

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Навчально-науковий інститут загально університетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир

КУВАЧОВ

“ ____ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ
ПРИВАТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА
«ПРИМОРСЬКИЙ» ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ»**

32МЗД.084.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО_2 курсу, групи 24МБ АІ 3
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПІ Агроінженерія

_____ Володимир ДРАГУЛОВ

Керівник доц.

Консультант проф. _____ Юрій РОГАЧ

Нормоконтроль доц. _____ Тетяна ЧОРНА

Рецензент, інж. _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Інститут, факультет ННІ ЗУП
стві

Кафедра Машиновикористання в землероб-

Ступінь вищої освіти Магістр
Спеціальність 208 Агроінженерія
ОПП Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ
доцент _____ Володимир
КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО**

Драгулов Володимир Володимирович

1 Тема роботи: «Дослідження надійності автомобілів в умовах приватного сільськогосподарського підприємства «Приморський» Запорізької області»

керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “ ___ ” _____ 2020 р. № _____.

2 Строк подання здобувачем ВО роботи 22.01.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати актуальність теми роботи та проблеми, поставити задачі до виконання досліджень та/або розробки інновацій

2. Розробка методики аналізу надійності автомобіля як складної системи

3. Розробка методики формування системи технічного обслуговування автомобілів

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити економічну ефективність розроблених рішень

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Аналіз діяльності підприємства та показників використання автомобілів

2. Аналіз методів оцінки надійності автомобілів

3. Структурна схема розробки режимів технічного обслуговування

4. Проектування основних засобів для проведення технічного обслуговування

5. Математична модель обґрунтування періодичності технічного обслуговування
 6. Результати визначення раціональної періодичності технічного обслуговування
 7. Оцінка економічної ефективності використання автомобілів господарства

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та по-сада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 21.12.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз підприємства, аналіз проблеми та постановка задач	21.12.2020 р. - 29.12.2020 р.	
2	Розробка методики аналізу надійності автомобіля як складної системи	30.12.2020 р. - 06.01.2021 р.	
3	Розробка методики формування системи технічного обслуговування автомобілів	07.01.2021р. - 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021р. - 18.01.2021 р.	
5	Техніко-економічні показники роботи	19.01.2021 р. - 22.01.2021 р.	

Здобувач ВО _____

(підпис)

Володимир ДРАГУЛОВ

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 87 сторінок машинопису, 5 розділів, 23 таблиці, 19 джерел літератури.

Графічна частина роботи – 7 листів формату А1.

Мета роботи – обґрунтування системи технічного обслуговування автомобілів та підвищення показників їх надійності в умовах сільськогосподарської експлуатації.

Об'єкт досліджень – система технічного обслуговування та показники надійності автомобілів господарства.

Предмет досліджень – закономірності впливу періодичності технічного обслуговування на зміну технічного стану та показники надійності автомобілів.

В роботі проаналізовано актуальність теми роботи та проблеми підвищення надійності автомобілів господарства.

Сформульовано загальні принципи розробки режимів технічного обслуговування автомобілів. В розділі розроблено теоретичні засади та методику визначення періодичності технічного обслуговування паралельно включених систем з плавною та дискретною зміною параметрів.

Для перевірки результатів математичного моделювання процесу впливу періодичності обслуговування на надійність автомобіля проведено числове моделювання та аналіз отриманих графічних залежностей.

Проаналізовані, обґрунтовані та розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при обслуговуванні автомобілів.

Оцінено економічну ефективність підвищення надійності автомобілів господарства.

Ключові слова: АВТОМОБІЛЬ, НАДІЙНІСТЬ, СКЛАДНА СИСТЕМА, ТЕХНОЛОГІЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ПЕРІОДИЧНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА, АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ	12
1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства	12
1.2 Аналіз використання транспортних засобів	17
1.3 Аналіз використання вантажного транспорту	19
1.4 Аналіз основних причин зменшення надійності деталей автомобілів в господарстві.....	24
1.5 Визначення закономірностей зміни геометрії деталей	26
2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЯ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ.....	35
2.1 Аналіз надійності складних систем.....	35
2.2 Оцінка безвідмовності складних систем.....	37
2.3 Резервування як метод підвищення надійності автомобіля.....	41
3. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ	44
3.1 Загальні принципи розробки режимів технічного обслуговування автомобілів	44
3.2 Визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів	45
Періодичність, км.....	55
3.4 Організація ТО і ПР автомобілів. Річні плани проведення ТО.....	57
3.5 Розрахунок пункту і діагностики автомобілів	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	71
4.1 Нормативні посилання	71
4.2 Організація роботи з охорони праці	71
4.3 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні у стаціонарних і польових умовах.....	73

