення хрому на торцеву поверхню:

$$T_o = 99500 \frac{h}{Dk}, \quad (2.5)$$

де $h = 0,1$ мм. – товщина шару покриття [табл. 294];

$Dk = 40$ А/дм² - щільність струму [табл. 294].

$$T_o = 99500 \frac{0,1}{40} = 2,88 \text{ (хв.)}$$

2. Визначаємо норму часу на хромування одного торця:

$$T_H = \frac{(T_o + T_{доп} + T_{оп}) \cdot 1,12}{n \cdot K_n}, \quad (2.6)$$

де $T_o = 24,88$ хв. – основний час на підготовку;

$T_{доп} = 3,84$ хв. – допоміжний час;

$T_{оп} = 6,39$ хв. – оперативний час на всі операції;

$K_n = 0,8$ – коефіцієнт використання обладнання.

$$T_H = \frac{(24,88 + 3,84 + 6,39) \cdot 1,12}{160 \cdot 0,8} = 0,31 \text{ (хв.)}$$

3. Визначення загального часу на хромувальну операцію:

$$T_{хр} = (T_o + T_H) \cdot n, \quad (2.7)$$

де $n = 8$ – кількість торців.

$$T_{хр} = (2,88 + 0,31) \cdot 8 = 25,52 \text{ (хв.)}$$

4. Перехід до настурної операції – 5хв.

035. Ремонтна операція.

1. Визначаємо норми часу на встановлення голчастих підшипників:

$$T_p = T_t \cdot K_y$$

де $T_t = 0,64$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,8$ [табл. 120];

$n = 8$ – кількість підшипників.

$$T_p = 0,64 \cdot 1,8 \cdot 8 = 9,22 \text{ (хв.)}$$

040. Складальна операція.

1. Визначаємо норми часу на встановлення хрестовин:

$$T_p = T_T \cdot K_y \cdot n$$

де $T_T = 0,95$ хв.;

$K_y = 1,8$; [табл. 120];

$n = 8$ - кількість торців.

$$T_p = 0,95 \cdot 1,8 \cdot 8 = 13,7 \text{ (хв.)}$$

2. Визначаємо норми часу на встановлення стопорних шайб і кришок підшипників:

$$T_p = T_T \cdot K_y \cdot n$$

де $T_T = 0,24$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,8$; [табл. 120];

$n = 16$ - кількість болтів.

$$T_p = 0,24 \cdot 1,8 \cdot 16 = 6,91 \text{ (хв.)}$$

3. Визначаємо норми часу на встановлення карданної передачі:

$$T_p = T_T \cdot K_y \cdot n$$

де $T_T = 0,36$ хв. [табл. 127];

$K_y = 1,8$; [табл. 120];

$n = 16$ - кількість болтів.

$$T_p = 0,36 \cdot 1,8 \cdot 16 = 10,14 \text{ (хв.)}$$

4. Визначення загального часу на складальну операцію:

$$T_{\text{скл}} = \sum T_p, \tag{2.8}$$

$$T_{\text{скл}} = 13,7 + 6,91 + 10,14 = 30,75 \text{ (хв.)}$$

045. Контрольна операція і видача з ремонту.

Визначаємо затрату часу на перевірку якості складання і якості ремонту:

Перевірка за допомогою стенду $T_p = 11$ хв.

Технологічні норми часу.

$$T_{\text{заг}} = \sum T_p, \tag{2.9}$$

$$T_{\text{заг}} = 2,652 + 22,76 + 6,42 + 8,4 + 25,52 + 5 + 9,22 + 30,75 + 11 = 121,72 \text{ (хв.)}$$

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок рентабельності застосування пристосувань

Забезпечення заданої точності деталей може бути досягнуте при застосуванні пристосувань, рівноцінних за точністю, але тих, що відрізняються за вартістю, продуктивністю і, що по-різному полегшують умови праці робітника. Тому при виборі конструкції необхідно проводити розрахунок економічної ефективності використання пристосувань, ґрунтуючись на зіставленні витрат і економії при його використанні, віднесених до обробки річної програми. Пристосування вважається рентабельним, якщо економія, що отримується від його застосування, більше витрат на його виготовлення і експлуатацію.

При розрахунку рентабельності застосування пристосування враховуються наступні витрати:

- вартість пристосувань;
- витрати, пов'язаної з ремонтом і експлуатацією пристосувань (15-25% вартості пристосування);
- заробітна плата робітника, віднесена до обробки однієї деталі;
- цехові накладні витрати у відсотках до заробітної плати. Слід враховувати також термін служби пристосувань.

Якщо не враховувати витрати на амортизацію верстата, різальний інструмент, електроенергію, які в більшості випадків не залежать від конструкції пристосування, собівартості C_a і C_b , при використанні пристосувань варіантів "а" і "б" можна визначити за формулами:

$$C_a = Z_a \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S'_a}{\Pi'}$$

$$C_b = Z_b \left(1 + \frac{H}{100}\right) + \frac{S_b}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100}\right) + \frac{S'_b}{\Pi'}$$

(3.1)

де Za і $Zб$ - заробітна плата за обробку однієї деталі при використанні пристосувань варіантів "а" і "б" в грн.

H - відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату;

Sa і $Sб$ - собівартість пристосування в металі по варіантах "а" і "б" в грн.;

Π - випуск деталей (річна програма), шт.;

A - термін амортизації пристосування в роках;

q - витрати, пов'язані із використанням пристосувань (ремонт, утримання, регулювання) у відсотках до вартості пристосування;

$S'a$ і $S'б$ - витрати на проектування і налаштування пристосування по варіантах "а" і "б"

Π' - кількість деталей, що обробляються в пристосуванні за період освоєння продукції, що випускається.

Зіставляючи величини Sa і $Sб$, можна судити про рентабельність пристосувань.

Собівартість виготовлення пристосувань для розрахунку визначається по цінниках, що розробляються підприємствами, виходячи з конкретних умов виробництва.

Для наближеного визначення собівартості виготовлення пристосувань, грн., користуються формулою:

$$S = C \cdot N, \quad (3.2)$$

де N - кількість деталей в пристосуванні в шт.;

C - постійна, залежна від складності пристосувань.

Для простих пристосувань приймають $C = 1,5 - 2,0$ для пристосувань середньої складності $C = 3,0 - 4,0$ і для складних пристосувань $C = 4,5 - 6,0$.

Термін амортизації A приймається для простих пристосувань рівним 1 року, для пристосувань середньої складності 2-3 рокам і для складних пристосувань 4-5 рокам.

3.2 Будова, принцип дії і застосування пристосування

Пристосування представлено в дипломному проекті (див. рисунок 3.1) являється верстатним і служить для шліфування центрів хрестовини. Шліфування центрів хрестовин - це одна з перших операцій при відновленні хрестовин. Це пристосування значно полегшує процес відновлення, оскільки здійснює закріплення хрестовини на токарно-гвинторізному верстаті, а так само обертання хрестовини навколо осі фасок, а також поворот на 90° для наступної обробки поверхонь без зняття хрестовини з верстата внаслідок без втрати часу і праці робітників.

Робота пристосування полягає в наступному:

- кріплення пристосування до верстата;
- встановлення хрестовини на пристосування;
- закріплення її за допомогою спеціального гвинта.

Для повороту хрестовини є поворотний диск і гвинт кріплення.

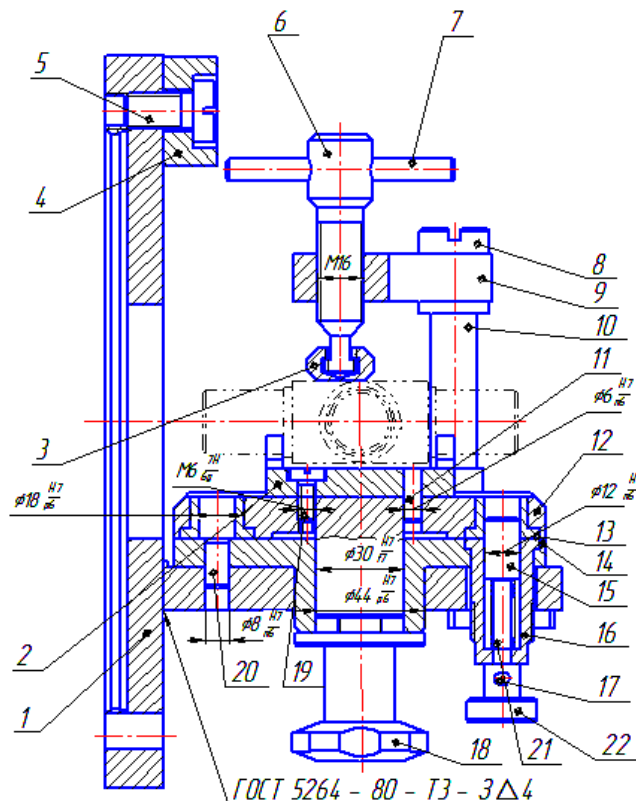


Рисунок 3.1 – Пристосування для шліфування центрів хрестовини:

1- план-шайба; 2 – накладка; 3 – притиск; 4 – кільце упорне; 5 – гвинт кріпильний; 6 – гвинт силовий; 7 – руків'я; 8 – гвинт напрямного стрижня; 9 –

планка; 10 – стрижень напрямний; 11 – штифт центруючий; 12 – диск; 13 – втулка внутрішня; 14 – втулка зовнішня; 15 – вісь фіксатора; 16 – корпус фіксатора; 17 – штифт фіксатора; 18 – гвинт спеціальний; 19 – гвинт кріплення накладки; 20 – фіксатор внутрішній; 21 - стрижень пружинний; 21 - головка фіксатора зовнішнього

3.3 Проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка

Гвинт (М16, сталь 45), гайка (М16, сталь 5, Н = 17 мм).

Найбільш навантажуваним з'єднанням пристосування є з'єднання гвинт - гайка кріплення хрестовини. Перевірочний розрахунок з'єднання проводиться згідно методики проведення розрахунків, вказаних в літературі [7].

Початкові дані:

- діюче навантаження - $Fa = 1000 \text{ Н}$;
- діаметр гвинта - М16;
- матеріал гвинта - сталь 45;
- висота гайки – Н = 17 мм;
- матеріал гайки - сталь Ст. 5.