4.4 Вимоги безпеки до застосування засобів захисту	75
4.5 Вимоги до персоналу, що бере участь у виробничому процесі.....	75
4.6 Забезпечення пожежної безпеки.....	77
4.7 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при проведенні технічних обслуговувань.....	79
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ.....	81
5.1 Витрати праці	81
5.2 Витрати засобів	81
ВИСНОВКИ	89
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	90

ВСТУП

Автомобільний транспорт відіграє важливу роль в загальній транспортній системі України, на її долю приходиться понад 65% усіх вантажних перевезень в сільському господарстві.

Уряд України завжди приділяє увагу сталому розвитку автомобільного транспорту, тому особливістю автомобільного транспорту на сьогодні є концентрація рухливого складу на великих підприємствах.

Продуктивність праці на автомобільному транспорті знаходиться в прямій залежності від технічного стану автомобілів, їхньої готовності надійно, якісно і безпечно здійснювати транспортний процес. Стан автомобілів, у свою чергу залежить від організації, технології і якості виконання робіт при їхньому технічному обслуговуванні і ремонті. Від того, на який термін будуть збережені техніко-експлуатаційні якості автомобіля, залежить термін роботи, технічна готовність і його здатність задовольняти зростаючі потреби в перевезенні вантажів. Забезпечення технічної готовності автомобілів можливо на пунктах ТО і станціях технічного обслуговування. У той же час недооцінка ролі організації проведення технічного обслуговування є основною причиною збільшення усіх витрат і простоїв автомобілів. Необхідно повсюдно впроваджувати передові методи організації ремонту і праці ремонтників.

Своєчасне проведення технічного обслуговування запобігає зносу деталей і знижує витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, а також сприяє зменшенню витрати палива і зменшенню забруднення навколишнього середовища, підвищенню безпеки руху, технічної готовності автомобільного парку й інших техніко-економічних показників його використання.

Мета даного проекту – розгляд питань надійності автомобілів у конкретних виробничих умовах ПСП «Приморський» Приморського району Запорізької області. Основна увага приділена вирішенню задач, що забезпечують необхідну періодичність обслуговувань і ремонтів автомобілів.

1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА, АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

1.1 Аналіз господарської діяльності підприємства

Територія ПСП «Приморський» розташована у північно-західній частині Приморського району Запорізької області. Землекористування господарства розташоване на півночі та північному заході від центральної садиби, а також на півдні і південному заході.

Через територію ПСП «Приморський» проходить траса обласного значення.

Районний центр, а також міста Бердянськ, Мелітополь і Запоріжжя є основними пунктами, де реалізується сільськогосподарська продукція і забезпечується придбання палива, моторних олів, запасних частин і матеріалів, у тому числі і будівельних.

Товариство займається виробництвом зернових і технічних культур. Виробництво продукції здійснюється на базі наукового удосконалювання і наукових розробок у питаннях передової технології і механізації процесів оброблення зернових культур.

Клімат району розташування господарства

Територія господарства відноситься до степової зони України, що характеризується як тепла і посушлива, з досить прохолодною зимою і теплим літом, з нерівномірним розподілом річних опадів і вологістю повітря. На вологість повітря значною мірою впливає Дніпровське водоймище. Середньорічна температура повітря +9 градусів. Середня температура січня – 4,9 градуси, липня 22,8 градуса. Середня глибина промерзання ґрунту узимку не більш 36 см. Сніжний покрив незначний. Тривалість без морозного періоду від 180 до 220 доби. Середньорічна кількість опадів складає 468 мм. Найбільша кількість опадів випадає в літні місяці, при цьому опади носять зливовий характер. Загальної кількості опадів було б досить для задоволення потреби рослин у період росту, якби вони випадали рівномірно протягом року.

Гідротермічний коефіцієнт складає 0,84%. Такий гідротермічний коефіцієнт свідчить про те, що дане господарство знаходиться на території з кліматом теплим і посушливим.