Робочий тиск на робочі поверхні різьби згідно [8. с. 138]:

$$p = \frac{Fa}{\pi \cdot v \cdot d \cdot d_2} \leq [p], \quad (3.3)$$

де v - коефіцієнт робочої висоти профілю різьби - для метричної різьби згідно [8, с. 138]:

$$v = 0,541$$

$$d = \frac{H}{d_2} = \frac{17}{14,701} = 1,16, \quad (3.4)$$

де $d_2 = 14,701 \text{ мм}$ [8, т. 30];

$[p]$ - допустимий тиск на робочі поверхні різьби згідно [8, т. 32];

$$[p] = 7 \text{ МПа}$$

$$p = \frac{1000}{3,14 \cdot 0,541 \cdot 1,16 \cdot 14,701^2} = 2,35 \text{ (МПа)}.$$

Оскільки $p = 2,35 \text{ МПа} < [p] = 7 \text{ МПа}$, то довговічність з'єднання достатня.

3.4 Розрахунок вартості основних виробничих фондів ділянки

Таблиця 3.1 - Кошторис витрат

№ з/п	Кошторис витрат	Норматив	Сума, грн
1	Вартість нового обладнання	З врахуванням коеф. Кц = 5,3	25758
2	Вартість транспортних витрат	10% від п. 1	2575,8
3	Вартість монтажних робіт	60% від п. 1	15454,8
	Разом	П1 + П2 + П3	43789
4	Вартість залишеного обладнання		13400
	Всього по кошторису	П4 + П5	57189

Загальна вартості будівель.

$$B_{\text{б\ddot{y}д}} = V \cdot C_{1\text{м}^3}, \text{грн.} \quad (3.5)$$

де V – об'єм ділянки, м³.

$$C_{1\text{м}^3} = 100 - 200.$$

$$B_{\text{б\ddot{y}д}} = 324 \cdot 180 = 58320 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості інструменту ділянки:

$$B_{инстр} = n_{инстр} \times B_{обл}, грн. \quad (3.6)$$

де $n_{инстр} = 8-12$.

$$B_{инстр} = 0,08 \cdot 57189 = 4575,12, грн. грн.$$

Вартість інвентарю.

$$B_{инв} = B_{обл} \cdot n_{инв}, грн., грн. \quad (3.7)$$

де $n_{инв} = 1 \div 2 \%$ вартості обладнання.

$$B_{инв} = 0,01 \cdot 57189 = 571,89 грн.$$

Загальна вартість ОВФ зони ТО і ПР дорівнює:

$$\text{Восн. ф} = \text{Вобл} + \text{Вбуд} + \text{Вінв}; \quad (3.8),$$

$$\text{Восн. ф} = 57189 + 58320 + 4575,12 + 571,89 = 120656,01 \text{ (грн.)}$$

Розрахункові дані записуємо у стовпці табл. 3.2

Таблиця 3.2 - Структура виробничих фондів

Групи фондів	Умовне позначення	Сума, грн.
1. Обладнання	$B_{обл}$	57189
2. Будівлі	$B_{буд}$	58320
3. Інструмент	$B_{инстр}$	4575,12
4. Інвентар	$B_{инв}$	571,89
Всього	$B_{осн.ф}$	120656,01

3.5 Розрахунок собівартості поточного ремонту на ділянці

Собівартість ПР складається із таких статей витрат:

Розрахування фонду оплати праці

Таблиця 3.2 – Штатні працівники

Пор. ном.	Посада	Тарифний розряд	Чисельність чол	Тарифна ставка за годину, грн	Премія, %
1	Механік	V	1	18,2	76
	Разом		1	18,2	76

Фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = \text{ЗПосн} + \text{ЗПдод}, \text{ грн.} \quad (3.9)$$

де ЗПосн – фонд основної заробітної плати, грн. ;

ЗПдод – фонд додаткової заробітної плати, грн.

Фонд основної заробітної плати складають:

$$\text{ЗПосн} = \text{ЗПтар} + \text{Дум. пр} + \text{Дпр. м} + \text{П}, \text{ грн.} \quad (3.10)$$

де ЗПтар - заробітна платня по тарифу, грн;

Дум. пр - надбавка за шкідливі умови праці, грн;

Дпр. м - надбавка за професійну майстерність, грн;

П - розмір нарахованої премії, грн.

Заробітну плату по тарифу розраховуємо:

$$\text{ЗПтар} = \text{Тгод} \cdot \text{ФРЧ} \cdot \text{Ч}, \text{ грн.} \quad (3.11)$$

де Тгод – середня тарифна ставка за годину, грн;

ФРЧ - ефективний фонд робочого часу, год;

Ч - чисельність працюючих на дільниці, чол.

Підставивши значення, отримаємо:

$$\text{ЗПтар} = 18,2 \cdot 1840 \cdot 1 = 33488 \text{ грн.}$$

Надбавка за роботу у шкідливих умовах праці:

$$\text{Дум. пр} = \% \text{Дум. пр} \times \frac{\text{ЗПтар}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.12)$$

де %Дум. пр - надбавка в %.

$$\text{ДVр} = 22\%;$$

$$\text{Дум. пр} = 33488 \cdot \frac{22}{100} = 7367 \text{ грн.}$$

Надбавка за професійну майстерність:

Розраховуємо її розмір за формулою:

$$\text{Дпр. м} = \text{ЗПтар} \cdot \frac{\% \text{Дпр. м}}{100}, 32 \text{ грн.} \quad (3.13)$$

де %Дпр. м – відсоток надбавки за професійну майстерність (20%).

$$\text{Дпр. м} = 33488 \cdot \frac{20}{100} = 6698 \text{ грн.}$$

Розрахунок розміру премії:

$$\text{П} = (\text{ЗПтар} + \text{Дум. пр} + \text{Дпр. м}) \cdot \frac{\% \text{П}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.14)$$

$$\text{П} = (33488 + 7367 + 6698) \cdot \frac{76}{100} = 36140 \text{ грн.}$$

Основна заробітна плата:

$$\text{ЗПосн} = 33488 + 7367 + 6698 + 36140 = 83693 \text{ грн.}$$

У додаткову заробітну плату входить:

$$\text{ЗПдод} = 0,1 \cdot \text{ЗПосн} \quad (3.15)$$

$$\text{ЗПдод} = 0,1 \cdot 83693 = 8369 \text{ грн.}$$

Так, фонд оплати праці становить:

$$\text{ФОП} = 83693 + 8369 = 92062 \text{ грн.}$$

Відрахування складаються із:

фонду соціального страхування – 2,5 %;

пенсійного фонду – 32 %;

фонду зайнятості населення – 2,5 %;

страхування від нещасних випадків – 1,64 %.

Разом становить $2,5\% + 32\% + 2,5\% + 1,64\% = 38,64\%$.

$$\text{Вс. с} = \text{ФОП} \cdot \frac{38,64}{100} \quad (3.16)$$

$$\text{Вс. с} = 92062 \cdot 0,3864 = 35573 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на матеріали проводять для всіх технологічно сумісних груп автобусів за формулою:

$$\text{В}_m = \frac{N_m \cdot L_p \cdot K_1 \cdot K_r \cdot \phi}{1000}, \text{ грн.} \quad (3.17)$$

де N_m – норма витрат на ремонтні матеріали на 1000 км пробігу, грн;

L_p - пробіг, км;

K_1 - коефіцієнт, що враховує умови експлуатації;

$K_r \cdot \phi$ - коефіцієнт ремонтного фонду : $K_r \cdot \phi = 1,1$.

Для автомобілів групи КраЗ – 65055:

$$\text{В}_m = \frac{17,65 \cdot 1578192 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 27577 \text{ грн.}$$

Для автомобілів групи ГАЗ-5327:

$$\text{В}_m = \frac{47,8 \cdot 1974189 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 93423 \text{ грн.}$$

Для автомобілів групи ЗІЛ-130:

$$Вм = \frac{34,2 \cdot 1939800 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 65678 \text{ грн.}$$

В шинній дільниці:

$$Вмд = 0,06 \cdot (27577 + 93423 + 65678) = 186678 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на запчастини

Витрати розраховують аналогічно витратам на матеріали:

$$Вз.ч = \frac{Нз.ч \cdot Lp \cdot K1 \cdot Kp.ф}{1000}, \text{ грн} \quad (3.18)$$

де Нз.ч – норма витрат на запасні частини, грн.

Для автомобілів групи КраЗ – 65055:

$$Вз.ч = \frac{29,78 \cdot 1578192 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 46528 \text{ грн.}$$

Для автомобілів групи ГАЗ – 5327:

$$Вз.ч = \frac{64,66 \cdot 1974189 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 74171 \text{ грн.}$$

Для автомобілів групи ЗІЛ-130:

$$Вз.ч = \frac{218,4 \cdot 1939800 \cdot 0,9 \cdot 1,1}{1000} = 419416 \text{ грн.}$$

Всі витрати в шинній дільниці:

$$Вз.ч = 0,06 \cdot (46528 + 74171 + 419416) = 32410 \text{ грн.}$$

Розрахунок амортизаційних відрахувань визначають окремо по кожній групі.

Амортизацію обладнання визначають за формулою:

$$A^{обл} = \frac{H_a^{обл} \cdot B_{бал}^{обл}}{100}, \text{ грн.}, \quad (3.19)$$

де $H_a^{обл} = 15-18$ – норма амортизації обладнання, %.

$$A_{обл} = 0,15 \cdot 57189 = 8578,35 \text{ грн.}$$

Амортизація будівель визначають за формулою:

$$A^{буд} = \frac{H_a^{буд} \cdot B_{бал}^{буд}}{100}, \text{ грн} \quad (3.20)$$

де $H_a^{буд} = 8,5-9,5$.

$$A_{буд} = 0,05 \cdot 57189 = 2859 \text{ грн.}$$

Амортизація інструменту визначають за формулою:

$$A^{інстр} = \frac{H_a^{інстр} \cdot B_{бал}^{інстр}}{100}, \text{ грн} \quad (3.21)$$

де $H_a^{інстр} = 10$.

$$A_{інстр} = 0,1 \cdot 4575 = 457,5 \text{ грн.}$$

Амортизація інвентарю визначають за формулою:

$$A^{інв} = \frac{H_a^{інв} \cdot B_{бал}^{інв}}{100}, \text{ грн} \quad (3.22)$$

де $H_a^{інв} = 2-3$ %.

$$A_{інв} = 0,02 \cdot 571,89 = 11,4 \text{ грн.}$$

Так, сума амортизаційних відрахувань становить:

$$\text{Азаг} = \text{Аобл} + \text{Абуд} + \text{Аінстр} + \text{Аінв}, \text{грн.} \quad (3.23)$$

$$\text{Азаг} = 2859 + 8578,35 + 457,5 + 11,4 = 11906,25 \text{ грн.}$$

Розрахунок накладних витрат.

Приймають 30 – 50 %:

$$\text{Внакл} = 0,4 \cdot \text{ФОП} \quad (3.24)$$

$$\text{Внакл} = 0,4 \cdot 92062 = 36824,8 \text{ грн.}$$

3.6 Кошторис витрат на поточний ремонт по шинній дільниці

Таблиця 3.3 - Калькуляція витрат

Пор. ном.	Стаття витрат	Сума, грн	Питома вага статті витрат в (%)
1	Фонд оплати праці	92062	6,4
2	Відрахування на соціальне страхування	35573	2,4
3	Витрати на ремонтні матеріали	186678	18,1
4	Витрати на запасні частини	32410	52,5
5	Амортизація	11906,25	17,7
6	Накладні витрати	36824,8	2,5
	Всього	$\Sigma \text{Заг} =$ 395454,05	100%

Так, собівартість одного поточного ремонту становить:

$$S = \frac{\Sigma S_{\text{заг}} \cdot 1000}{L_{\text{заг}}} \quad (3.25)$$

$$S = \frac{395454,05}{5492181} = 72 \text{ грн.}$$

3.7 Розрахунок показників економічної ефективності проекту

Таблиця 3.5 - Нормативні оборотні кошти

Структура оборотних фондів	Річні витрати, грн.	Ододенні витрати, грн.	Норматив запасу, дні	Сума нормативних витрат, грн
1. Ремонтні матеріали	11202	36,68	45,2	1834
2. Запасні частини	324110	106,35	74,5	3196
3. Інші оборотні кошти	-	-	20%	1007
Усього	-	-	-	6037

Показники економічної ефективності проекту:

- коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень $E_n = 0,15$;
- нормативний строк окупності капітальних вкладень $T_n = 6,6$ років;
- рівень рентабельності підприємства (не менше 15%);
- фондодіддача (значення показника більше 1).

Планова відпускна ціна розраховується за формулою [10 с.12]:

$$C_v = \hat{S}_{\text{пр}} \cdot \text{Крент, грн.} \quad (3.26)$$

де $\text{Крент} = 1,35$ – коефіцієнт рентабельності.

$$C_v = 9,3 \cdot 1,35 = 12,5 \text{ грн.}$$

Планова відпускна ціна з ПДВ розраховується за формулою [10 с.12]:

$$\text{Цв з ПДВ} = \text{Цв} + \text{ПДВ, грн.} \quad (3.27)$$

де ПДВ = 20% від Цв, грн.

$$\text{Цв з ПДВ} = 12,5 + (0,2 \cdot 12,5) = 15 \text{ грн.}$$

Суму річного доходу розраховуємо за формулою [10 с.12]:

$$Д = Ц \cdot \frac{L_p}{1000}, \text{ грн} \quad (3.28)$$

$$Д = 12,5 \cdot \frac{5492181}{1000} = 68652 \text{ грн.}$$

Балансовий прибуток дільниці:

$$\text{Пб} = Д - \sum \hat{S}_{\text{заг}}, \text{ грн.} \quad (3.29)$$

$$\text{Пб} = 68652 - 51057,64 = 17594,36 \text{ грн.}$$

Показник фондівдачі:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{Д}{\text{Восн.ф}} \quad (3.30)$$

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{68652}{101216,01} = 0,64 \text{ грн.}$$

Розраховуємо рентабельність діяльності дільниці:

$$P_3 = \frac{\text{Пб}}{\text{Восн.ф} + \text{Воб.к}} \cdot 100\% \quad (3.29)$$

$$P_3 = \frac{17594,36}{101216,01 + 6036} \cdot 100\% = 16,4 \%$$

Розрахунковий коефіцієнт:

$$E_p = \frac{E_{y-p}}{K}, \quad (3.30)$$

де E_{y-p} – умовно – річна економія від зниження собівартості ПР, грн;

K – капітальні вкладення у технічне переоснащення ділянки, грн.

Умовно-річна економія розраховується за формулою:

$$E_{y-p} = (S_{до} - S_{після}) \cdot \frac{L_{заг}}{1000}, \text{ грн.} \quad (3.31)$$

де $S_{до}$ та $S_{після}$ - собівартість ПР на 1000 км пробігу до і після технічного переоснащення, грн: $S_{до} = 10,3$ грн. (дані з підприємства).

$$E_{y-p} = (10,3 - 8,0) \cdot \frac{5492181}{1000} = 12632 \text{ грн.}$$

$$E_p = \frac{12632}{43789} = 0,29 > E_n$$

Розрахунковий строк окупності капітальних вкладень:

$$T_p = \frac{1}{E_p} \quad (3.32)$$

$$T_p = \frac{1}{0,29} = 3,4 \text{ роки} < T_n.$$

Так як $E_p > E_n = 0,29$, $T_p < T_n = 3,4$ роки, $P = 16,4\%$, то технічне переоснащення ділянки є економічно доцільним.

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Довговічність ДВЗ

Дослідження надійності автомобільних двигунів, вартість ТО, втрати від простою з технічних причин, присвячено роботи Ф.Н. Авдонкіна, М.А. Григор'єва, І.Б. Гурвіча, Н.С. Ждановського, Р.В. Кугеля, А.М. Крігера, І.А. Мішіна та ін.

Впровадження прогресивних конструкторських і технологічних рішень, інноваційних матеріалів, зміцнюючих обробок та багато інших заходів дозволяє підвищити стандартні значення ресурсів двигуна в 2 ... 2,5 рази (табл. 4.1).

При цьому вихід з ладу двигуна становить 18...52%, трудомісткість їх усунення становить 43...52%, вартість запчастин - 18...58% (табл. 4.2).

Двигун являє собою складну систему, тому його довговічність оцінюється з урахуванням терміну служби окремих агрегатів і вузлів. У таблиці 4.3 ресурси представлені перед першою заміною деталей і вузлів вантажних двигунів. Найменш надійними деталями являються шатунні і коринні вкладиші, поршневі кільця та поршні.

Ресурси деталей в середньому для різних двигунів і умов експлуатації становить 50...90% від ресурсу основних деталей. Ресурс деталей двигунів КамАЗ, що виконують міжміські перевезення, склад для гільз циліндра 160 103 км, поршневих кілець - 110 103 км, автомобілів МАЗ, що працюють на будівництві відповідно 143 103 і 130 103 км [16, 17]. Підвищення довговічності двигунів може здійснюватися шляхом поліпшення його конструкції і більш повного усвідомлення потенціалу в експлуатації.

Термін служби двигуна перед капітальним ремонтом відповідно залежить від часу напрацювання двигуна до заміни швидкозношуваних деталей. Так, перша заміна швидкозношуваних деталей дозволяє збільшити термін служби двигуна перед капітальним ремонтом на 48%, а повторна на 20%, в середньому ресурс двигуна виростає до 50...100% [18].

Стан базової деталі (блоку циліндрів) взагалі не вимагає ремонтних дій до заявленого ресурсу.

Таблиця 4.1 – Динаміка зміни ресурсів двигунів до капітального ремонту, 10³ км.

Автомобіль	До заходів	Після впровадження заходів
ГАЗ-53	150	200
ЗІЛ-130	175	300
МАЗ-500	160	250
КамАЗ-740	180	310

Таблиця 4.2 – Розподілення відмов, трудомісткість їх ліквідації і затрат на запасні частини по агрегатам.

Параметр	Автомобіль	Двигун	Трансмісія	Торм. мех., рульове керув.	Передній міст, підвіска, ступиці	Електро-обладнання	Інші
Відмови	Краз-256	21,9	30,0	13,8	17,6	-	16,7
	МАЗ-500	42,8	22,8	11,8	11,7	7,05	3,7
	ЗІЛ-130	24,2	23,6	24,5	14,2	12,0	1,5
	КамАЗ-740	52,0	18,0	6,8	8,8	5,6	8,8
Трудомісткість ліквідування відмов	Краз-256	43,4	36,3	5,1	6,1	2,5	6,7
	МАЗ-500	25,6	39,5	13,4	14,7	6,7	0,1
	ЗІЛ-130	51,9	19,1	6,4	10,4	4,4	7,8
	КамАЗ-740	18,8	31,8	16,4	31,2	-	0,8

Затрати на запасні частини	МАЗ-500	18,4	9,5	2,9	64,9	1,7	2,6
	ЗІЛ-130	75,6	13,1	5,8	2,7	2,1	0,7
	КамАЗ-740	57,6	12,5	5,2	11,0	5,9	7,8

Таблиця 4.3 – Розподілення відмов, трудомісткість їх ліквідації і затрат на запасні частини по агрегатам.

Автомобіль	Колінчастий вал	Вкладиші		Гільзи	Поршні	Поршневі кільця	Циліндро-поршнева група
		Коренні	Шатунні				
ГАЗ-53	77	35	35	77	-	35	-
ЗІЛ-130	190-230	125-155	90-136	160-260	170	155	126
КамАЗ-740	127-188	120-155	100-150	150-170	140	100-140	108-141

Експлуатація багатьох видів машин після першого і наступного капітального ремонту в порівнянні з перед ремонтним періодом супроводжується збільшенням витрат запасних частин до 5 разів, зниженням терміну служби в 2...2,5 рази, збільшення простою в 4 і більше разів, зниження якості виконаних машиною робіт, а також збільшення швидкості зносу деталей [19]. Наприклад, за даними [20] зношування вкладишів збільшується на 50%, перших поршневих кілець на 75%, гільз циліндрів на 200%, і в результаті ресурс двигунів, які пройшли капітальний ремонт, не перевищує 50% від нових.

На основі експлуатаційних випробувань [21] встановлюється залежність розходу масла на угар від зазору в комбінації перше кільце-канавка поршня (рис. 4.1). В умовах експлуатації розхід масла досягає 2-3% від розходу палива.

Однією з основних функцій ЦПГ є забезпечення герметичності поршневого простору, що впливає на показники циклу, димність відпрацьованих газів, пускові властивості і прорив газів в картер. При збільшенні сумарної нещільності циліндра з $4,45 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ до $15,56 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ димність K , в межах 20...25% від номінальної потужності, збільшується в 2 рази (рис. 4.3) [22].

Наведені вище матеріали свідчать про те, що погіршення деталей ЦПГ впливає в основному на витрату масла, дим і безаварійну роботу двигуна. Слід зазначити, що заміна тільки поршневих кілець, з різними напрацюваннями двигунів, знижує витрату масла на угар на 1,5 ... 2 рази.