На території землекористування господарства спостерігається вітрова ерозія. Інтенсивна вітрова ерозія з'являється, як правило, у березні-квітні, але може бути з лютого по травень. Сила вітру часто досягає 20 м/сек. Суховії повторюються щороку.

Істотний вплив на кліматичні умови роблять вітри. Узимку пануючими вітрами є північно-східні й особливо східні, що обумовлюють ясну, суху і морозну погоду. Улітку панують північно-західні, північно-східні й особливо північні вітри.

Відносна вологість знижується до 15-20%. З аналізу кліматичних показників можна зробити висновок, що клімат господарства в загальному сприятливий для вирощування районованих тут сільськогосподарських культур. Однак суховії, нерівномірне випадання опадів, відлиги узимку можуть погіршувати умови росту культур і знижують їхню продуктивність.

Ґрунти. Територія землекористування ПСП «Приморський» відноситься відповідно схеми агроґрунтового районування України до степу. Основна частина території господарства характеризується ґрунтовим покривом високого потенціалу й ефективної родючості – це чорноземи звичайні і їхні слабо еродовані різновиди. Інша частина відрізняється ґрунтовим покривом зниженої ефективної родючості. Для середньо - і сильно змитих чорноземів – це обумовлено значною зруйнованістю ґрунтового профілю, для чорноземів, що сформувалися на глинах – несприятливими властивостями ґрунтових порід.

Зустрічаються на території господарства так само ґрунти, які у сьогодення взагалі не придатні для використання в сільськогосподарському виробництві. Це незручні землі – солончаки могоаристі, мочарні і мочаристі сильно солончакові ґрунти, лучно-болотні і болотні дуже сильно засолені ґрунти і виходи порід.

Потужність гумусного профілю чорноземів складає 75 – 80 см. Зміст гумусу в 0 – 20 см шарі ґрунту складає від 4,8 до 5,5%. Реакція ґрунтового середовища близька до нейтральної. По величині питомого опору в обробці відноситься до важкого (0,55 – 0,8 кг/см²).

На кожен 1 кг ґрунту доводиться 114 – 118 мг азоту, 98 – 113 мг фосфору, 115 – 138 мг калію.

Господарство повністю забезпечене кадрами механізаторів. Спеціалісти першого класу складають 38%. Стаж більше 10 років мають 64% механізаторів.

ПСП «Приморський» Приморського району Запорізької області має наступну структуру управління (рис. 1.1).