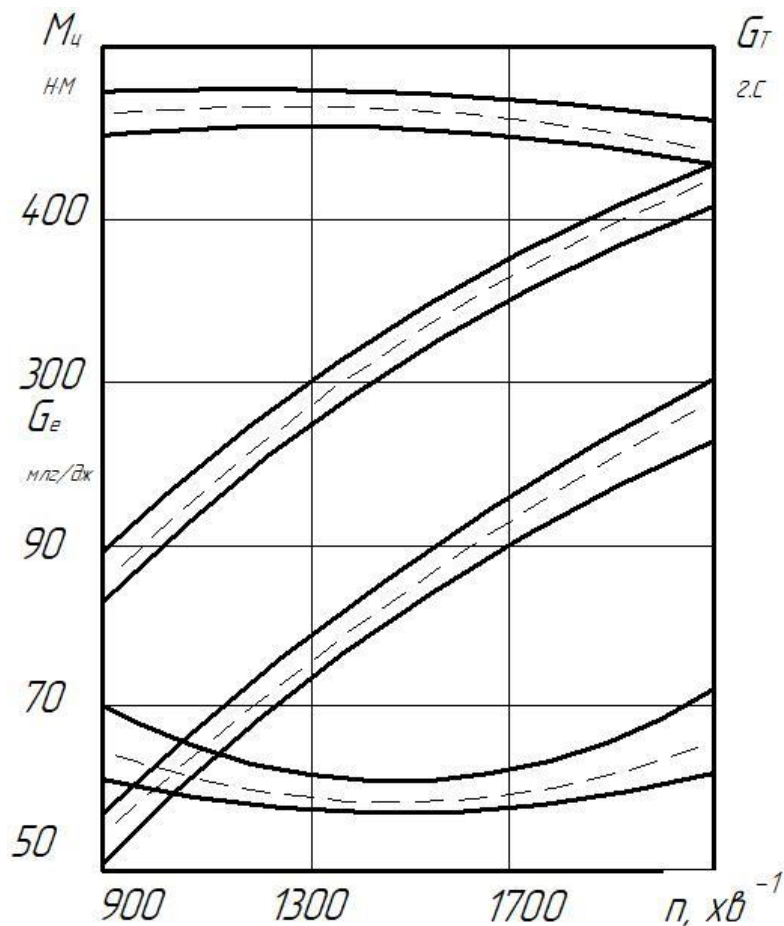


Рисунок 4.1 – Швидкісні характеристики двигунів після експлуатації з контрольною паливною апаратурою (125, 95, 65 Не,кВт).

Проведений аналіз показує, що значне зниження довговічності і зниження експлуатаційних витрат на підтримку працездатності двигунів полягає в проведенні планового ремонту із заміною деталей ЦПГ.

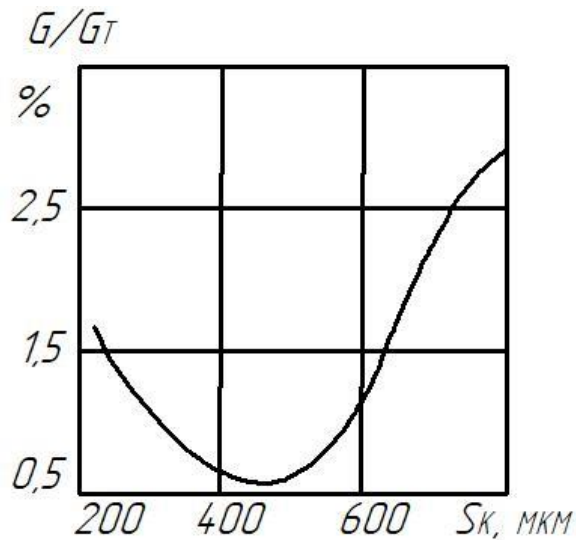


Рисунок 4.2 – Залежність відношення розходу масла на угар до розходу палива двигуна від зазору в спряженні перше компресійне кільце-канавка поршня

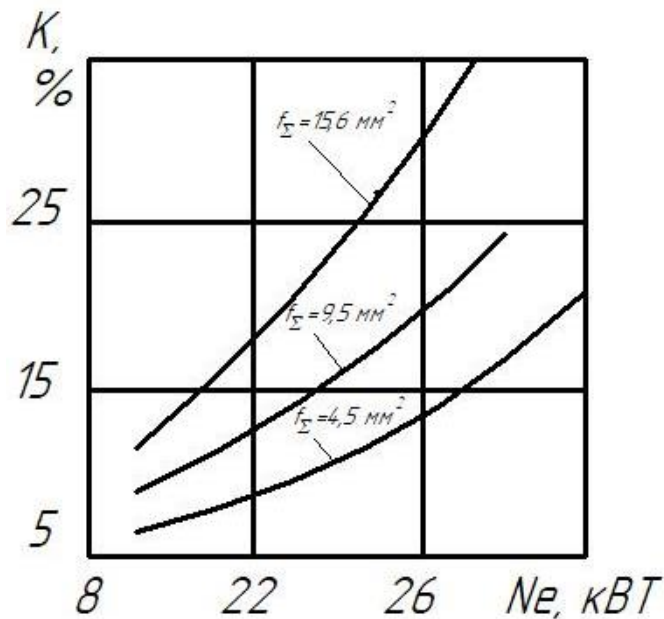


Рисунок 4.3 – Залежність димності відпрацьованих газів для значень нещільності циліндрів

4.2. Аналіз методів прогнозування довговічності деталей ЦПГ

Управління працездатністю автомобільного парку, є найважливішим завданням технічної експлуатації, ґрунтується на інформації про стан системи і на певній процедурі прийняття рішень. В основному методи прогнозування

засновані на моделюванні, аналітичних розрахунках, статистичній інформації і її обробка за допомогою прогресивного, кореляційного аналізу та екстраполяції, теоретико-інформаційного та логічного аналізу.

У роботі [22] пропонується розділити існуючі методи прогнозування на дві групи:

1) методи, засновані на екстраполяції тенденції зміни технічного стану агрегату;

2) методи, засновані на оцінці змін вихідних параметрів агрегатів в часі з різними вхідними даними.

Така диференціація виправдана, але вона не враховує широко поширені евристичні методи в даний час.

Методи прогнозування довговічності автомобільних двигунів засновані на результатах виконаних і неповних експлуатаційних [23], стендових і польових випробувань. При прогнозуванні довговічності автомобільних двигунів в основному застосовуються статистичні методи. Так, на основі досліджень зміни технічного стану деталей в процесі роботи двигуна і обробки результатів спостережень за математичною статистикою отримують моделі в функції напрацювання (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Моделі зносу деталей ПЦГ автомобільних двигунів:

Математична модель зносу	Параметри	Елементи та взаємозв'язок
$V = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$	V – зношування; t – напрацювання; $a_0 - a_3$ – коефіцієнти	Гільзи циліндрів, поршневі кільця, шийки колінчастого валу
$V = V_0 l^{bt}$	V_0 – зношення під час періоду припрацювання b – коефіцієнт інтенсивності зношування	Кільце-канавки поршня та вкладиші колінчастого валу

$V = V_0 l^{-bt}$ $V = h(10^{\frac{t}{A}} - 1)$ $V = \lambda \left(1 - l^{-\frac{\lambda E}{x}}\right)$ $V = If(t) + Z + V_0$	<p>A, h – коефіцієнти</p> <p>x – номінальний розмір деталі;</p> <p>λ – коефіцієнт;</p> <p>I – випадкова величина інтенсивності зношування;</p> <p>f(t) – функція зміни параметра</p>	<p>Гільза циліндра та кільце поршня</p>
---	--	---

Останнім часом були розроблені методи прогнозування довговічності деталей двигуна, які розглядають модель відмови, засновану на математичних, статистичних і фізичних теоріях надійності. У відповідності з теорією зносу, інтенсивність зношування пропорційна тиску на поверхню тертя:

$$I = K \cdot P^m, \quad (4.1)$$

де I - інтенсивність зношування;

P - тиск на поверхню тертя;

K - коефіцієнт який характеризує зносостійкість матеріалу;

m - степеневий показник.

В умовах абразивного зношування інтенсивність зношування має лінійну залежність від тиску:

$$I = K \cdot P, \quad (4.2)$$

Або лінійне зношування:

$$V = K \cdot P \cdot L, \quad (4.3)$$

де L - шлях тертя.

Модель, яка основана на абразивному зношенні циліндрів має вигляд:

$$V = \frac{A}{i} \left[(Px_{cm} + \frac{0.1Pxp}{1 + 0.05Px_{cm}}) Z'_F + Px_{bup} \cdot Z''_F \right], \quad (4.4)$$

де V - сумарне зношення циліндра;

A - коефіцієнт пропорційності;

i - відносна зносостійкість пари тертя;

Px_{cm}, Pxp, Px_{bup} - тиск на стінку циліндра при стиску, розширенні та випуску;

Z'_F, Z''_F - кількість частин, що розміщуються на циліндрі при стиску та розширенні.

Зношення кільця поршня:

$$\frac{\partial_{\tau}}{\partial_T} = C(p_1 + \gamma p_0), \quad (4.5)$$

де p_0 - середній тиск нового поршневого кільця на гільзу циліндра;

γ - співвідношення середнього тиску газів в області поршневої канавки до середнього тиску нового кільця;

C - коефіцієнт пропорційності;

p_1 - змінний тиск по площі зношеного поршневого кільця;

$\frac{\partial_{\tau}}{\partial_T}$ - швидкість зношення поршневого кільця.

Ці моделі мають емпіричний характер. Вони дозволяють достовірно оцінити ресурс деталей ЦПГ за зношенням під час стендових випробувань, але враховують зовнішні фактори, які формують режими роботи двигуна в реальній роботі.

В роботі [24] розглядається модель абразивного зносу взаємозв'язку гільзи циліндрів (компресійне кільце), яка приводить умови експлуатації і структурні параметри двигуна:

$$Y = 0.0166 \frac{A_1 P_1}{M_1}, \quad (4.6)$$

де A_1 - фактори, які характеризують абразивний вплив та режим роботи двигуна;

P_1 - фактори, які характеризують конструктивні параметри двигуна;

M_1 - фактори, які характеризують фізико-механічні властивості матеріалів.

Прогнозування терміну служби поршневих кілець проводять п за лінійною моделлю і на основі наступного співвідношення:

$$R = \frac{h_n}{Y}, \quad (4.7)$$

де R - ресурс поршневих кілець;

h_n - величина покриття компресійного кільця.

Математична модель прогнозування ресурсу гільз циліндрів за середнім ефективним тиском і ступені завантаження двигуна:

$$R = 800(6,69 - 0,062Q) \left(\frac{44.5 \cdot 10^9 U_{np}}{P_e^{3.188}} \right)^{\frac{1}{2.7-0.024Q}}, \quad (4.8)$$

де R - ресурс гільз циліндрів;

U_{np} - допустиме значення зносу гільз циліндрів;

P_e - середній ефективний тиск;

Q - завантаження двигуна

На основі експериментальних досліджень і статистичних симуляцій залежність інтенсивності зношення гільз циліндрів двигунів від P_e та частоти обертання колінчастого валу n :

$$Y = \left[a(P_e + 0.18n + 1.8 \cdot 10^{-4} n^2) - 1.5 \cdot 10^{-4} n \right], \quad (4.9)$$

де a - коефіцієнт корегування інтенсивності зношення гільз циліндрів, який враховує особливості двигуна.

Модель ресурсу ЦПГ автомобільних двигунів відповідає наступній залежності:

$$R = \frac{F_{gb}}{Y}, \quad (4.10)$$

де F_{gb} - сумарне допустиме зношення ЦПГ.

Середній ефективний тиск розглядається як функція маси автомобіля, коефіцієнт сумарного шляхового опору, динамічного радіусу кочення колеса, швидкості руху автомобіля. Відносна похибка цього методу в 3...5 разів менше в порівнянні з статистичними методами прогнозування ресурсу [25].

До недоліків розглянутого методу можна віднести те, що ряд факторів не враховується: теплонапруженість деталей, фізико-механічні властивості матеріалів тощо. Зношення гільз циліндрів не обмежує довговічність ЦПГ, отже прогнозування напрацювання при якому слід провести деталей ЦПГ не може бути впроваджено без додаткових досліджень.

Аналіз існуючих методів прогнозування довговічності деталей ЦПГ відображає, що вони, як правило, засновані на екстраполяції тенденції до зміни технічного стану деталей без урахування фізичної сутності і причин процесу зношення, вимагають випробувань і не є універсальними для зношених деталей.

4.3. Прогнозування довговічності деталей поршневої групи ДВЗ

Розглянуті методи прогнозування не враховують накопичену інформацію про надійність, умови їх експлуатації і тому є статичними в часі. При цьому актуальним є розглянути універсальну методіку, що дозволяє вирішувати основні проблеми прогнозування довговічності [19]:

- прогнозування ресурсу частин всієї загальної кількості двигунів;
- прогнозування терміну служби деталей конкретної марки двигунів;
- прогнозування терміну служби деталей конкретного двигуна в умовах експлуатації.

Крім сформульованого, необхідно виділити проблему прогнозування ресурсу даних двигуна нової конструкції або модернізованих. Взаємозв'язок завдань прогнозування приведено на рис.4.6. Визначення площі 1 і 2 вимагає застосування аналітичної моделі, яка відображає конструктивні особливості - двигуна, фізико-механічні властивості матеріалу, режими роботи, умови обслуговування тощо.

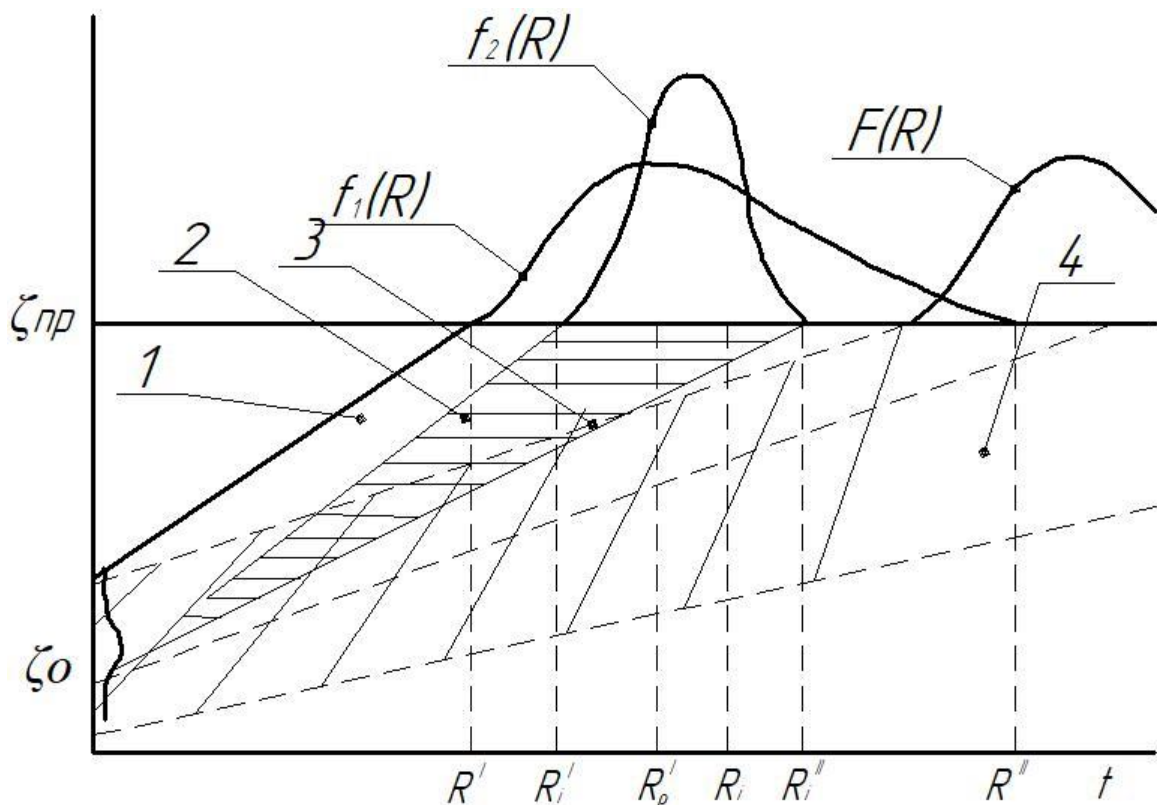


Рисунок 4.6 – Схема прогнозування ресурсу деталей двигуна:

- 1 - площа зміни параметрів;
- 2 - площа зміни параметра для конкретної марки двигуна при певних умовах експлуатації;
- 3 - здійснення випадкового процесу в заданих умовах експлуатації;
- 4 - площа зміни параметрів для двигунів нової конструкції або модернізованих;

$f_1(R), f_2(R), f_3(R)$ - щільність розподілення ресурсів.

Застосування аналітичної моделі ускладнюється мінливістю робочих зусиль, швидкостями і температурами по довжині циліндра, тепловою деформацією блоку циліндрів та іншими факторами, тому розрахунок ресурсу можливий при деяких припущеннях і ідеалізації процесу. Результати досліджень показують, що для деталей аналітичні моделі можуть бути отримані за допомогою кореляційних рівнянь довговічності, які полягають у встановленні функції відгуку між «входами» - факторами, що визначають внутрішній і зовнішній вплив на деталь і «виходами» - параметрами, в нашому випадку - ресурс.

Для того щоб побудувати модель для деталей ЦПГ необхідно:

- систематизувати статистичні матеріали про експлуатацію надійності та умов експлуатації автомобільних двигунів;
- розробити якісні і кількісні критерії, що характеризують фізичну сутність процесів, що призводять до виходу з ладу гільз циліндрів, поршневих кілець;
- визначити кореляційні залежності між критеріями та ресурсами деталей.

Прогнозування ресурсу деталей двигунів базується на екстраполяції часових, включає в себе приведення вихідної інформації до форми, зручної для попередньої інтерпретації; апроксимацію статистичного ряду; перевірку точності прогнозування.

Прогнозування середнього ресурсу R_p і меж для певних умов експлуатації двигунів, базується на моделях зміни параметра технічного стану.

При прогнозуванні прийнято вважати, що зміна параметра конкретного об'єкта характеризується функцією екстраполяції, яка враховує інформацію за минулий період експлуатації. Для обліку тенденції зміни параметра в залежності від умов експлуатації двигуна в експлуатації застосовується логічна формула.

$$P = D + MM, \quad (4.12)$$

де P - прогнозування кінцевого ресурсу двигуна;

MM - математична модель зміни технічного стану;

D - діагностика технічного стану двигуна.

Рівняння довговічності - це кореляція між якимось формальним параметром (критерієм), що характеризує узагальнений режим навантаження деталі, і робочим показником надійності:

$$L = \Psi(\vec{K}, \vec{Y}, T), \quad (4.13)$$

де L - довговічність;

\vec{K} - вектор формальних параметрів (критерії);

\vec{Y} - вектор параметрів конструкції або параметрів, котрі визначають умови експлуатації;

T - час.

Довговічність деталей двигуна, на відміну від деталей трансмісії, для яких використовувалися кореляційні рівняння довговічності, залежить не тільки від навантаження, але і від швидкості і теплових режимів роботи.

Дослідження показують, що при зміні режимів навантаження змінюються показники робочого циклу, температура деталей і швидкість їх зношування; зі збільшенням швидкісного режиму, збільшуються інерційні і динамічні навантаження, збільшується теплонапруженість деталей.

Вектор \vec{K} визначають з наступного виразу:

$$\{K\} = \iint_{ZW} F(\vec{Z}) f(\vec{Z}) d\vec{Z} Y(\vec{W}) d\vec{W}, \quad (4.14)$$

де \vec{Z}, \vec{W} - вектори параметрів, які визначають значення критерія;

$f(\vec{Z}), F(\vec{W})$ - функції відгуку;

$f(\vec{Z}), Y(\vec{W})$ - щільність розподілення навантажувального та швидкісного режимів;

При практичних розрахунках довговічності деталей двигуна, через відсутність достатньої інформації для створення щільності розподілення навантажувального та швидкісного режимів критерій може бути у вигляді одно або двомірних розподілень:

$$K = \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^l \alpha_i \alpha_j \alpha_k n_{ijk} f_{ijk}(S, n) F(S), \quad (4.15)$$

де $\alpha_i \alpha_j$ - коефіцієнти, що враховують розподілення пробігу автомобіля за ваговим станом;

α_k - коефіцієнт, який враховує розподілення К-го елементарного навантажувального і швидкісного режимів тощо.

$$\sum_{k=1}^m d_k = 1;$$

$n_{ijk} f_{ijk}$ - інтенсивність та функція щільності розподілення К-го елементарного навантажувального і швидкісного режимів при русі автомобіля в і-му стані на j-му дорожньому покритті.