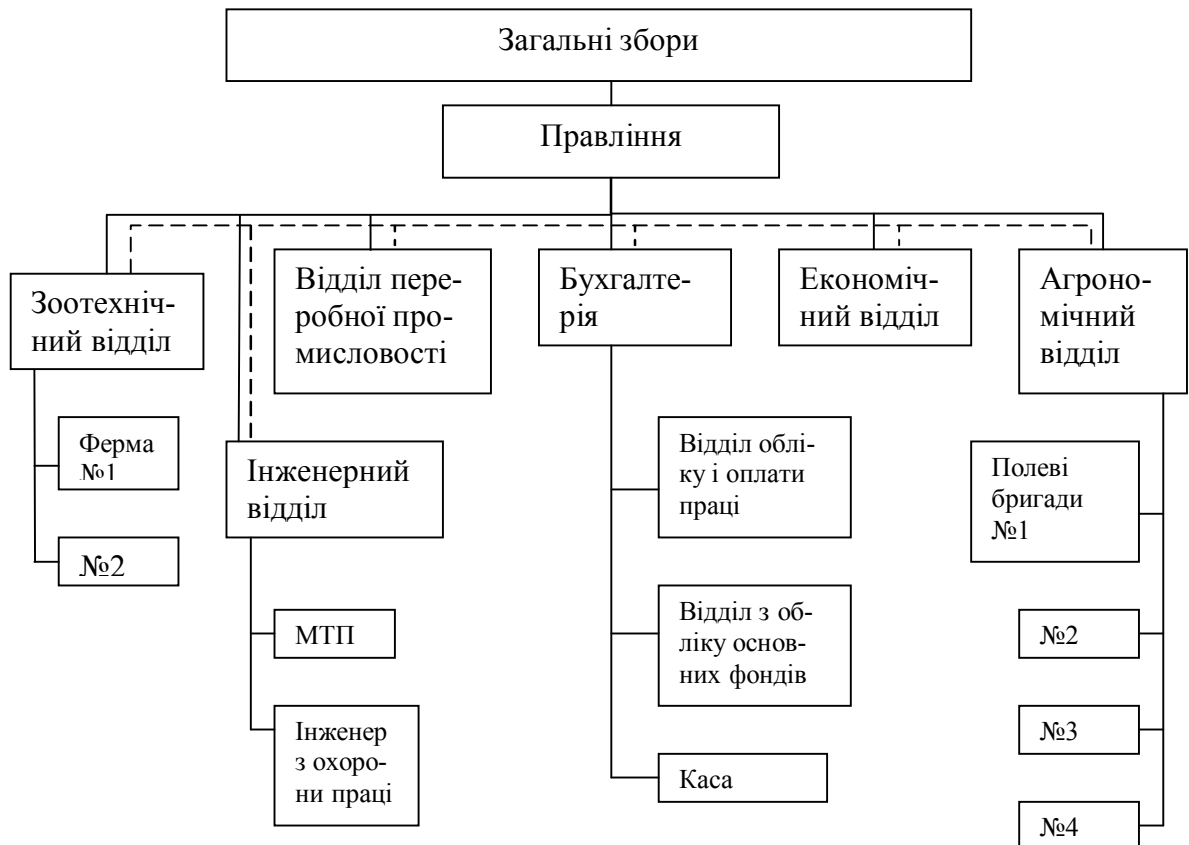


Рисунок 1.1 – Організаційна структура господарства

Структура землекористування господарства представлена у вигляді таблиці 1.1.

Сучасне підприємство ПСП «Приморський» було утворено після розпаювання земель та виділення приватних фермерських господарств. Деякі

фермерські господарства приєднувалися до товариства, потім знову виходили із нього. Остаточо за останні три роки динаміка земельних підприємства має значення які наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Динаміка зміни земельних угідь у ПСП «Приморський», у гектарах

Показник	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Загальна земельна площа	3166	3174	3141
Площа с.-г угідь	3036	3044	3011
з них: рілля	2867	2886	2873
косовиці	24	24	-
пасовища	65	64	51
сади	47	47	65
лісосмуги	23	23	21
Інші угіддя	10	-	-

Аналіз даних таблиці 1.1. показує, що за останні роки загальна земельна площа ПСП «Приморський» незначно зменшилася. Слід зазначити, що дане господарство після процесу реорганізації сільського господарства в Україні є типічним для району, як по наявності площі земельних угідь у цілому, так і зайнятих під ріллі.

Таблиця 1.2 - Динаміка посівних площ по рокам, га

Культура	2018	2019
Озима пшениця	407,7	160,3
Озимий ячмінь	268,4	-
Ячмінь	517,5	1065,5
Рапс озимий	308,4	262,7
Рапс	200,2	1015,0
Гірчиця	201,6	0,0
Канареечник	207,6	0,0
Соняшник	754,7	1068,5
Кукурудза	-	299,8
Пар	-	279,0
Усього	2866,0	2873,0

Питома вага всіх посівів у загальній площі ріллі змінилась ,тому що підприємство знаходило найбільш доходні культури. Аналіз динаміки посівних площ свідчить про незначні коливання їхнього розміру під усіма без винятку групами культур. Набір культур також підтверджує про значний об'єм транспортних робіт.

Основні культури та їхня врожайність представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Врожайність основних с.-г. культур, ц/га

Вид продукції	2018	2019	2020
Всього зернові	25,2	30,3	44,8
пшениця	25,2	34,5	43,7
ячмінь	0	18,0	57,4
соняшник	12,2	16,2	11,4
овочі відкритого ґрунту	315,4	357,9	380

Аналізуючи дані таблиці 1.3, можна зробити висновки, врожайність озимої пшениці була у 2019 році збільшилась на 18,5 ц/га по відношенню до 2006р., ячменю зросла до 57,4 ц/га. Урожайність соняшнику у 2019р. зросла на 32%, а капусти на 20,5%. На значне коливання врожайності впливають здебільшого сприятливі погодні умови та дотримання виробниками агротехнічних норм та вимог виробництва .

Аграрне підприємство може ефективно працювати за умови, коли воно має необхідний професійний і кваліфікаційний склад працівників, доцільну кадрову структуру. Чисельність персоналу ПСП «Приморський» в таблиці 1.4.

Дані таблиці 1.4 свідчать, що чисельність працівників в цілому зменшилась з 36 (2018 рік) до 30 (2020 році). Середня чисельність керівництва залишилась незмінною.

Таблиця 1.4 - Забезпеченість господарства трудовими ресурсами

Групи персоналу	2018	2019	2020
Середня чисельність персоналу, всього	36	34	30
Середня чисельність постійного персоналу	35	33	28
Середня чисельність тимчасового і сезонного персоналу	1	1	2
Середня чисельність робітників	30	29	25
Середня чисельність службовців та спеціалістів	5	4	4
Середня чисельність керівництва	1	1	1
Середня чисельність працівників зайнятих в с.-г. виробництві, всього	35	34	28

1.2 Аналіз використання транспортних засобів

Склад тракторного парку представлений у вигляді таблиці 1.5

Таблиця 1.5 - Склад тракторного парку господарства

Найменування машини	Кількість, шт.	Річний наробіток, у.е.га	Середній вік, років
<u>Колісні трактори:</u>			
МТЗ-80	3	2284	7
Беларус	4	3916	3
ЮМЗ-6Л	1	544	10
Т-16	1	380	12
<u>Гусеничні трактори</u>			
Т-150К	3	5385	7

Крім тракторного парку господарство має: 2 комбайни ДОН-1500А, 1 комбайн СК-5 та 1- ДжонДір, 2 жатки СК-5, 2 косарки Е-303, 7 сівалок, 6

плугів, 3 лушильника ЛДГ-10, 2 дискові борони БДТ-7, 9 культиваторів, 2 машини “Фрегат”, 5 тракторних причепів.

В господарстві однією з основних ланок у виробничій структурі є авто-гараж , який нараховує на 01.01.2021р. 22 автомобілі, список яких наведений в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 - Список автомобілів господарства станом на 01.01.2021.

Тип і марка автомобіля	Кількість автомобілів, шт.	Вантажність 1 автомобіля, т.	Загальна вантажність
Вантажні автомобілі			
КАМАЗ-5320	2	8	16
ГАЗ-52	3	2,5	22,5
ГАЗ-53А	2	4	24
ЗІЛ-554	2	6	12
ЗІЛ-131А	1	5,8	5,8
КАМАЗ-ЗСКФ-15	1	10	10
Легкові автомобілі			
ГАЗ-24	2	-	-
УАЗ-452	1	-	-
УАЗ-31512	1	-	-
ВАЗ-2106	1	-	-
УАЗ-374	1	-	-
Фургони			
М-2715	2	0,4	0,8
Самоскиди			
ГАЗ-53Б	3	4	28
САЗ-3507	2	4	12
САЗ-3503	1	4	8
ЗІЛ-554	1	5,5	5,5
Автобуси			
КАВз-8271	1	-	-

Виходячи із даних таблиці 1.1. тоннаж автопарку разом з авторичепами складає 200,9 тонн.

Зробивши аналіз даного автопарку можна зробити висновок, що в господарстві намагаються використовувати автомобілі однієї марки, тобто, на-

приклад, більшу частину автопарку складають автомобілі ГАЗ-52, ГАЗ-53 різних модифікацій, а також автомобілі ЗІЛ і КАМАЗ. Це дає можливість розв'язувати проблеми із запчастинами та резиною, а також дає можливість спростити роботи по ТО і ремонту автомобілів.

Кадри автопарку

Станом на 01.01.2021р. кількість працівників в автопарку складає 15 чол.

Із них водії:

1. I класу – 7 чол.; II класу – 2 чол.; III класу – 1 чол.
2. Слюсар по ремонту автомобілів 4 розряд – 1 чол.
3. Слюсар-електрик по ремонту електрообладнання 3 розряду – 1 чол.
4. Токар – 1 чол.

Інженерно-технічний персонал автопарку складається із 6 чоловік:

1. Заступник завідуючого – 1 чол.
2. Технік-механік – 1 чол.

1.3 Аналіз використання вантажного транспорту

Аналіз використання вантажного транспорту роблять на основі показників по формі 1.” *Автотранспорт статистичної звітності*”.