В дослідженнях відмічається суттєвий вплив тепонапруженості на довговічність деталей двигуна. Для оцінки теплонапруженості поршня та інших деталей під час експлуатації застосовується наступний критерій:

$$K_T = \left(\frac{D}{P_K}\right)^{0.38} \cdot C_m^{0.5} (P_e \cdot g_e \cdot \frac{T_k}{T_0})^{0.88}, \quad (4.16)$$

де D - діаметр поршня;

P_K, T_k - тиск повітря, МПа, та температура на вході в циліндр;

C_m - середня швидкість поршня, м/с;

P_e - середній ефективний тиск, МПа;

T_0 - температура повітря за нормальних умов;

g_e - питомий розхід палива, мг/Дж.

Середнє значення критерія K_{TP} в процесі експлуатації двигуна має наступний вигляд:

$$K_{TP} = D^{0.38} (T_0)^{-0.88} \sum_{\gamma=1}^t \sum_{g=1}^p \sum_{j=1}^n \sum_{\rho=1}^S \sum_{i=1}^l d_i d_j d_\mu d_\zeta d_\gamma P_{k\xi} C_{mij}^{0.5} (P_{eij} g_{lu} T_{k\gamma})^{0.88}, \quad (4.16)$$

де d_μ - коефіцієнт, котрий враховує питомий розхід палива при русі автомобіля в i -му стані на j -му дорожньому покритті;

d_ζ, d_γ - коефіцієнт, котрий враховує розподілення пробігу авто при γ -ій температурі ($\sum_{\gamma=1}^t d_\gamma = 1$), ζ -му тиску повітря ($\sum_{\zeta=1}^p \alpha_\zeta = 1$) на вході в циліндр.

При прогнозуванні терміну служби деталей двигуна однієї марки, що експлуатуються в різних умовах, можуть використовуватися однакові значення критеріїв. Таким чином, критерій теплового натягу може бути представлений у вигляді співвідношення:

$$K_T = \frac{K_{TP}}{K_{T \max}}, \quad (4.17)$$

де $K_{T_{\max}}$ - максимальне значення критерія.

Прогнозування довговічності деталей на основі якого-небудь фактора, наприклад, умов завантаження, високошвидкісних режимів, мікро- і мікрометричних параметрів, як показали фундаментальні дослідження є неефективні. Кореляційні рівняння довговічності дозволяють вносити корективи в критерії, послідовно наближаючи їх до фізичної сутності відмови деталей.

У багатьох роботах наведені критерії, що характеризують вплив фізико-механічних властивостей матеріалів на зношування деталей. Зносостійкість деталей у спряженні визначається за допомогою критерію фізико-механічних властивостей матеріалів:

$$K_{MP} = \frac{E_{o2}^t HB_k^\alpha HB_\Gamma^\beta}{HB_k + HB_\Gamma}, \quad (4.17)$$

де K_{MP} - розрахунковий критерій фізико-механічних властивостей матеріалу для визначення моделі двигуна;

HB_k, HB_Γ - твердість гільзи циліндра та кілець;

E_{o2} - пластичність матеріалу;

t - коефіцієнт контактно-фрикційної втоми;

α, β - показники степенів, приймається для кілець $\alpha = 1,5, \beta = 2$, а для гільзи $\alpha = 2,5, \beta = 1$.

Критерій фізико-механічних властивостей матеріалу K_{MP} як і критерій теплонапруженості необхідно нормалізувати.

$$K_M = \frac{1}{\lg K_{mp}}, \quad (4.17)$$

Тоді критерій навантаження K буде мати вигляд:

$$K = K_T K_M \sum_{k=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^l d_l d_j d_{ijk} f_{ijk}(S_n) F(S), \quad (4.17)$$

Для побудови кореляційного рівняння потрібна інформація про умови експлуатації автомобіля і відповідну експлуатаційну надійність деталей двигуна. У багатьох випадках автори, посилаючись на результати спостережень контрольованих партій двигунів, розглядають лише частину факторів, що визначають надійність, обмежуючись категорією умов експлуатації. Відсутність систематизації даних експлуатаційних випробувань призводить до необхідності використання середніх статистичних значень параметрів. До цих параметрів відносяться співвідношення швидкості і передаточне число коробки передач, коли автомобіль рухається в i -му стані на J -му дорожньому покритті, коефіцієнт використання пробігу; шляхи умовно діляться на категорії за дисперсією нерівностей і типом кореляційної функції мікропрофіля, коефіцієнтом опору руху.

При виборі моделі рівняння необхідно враховувати фізичну сутність процесу, що призводить до виходу з ладу деталей. При степенній реалізації зношення V від напрацювання отримаємо:

$$\tilde{V} = \tilde{V}_0 + \tilde{V}t^\alpha, \quad (4.17)$$

де \tilde{V}_0 - випадкова величина початкового зношення;

\tilde{V} - випадкова величина швидкості зношення;

t - напрацювання;

α - показник степеня.

Якщо V розглянути в якості критерію навантаженості, то при підстановці критичного значення зношування $V = V_{np}$ і відповідного ресурсу деталі $t = \bar{R}_p^{-\alpha}$ отримаємо модель, яка повинна описувати залежність:

$$K = A + B\bar{R}_p^{-\alpha}, \quad (4.17)$$

де A, B - коефіцієнти регресії.

Узагальнений режим навантаження визначається конструкцією двигуна (рис. 4.7); в процесі експлуатації при визначених умовах велику роль відіграє i -та реалізація (рис. 4.7, б); по середньому значенні цієї реалізації \bar{f}_i визначається критерій навантаженості \bar{K}_i (рис. 4.7, в), котрий представляє собою швидкість зношування (рис. 4.7, г); в залежності від значення критичного зношування \bar{V}_{np} і критерія \bar{K}_i знаходиться прогнозоване значення середнього ресурсу деталі.

Останнім кроком є оцінка точності і надійності. Для оцінки надійності, завдяки тому, що модель не лінійна, коефіцієнт множинної кореляції має вигляд:

$$R_{y\alpha} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i)]^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (4.17)$$

де y_i - значення залежної змінної;

$f(x_i)$ - рівняння регресії;

\bar{y} - середнє значення.

Оцінка точності прогнозу виконується за допомогою довірчого інтервалу. Верхню і нижню границі довірчого інтервалу визначається з рівняння:

$$y = f(x_1) \pm t_\beta \sigma_y, \quad (4.17)$$

де t_β - значення t - критерія Стюдента при довірчій ймовірності β ;

σ_y - залежність змінної.

Для визначення $\sigma_{ук}$ скористаємося наступною залежністю:

$$\sigma_{ук} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i)]^2}{n - K}}, \quad (4.18)$$

де n - число точок вибірки;

K - число ступеней вільності.

$$\frac{\overline{\sigma_k \sqrt{K}}}{x_2^2} \prec \sigma_k \prec \frac{\overline{\sigma_k \sqrt{K}}}{x_1^2} \quad (4.17)$$

де x_1^2, x_2^2 - статистика Пірсона при довірчій ймовірності:

$$P(x_1^2) = \frac{1+\beta}{2} \quad \text{і} \quad P(x_2^2) = \frac{1-\beta}{2}.$$

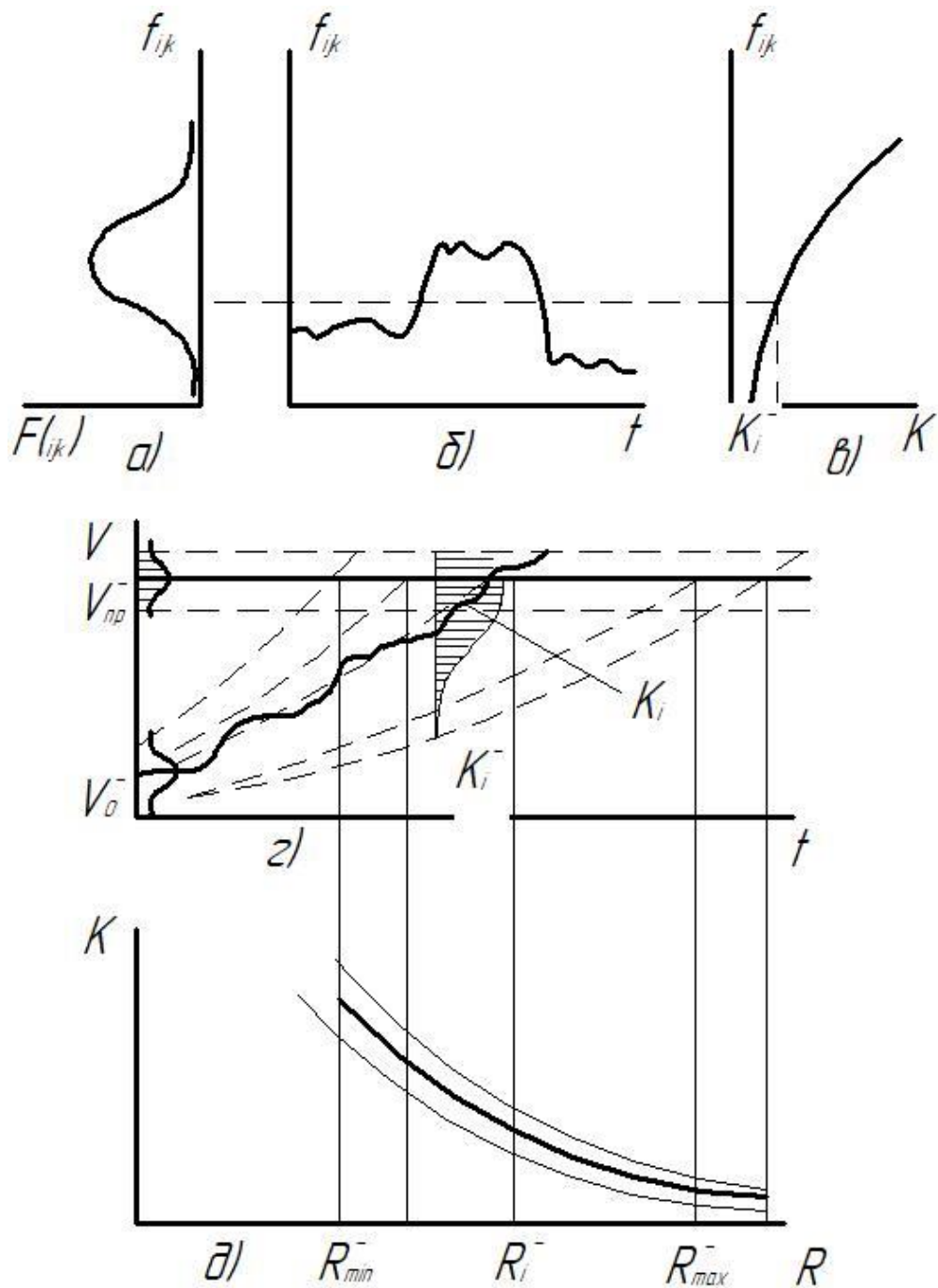


Рисунок 4.6 – Схема середнього ресурсу деталей при різних режимах роботи двигуна

Прогноз параметру ресурсу R^* виконується підстановкою в рівняння прогнозованого значення критерія K^* :

$$R^* = \sqrt{\frac{B}{K^* - A}} \quad (4.17)$$

Тоді граничне значення R^* у відповідності буде:

$$R^* = \sqrt{\frac{B}{K^* - A - t_\beta \sigma_y}}; \quad R_2^* = \sqrt{\frac{B}{K^* - A + t_\beta \sigma_y}}. \quad (4.17)$$

Довірчий інтервал прогнозних оцінок ресурсів записується у наступному вигляді:

$$\sqrt{\frac{B}{K^* - A + t_\beta \sigma_y}} \leq R^* \leq \sqrt{\frac{B}{K^* - A - t_\beta \sigma_y}}.$$

Таким чином, приведені залежності являються вихідними для побудови кореляційних рівнянь деталей двигунів.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Характеристика ділянки з точки зору охорони праці і техніки безпеки на ділянці

Під час виконання робіт на ділянці виникають фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, зокрема, це рухомі машини, механізми, незахищені рухомі частини (елементи) виробничого обладнання, засоби для переміщення заготовки деталі, матеріали, а також хімічні небезпечні фактори, які спричиняють небезпеку травмування робітника.

При виконанні розбирально-складальних робіт потрібно дотримуватись основних вимог техніки безпеки, які заключаються в наступному.

- ділянка складання-розбирання повинна мати міцні неспалимі стіни;
- підлога повинна бути рівною, гладкою, але не слизькою;
- не можна допускати на ділянці великої кількості агрегатів і деталей, забороняється загромождувати проходи;
- агрегати і деталі, які мають масу більше 10 кг необхідно знімати, транспортувати і встановлювати за допомогою підйомно-транспортних засобів;
- розбирати агрегати, які мають пружини, дозволяється тільки на спеціальних стендах або за допомогою пристосувань;
- при випресуванні деталей, які мають нерухому посадку, на пресах останні оснастити захисними решітками;
- для забезпечення електробезпеки кожне виробниче приміщення повинно бути огорожене шиною заземлення, розміщеною на 0.5 м від підлоги. Всі корпуси електродвигуна також металеві частини! обладнання замулені або заземлені:
- переносний електроінструмент можна використовувати при умові його справності при напрузі не більше 36 В.

Мити автомобілі, агрегати необхідно в відведених майданчиках.

Двигуни та агрегати перед миттям звільняють від мастила, пального, гальмівної та охолоджувальної рідин. Миття агрегатів та деталей двигунів то працюють на етилованому бензині, потрібно здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень або іншими нейтралізуючими речовинами з подальшим обов'язковим промиванням гарячою водою.

В процесі виконання мийно-очисних робіт з використанням лужних розчинів, кислот мийні машини та різні установки для виконання цих робіт пошиті бути обладнані місцевою вентиляцією.

Правила безпеки при використанні спеціального устаткування пристроїв та інструментів.

Вимоги техніки безпеки до виробничого обладнання дільниці:

1. Виробниче устаткування, пристрої та інструменти протягом усього періоду експлуатації повинні відповідати вимогам безпеки згідно ГОСТ 12.2.003-91.

2. Небезпечні місця на дільниці огорожуються.

3. Конструкція устаткування виключає можливість їх падіння, опускання, перекидання та довільного зміщення при усіх передбачених умовах експлуатації.

4. Кабелі повинні бути захищені від випадкового їх пошкодження.

5. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.

6. Поверхні пристроїв і елементи виробничого устаткування, які служать елементами безпеки для працюючих, пофарбовані згідно ГОСТ 12.4.026-76.

7. Устаткування на дільниці в процесі експлуатації не забруднює виробниче середовище викидами шкідливих речовин у кількості більшій гранично допустимих значень, встановлених ГОСТ 12.1.005-88.

8. Устаткування, яке є джерелом шуму, ультразвуку, вібрації, повинно відповідати ГОСТ 12.1.003-83.

9. Контрольно вимірювальні прилади утримуються у справному стані, періодично перевіряти.

10. На несправне обладнання керівник дільниці вивіщує таблицю, на якій вказано, що працювати на даному устаткуванні заборонено.

11. Устаткування гідравлічне і пневматичне виконано так, щоб будь-яка небезпека, що викликана цими видами енергії була виключена.

12. Пристрої для зупинки та пуску устаткування розміщені так, щоб ними було зручно користуватися з робочого місця.

13. Електричний інструмент підлягає періодичні перевірки не менше одного разу в 6 місяців згідно з ГОСТ 12.2.013.0-91.

14. У конструкціях ручного механізованого інструменту є пристрій для його підвішування.

Рациональне розташування основного та допоміжного устаткування, виробничих меблів, а також правильна організація робочих місць мають важливе значення для здорових та безпечних умов праці. Столи, шафи, стелажі та інші виробничі меблі поставлені впритул до конструктивних елементів будівлі. До складу дільниці також ще входять допоміжні

На дільниці безпека праці включає в себе: безпеку виробничого процесу, безпеку виробничого обладнання та безпеку трудового процесу.

Крім того з працівниками проводяться інструктажі: вступний – проводиться при прийомі на роботу в кабінеті ОП, представником служби ОП з одним або декількома працівниками, робиться запис в журналі з підписами; первинний – проводиться на робочому місці керівником робіт, з одним або групою працюючих, які працюють за одним фахом; повторний – раз в півроку, а для робіт з підвищеною небезпекою раз в три місяці, або якщо перерва в роботі становить більше 60 днів, а для робіт з підвищеною небезпекою – 30 днів; цільовий – проводиться при зміні робіт, або при видачі наряду допуску; позаплановий – якщо стався нещасний випадок або при заміні обладнання і пристосувань, змінах в технологічному процесі, якщо пройшла реконструкція підприємства, а також при змінах законодавства про охорону праці.

Для нормальних умов праці дільниця, а особливо робоче місце повинно бути добре освітленим. При поганому освітленні людина швидко втомлюється,

працює менш-продуктивно, зростає небезпека помилок і недоліків та нещасних випадків. Погане освітлення на робочому місці може привести до професійних захворювань. Наприклад короткозорості. Праця в першу чергу потребує максимального використання природного освітлення

Необхідна освітленість ділянки забезпечується забезпечується використанням суміщеного освітлення, яке складається з природнього бокового двохстороннього і штучного комбінованого. В склад штучного комбінованого освітлення входить загальне, локалізоване (люмінесцентні лампи з робочою напругою 220 В) а саме ЛП001 у кількості 6-ти ламп загальною потужністю 480Вт (в кожному світильнику по дві лампи ЛБ-40) і місцеве освітлення (лампи розжарювання з робочою напругою 36 В). Освітленість ділянки складає: робоче - 300 лк, аварійне - 2 лк , евакуаційне – 0,5 лк , охоронне – 0,5 лк , чергове – 0,5 лк..

Основними джерелами вібрації є вентиляція, електромеханічне обладнання. Джерела вібрацій ізолюються за рахунок встановлення їх на гумових або пружинних ізоляторах , внаслідок чого рівень вібрації не перевищує допустимих норм .

Захист від враження електричним струмом здійснюється за рахунок під'єднання всього обладнання, що працює під напругою, до захисного заземлення. Вертикальні заземлювачі розміщені по периметру будівлі.

5.2 Розрахунок захисного заземлення

Мета розрахунку заземлення – визначити кількість електродів заземлювача і заземлювальних провідників, їхніх розмірів і схеми розміщення в землі.

Вихідні дані: напруга мережі - 220В; виконання мережі - з глухо заземленою нейтраллю; тип заземлювального пристрою - вертикальний; розміри вертикальних заземлювачів: довжина в - 3,2 м; діаметр d - 0,025м.; ґрунт – супісок, склад однорідний, вологість нормальна, агресивність нормальна; кліматична зона – II.

Визначаємо: R_d - допустиме значення опору розтіканню струму в заземлювальному пристрої $R_d < 4 \text{ Ом.}$; $K_{с.в.}$ – приблизне значення питомого опору ґрунту, що рекомендується приймаємо – $300 \text{ Ом.}\cdot\text{м.}$; $K_{с.в.}$ - коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів, для даної кліматичної зони II. Приймаємо $K_{с.в.}$; $K_{с.г.}$ - коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача згідно з кліматичною зоною. Приймаємо $K_{с.г.} = 3,5$.

Розрахунковий питомий опір ґрунту для вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{розр.в.} = \rho_{табл.} \cdot K_{с.в.}; \quad (5.4)$$

де $\rho_{табл.}$ – приблизне значення питомого опору, $K_{с.в.}$ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів.

$$\rho_{розр.в.} = 300 \cdot 1,5 = 450 \text{ (Ом.)}$$

Розрахунковий питомий опір ґрунту для горизонтальних заземлювачів:

$$\rho_{розр.г.} = \rho_{розр.в.} \cdot K_{с.г.}; \quad (5.5)$$

де $\rho_{розр.г.}$ – значення питомого опору; $K_{с.г.}$ – коефіцієнт сезонності для горизонтального заземлювача.

$$\rho_{розр.г.} = 450 \cdot 3,5 = 1575 \text{ (Ом.)}$$

Опір розтікання струму в одному вертикальному заземлювачі:

$$R_B = \frac{\rho_{р.в.}}{\pi d_B} \left(\ln \frac{2l_B}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t + l_B}{4t - l_B} \right); \quad (5.6)$$

$$R_B = \frac{450}{3,14 \cdot 3,2} \left(\ln \frac{2 \cdot 3,2}{0,025} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 0,5 + 3,2}{4 \cdot 0,5 - 3,2} \right) = 370 \text{ (Ом.)}$$

Теоретична кількість вертикальних заземлювачів без врахування коефіцієнта використання:

$$n_{т.в.} = \frac{R_B}{R_d \cdot \eta_{с.в.}}; \quad (5.7)$$

де R_B – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах;

R_d – допустиме значення опору розтікання струму в заземлювальному пристрої.

$$n_{т.в.} = \frac{370}{4 \cdot 1} = 93 \text{ (шт.)}$$

Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів при розташуванні їх згідно вихідних даних або за чотирикутним контуром при числі заземлювачів $n_{т.в.} = 137$ та при відсутності $L_{в}/\ell_{в} = 1$ приймаємо $\eta_{т.в.} = 0,41$.