Кількісний і якісний склад автопарку в господарстві постійно змінюється, тому для більш точного уявлення прослідкуємо його склад протягом останніх 3-х років.

Так як склад автопарку неоднорідний за своїм часом, то і вимоги до автомобілів в експлуатації і по пробігу будуть різними. Тому потрібно структурувати вантажні автомобілі в залежності від вищезазначених величин. Дані по групуванню автомобілів в залежності від часу експлуатації і пробігу за 2018-2020 роки наведені в таблиці 1.7., а за 2020 р. в таблиці 1.8.

Аналіз використання автомобілів і причепів по перевезенні вантажів за 2018-2020 роки занесені в таблицю 1.5.

Таблиця 1.7 – Наявність автомобілів і напівпричепів за останні 3 роки

Призначення, конструкція кузова, вантажність, конструкція паливної системи	Кількість автомобілів, причепів і напівпричепів, т..			В тому числі технічно справних			Загальна вантажність, т.		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Вантажні автомобілі									
всього	32	32	34	30	29	31	143,8	140,3	151,2
бортові	20	20	21	19	18	19	70,1	68,3	74,6
самоскиди	13	14	13	11	10	13	65,4	66,3	65,4
Паливні	1	1	1	1	1	1	2,2	2,2	2,2
Харчові	1	1	1	1	1	1	2,6	3,6	3,6
По вантажності до 1,0 т.	2	2	2	2	2	2			
2,1 – 5,0	29	30	30	27	29	28			
5,1 – 8,0	7	7	7	6	6	7			
По конструкції, які дають можливість використовувати лише бензин	30	30	31	28	27	28	115,3	110,3	117,8
Диз. пальне	2	2	3	2	2	3	16	16	28
Причепи: всього	6	6	6	6	6	6			
бортові	5	4	5	5	6	5	38,5	30	39

Таблиця 1.8 - Групування вантажних автомобілів в залежності від часу знаходження в експлуатації і пробігу

Автомобілі по групах	Всього		В тому числі знаходяться в експлуатації							
			До 3-х років		Більше 3-х років		Від 8 до 10 років		Більше 10 років	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Всього з них із загальним пробігом, км	32	34	15	18	17	16	12	20	8	7
До 100	15	5	15	12	-	-	-	-	-	-
101-300	6	17	-	6	10	7	2	15	-	-
301-400	7	6	-	-	5	4	3	4	-	-
Біл.400	4	6	-	-	-	1	7	2	8	7

Таблиця 1.9 - Групування вантажних автомобілів в залежності від часу знаходження в експлуатації та їх пробігу за 2020 рік.

Найменування показника	Кількість вантажних автомобілів
Автомобілі, які знаходяться в експлуатації з часу випуску до 3-х років	7
Від 3 до 8 років	14
Від 8 до 10 років	8
Від 10 до 13 років	4
Більше 13 років	2
Автомобілі, які виконали пробіг з часу випуску, тис. Км. - до 100	9
Від 100 до 300	15
Від 300 до 400	8
Більше 400	

Таблиця 1.10 - Перевезення вантажів автомобілями і причепами в господарстві за 2019-2020 роки

Показники використання автомобілів	Одиниці виміру	Вся вантажність автомобілів, які працюють по сукупному тарифу		Автомобілі			
				Працюють по сукупному тарифу		Задіяні на зборі врожаю	
				2019р	2020р	2019р	2020р
1	2	3	4	5	6	7	8
Автомобілі, які є в господарстві: Всього:	Тис.	29,7	34,5	21,7	25,2	1,8	2,6
В т.ч. в роботі	-//-	24,5	30,6	18,3	19,6	1,3	2,1
В ремонті і очікуванні	-//-	5,2	6,8				
В простоях у справному стані	-//-	10,2	14,1				
З них через відсутність резини	-//-	1,6	1,9				
Вихідні і святкові	-//-	7,8	10,4				
Інші причини	-//-	0,8	0,31				
Автомобілі тонно/дні в господарстві	-//-	144	187	143,8	160,1	30,6	34,2
Автомобілі т/д в роботі	-//-	90,5	97,5	69,6	74,1	27,8	31,1
Загальний пробіг автомобілів	Тис/км	2436,2	2832,8	1881,1	2137	571	9334
В т.ч. боргові	-//-	1282,2	1561,3	867,2	458,1		
Із загального пробігу	-//-	2307,8	2715,1	1488,9	1774,6	238	340,1
Пробіг бензинових	-//-	128,5	160	128,5	160	311	442
дизельних	-//-						