Необхідна кількість штук вертикальних однакових заземлювачів:

$$n_{н.в.} = \frac{R_{\delta}}{R_{\delta} \cdot \eta_{т.в.}} \quad (5.8)$$

$$n_{н.в.} = \frac{370}{4 \cdot 0.41} = 213 \text{ (шт.)}$$

Розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах при $n_{н.в.} = 193$ (шт) без врахування з'єднувальної стрічки:

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{R_{в}}{n_{н.в.} \cdot \eta_{т.в.}}; \quad (5.9)$$

де $n_{н.в.}$ – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

$R_{в}$ – опір розтікання струму в вертикальних заземлювачах.

$$R_{\text{розр.в.}} = \frac{370}{213 \cdot 0.41} = 4 \text{ (Ом)}$$

Відстань між вертикальними заземлювачами за відношенням $L_{в}/\ell_{в} = 1$, звідси:

$$L_{в.} = 1 \cdot \ell_{в}; \quad (5.10)$$

де $\ell_{в}$ – довжина вертикального електрода;

$$L_{в.} = 1 \cdot 3,2 = 3,2 \text{ (м)}$$

Довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлення:

$$L_{з.с.} = 1,05 \cdot L_{в.} \cdot (n_{н.в.} - 1); \quad (5.11)$$

де $n_{н.в.}$ – необхідна кількість штук вертикальних заземлювачів; $L_{в.}$ – відстань між вертикальними заземлювачами.

$$L_{з.с.} = 1,05 \cdot 3,2 \cdot (213 - 1) = 712 \text{ (м)}$$

Опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі:

$$R_{\Gamma} = \frac{\rho_{п.з.}}{2\pi L_{з.с.}} \ln \frac{2L_{з.с.}}{d \cdot t}; \quad (5.12)$$

$$R_{\Gamma} = \frac{1575}{2 \cdot 3,14 \cdot 712} \ln \frac{2 \cdot 506944}{0,025 \cdot 0,5} = 7 \text{ (Ом)}$$

Коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів при розташуванні вертикальних заземлювачів згідно з вихідними значеннями або за чотирикутним контуром при відношенні $L_v/\ell_v = 1$ та необхідної кількості вертикальних заземлювачів $n_{н.в.} = 93$ приймаємо $n_{в.г.} = 0,22$.

Розрахунковий опір розтікання струму в горизонтальних заземлювачах:

$$R_{розр.г.} = \frac{R_{г.з.с.}}{N_{г.} \cdot n_{в.г.}} ; \quad (5.13)$$

де $R_{г.з.с.}$ – опір розтікання струму в горизонтальному заземлювачі;

$n_{в.г.}$ – коефіцієнт використання горизонтальних заземлювачів;

$$R_{розр.г.} = \frac{7}{1 \cdot 0,22} = 32 \text{ (Ом)}$$

Розрахунковий теоретичний опір розтікання струму у заземлювачах:

$$R_{розр.в.г.} = \frac{R_{розр.в.} \cdot R_{розр.г.}}{R_{розр.в.} + R_{розр.г.}} ; \quad (5.14)$$

де $R_{розр.в.}$ – розрахунковий опір розтікання струму у вертикальних заземлювачах.

$$R_{розр.в.г.} = \frac{4 \cdot 32}{4 + 32} = 4 \text{ (Ом)}$$

Вибираємо матеріал та поперечний перетин з'єднувальних провідників - алюмінієві $S_m = 6 \text{ мм}^2$ провідники; матеріал для поперечного січення магістральної шини приймаємо сталеву шину товщиною $\delta_s = 4 \text{ мм}$ і перетином не менше $\sigma = 100 \text{ мм}^2$.

Схема з'єднання обладнання з магістральною шиною та з'єднання магістральної шини з заземлювальним пристроєм (з'єднувальною стрічкою) наведена на рис. 5.1.

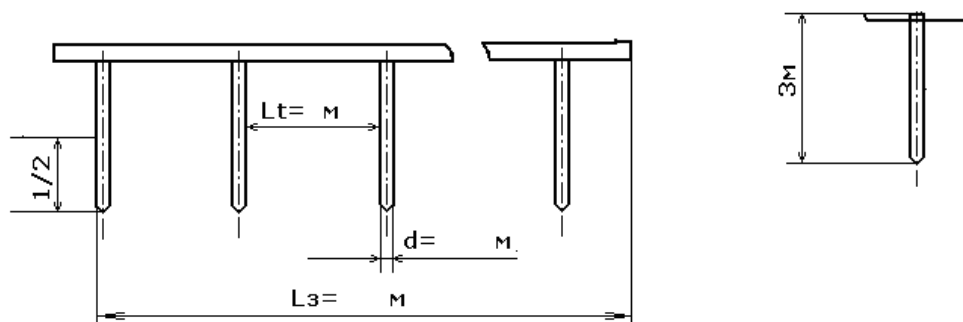


Рисунок 5.1 - План розміщення захисного заземлення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту вдосконалено ТП ТО і ремонту карданної передачі КрАЗ-65055 в умовах підприємства. В загальному розділі описана технічна характеристика КрАЗ-65055, конструкція та принцип роботи карданної передачі КрАЗ-65055.

В технологічному розділі описано технологічний процес демонтажу карданного вала з автомобіля КрАЗ-65055, технологічний процес розбирання карданного вала, можливі несправності карданної передачі та методи їх усунення, дефектування деталей карданної передачі і пропозиції щодо способів усунення дефектів. Розроблено технологічний процес складання і балансування карданного валу, технологію встановлення карданного вала на автомобіль, розроблено технологічний процес ремонту опори проміжної карданної передачі автомобілів КрАЗ. Описано можливі дефекти деталей карданних передач, причини їх появи та способи усунення, критерії граничного стану карданної передачі.

В конструкторському розділі проведено аналіз початкових даних і порядок проектування пристосування, розрахунок рентабельності застосування пристосувань, будови, принципу дії і застосування пристосування, проектний розрахунок з'єднання гвинт-гайка. Представлено обрахування вартості основних виробничих фондів дільниці, поточного ремонту, кошторис витрат на поточний ремонт по дільниці, визначення показників економічної ефективності.

В науково-дослідницькому розділі розглянуто аналіз методів прогнозування довговічності деталей ЦПГ та прогнозування довговічності деталей поршневої групи ДВЗ.

В розділі охорони праці описано дільницю, розглянуто протипожежну безпеку дільниці та розраховано захисне заземлення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Верещак Ф.П. Абелевич Л.А. Проектирование авторемонтных предприятий. Справочник инженера механика. М.: Транспорт. 1975. 328с.
2. Колебанов Б.В. Проектирование производственных участков авторемонтного предприятия. М.: Транспорт. 1975. 296с.
3. Технично-економические показатели авторемонтных заводов. М.: Минавтотранс. 1975.
4. Оборудование для ремонта автомобилей. Справочник/ред. М.М. Шахнеса. М.: Транспорт 1978. 341с.
5. Справочник технолога авторемонтного производства/ред. Г.А. Малкнива. М.: Транспорт 1977. 407с.
6. Проектирование машиностроительных заводов / ред.Е.С. Ямпольского. Т.1. М.: Машиностроение. 1974. 511с.
7. Апанасенко В.С. и др. Проектирование авторемонтных предприятий. Минск.: Вышедшая школа. 1978. 238с.
8. Ремонт автомобилей / ред. С.Н. Румянцева. М.: Транспорт 1981. 462с.
9. Справочник металлиста. Г.2.М.: Машиностроение. 1984. 547с.
10. Корнелюк Й.А. Методичні вказівки до виконання дипломних проєктів з економічних питань. Львів: ДУ «Львівська політехніка». 1996. 56с.
11. СНиП Ш-М. 2-84. Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования. М.: Стройиздат. 1985. 67с.
12. Правила устройства электроустановок. М.: Атомиздат. 1978. 96с.
13. Липкинд А.Г. и др. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт 1978. 328с.
14. Клебанов Б.В. и др. Ремонт автомобилей. М.: Транспорт 1978. 328с.
15. Ткачук К.Н. и др. Безопасность труда в промышленности. Справочник. Киев: Техника. 1982. 231с.
16. Паньков Н.П., Куземко Л.С. Характер неисправностей дви гателей ЯМ З-740 и пути их устранен и я,- Повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта. Саратов, СПИ,1981, С.П7-121.

17. Колосов Р.Е., Денисов А.С., Оптимальные сроки замены вкладышей коленчатого вала и поршневых колец дизелей ЯМЗ.- Автомобильная промышленность, 1978, №3, с.5-7.

18. Чумак В.И. Пути повышения народнохозяйственной эффективности производства и эксплуатации двигателей. Автомобильная промышленность, 19, № I, с. 2-4.

19. Проников А.С. Надежность машин. М.:Машиностроение, 1978. - 591 с.

20. Таннинг Л. Исследование закономерностей изнашивания и совершенствование технологии и организации ремонта двигателей модели ЗИЗ. Авто реферат канд. диссертации. Л., ЛИСИ, 1979.- 29 с.

21. Григорьев М.А., Слабов Е.П. Исследование критериев предельного состояния дизеля.- Автомобильная промышленность, Ш 12, 1972, с. 8-10.

22. Славуцкий В.А, Эксплуатационные методы улучшения показателей тракторных дизелей. Науч. тр. ЛСХИ, т.408, 1981, с. 3-П5.

23. КЕМ 87.000.000-72. Оработка незавершенных испытаний на долговечность.- М, 1979,-39 с.

24. Рнбанов Г.Л. Исследование долговечности гильз цилиндров автомобильных двигателей в разных условиях эксплуатации.-Авто реферат канд. дисс., Харьков, ХАДИ, 1980, 21 с.

25. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя (на примере ЗИЛ-130), Канд. дисс., Харьков, ХАДИ, 1983.- 182 с.

26. ДБН В.1.1-7 -2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва.

27. ДСТУ EN 13501-1:2016 Пожежна класифікація будівельних виробів і будівельних конструкцій.

28. ДНАОП 0.00-1.28-97 Правила охорони праці на автомобільному транспорті.

29. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

30. Салов А.И. Охрана труда на предприятиях автомобильного транспорта. – М.: «Транспорт» 1977. – 184 с.

31. Ануриев В.И.. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 3. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с., ил.

32. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. – М.: Машиностроение, 1978.-Т.2.-557 с.

33. Техническая Эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под редакцией Г.В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.

34. Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобилей: Учеб. для техникумов /Под ред. Дюмина И.Е. – М.: Транспорт, 1995.-280 с.