Продовження таблиці 1.10

1	2	3	4	5	6	7	8
Пробіг з вантажем, всього:	-//-	1176,9	1471,1	1011,2	1471,1	231,4	1213,1
В т.ч. бортові	-//-	435,8	781,6	435,8	781,6		
Робота автомобіля: час в наряді: Всього:	-//-	181,1	213,1	140,1	164,8	21,9	29,8
В т.ч. в русі	-//-	101,6		84,7	93,6		
В простоях під навантаження, розвантаження	Тис/год	28		28	12,6		
Перевезено вантажів всього	Тис/тонн	252,9	270,6	180,9	193,6	13,4	34,4
В т.ч. самоскидами	-//-	70,4		70,4	83,2		
Автомобілі, які працюють по міжнародним листам	-//-	7		7	20,1		
Виконано тонно/км разом з причепами	Тис/км	14125,3	14653,3	14125,3	14653,3	907,7	987,4
В т.ч. самоскиди	-	1611,1		1611,1	2020		
Автомобілі, які працюють за міжнародним шляховим листом	-//-	1201,2		1201,2	1048		

Запланований загальний пробіг автомобілів на 2021 рік складає 1705,34 тис.км, в тому числі бортових – 897,54 тис.км, дизельних – 89,95 тис.км

Роблячи аналіз даних, наведених в таблицях , можна сказати, що у зв'язку з більш широким використанням автомобілів типу ГАЗ-52 і ГАЗ-53 частка вантажообороту припадає на автомобілі, які працюють на бензині. Протягом того ж часу загальний пробіг автомобілів з дизпаливом менший по відношенню до пробігу карбюраторних автомобілів. Це говорить про те, що автомобілі КАМАЗ використовуються в основному для перевезення вантажів, що дає можливість більш точніше використовувати вантажність автомобілів.

Крім того, збільшили вантажооборот автопарку, що вказує на вдосконалення форм організації роботи автопарку. Зменшилася частка автомобілів з карбюраторним двигуном.

Таблиця 1.11 - Перевезення вантажів автомобілями, причепами в розпорядженні господарства на 2021 рік

Показники викорис- тання автомобілів	Вантажні, легкові, фургони, які заді- яні на збиранні врожаю без при- чепів	Автомобілі, робота яких врахована фор- мами № 4-с “Марш- рутний лист автомо- біля”	Автопричепа
Час перебування авто- мобіля в господарстві, всього тис. суток	30,8	24,2	14,7
В т.ч. в роботі	16,9	13,4	7,0
Поломки поза роботою	5,6	4,9	
Час в наряді, всього тис. авт. год.	206,5	158,8	68,9
В т.ч. справні на робо- ті		86,3	
Розвантаження-навант.		47,3	
Час перебування із врахуванням вантаж- ності тис. т. за добу	192,5	163,1	112,7
В т.ч. в роботі	107	90,6	55,8
Пробіг автопричепів, всього тис. км	2650,0	2409,1	1147,2
В т.ч. карбюраторні	2509	1853,1	
Дизельні	140,8	1344,2	
Пробіг з вантажем, тис. км		1681,3	341
Перевезено ванта- жів, тис. т.		377,8	42,4
В т.ч. самоскидами		291,1	
Вантажооборот	Тис. т. км	18635,7	4935,1
В т.ч. самоскиди		4904,1	
Вантажооборот кар- бюраторних		4191,5	
Дизельних		1022,4	
Розход палива, тис. л.		760	
Бензин по нормі	986,6		
Фактично	980,1	754	
Дизпаливо по нормі	640,5	640,5	
Фактично	634,1	634,1	

1.4 Аналіз основних причин зменшення надійності деталей автомобілів в господарстві

Зміна властивостей неметалічних матеріалів досить різноманітна й повинна розглядатися окремо в кожному конкретному випадку. Наприклад, мастило значно змінює в'язкість при зміні температури – це впливає на умови подачі масла в зону тертя, на характеристики роботи амортизаторів автомобіля, що, у свою чергу, впливає на динамічні навантаження, які діють на деталі автомобіля й т.д.

Зниження температури приводить до випадання в осад парафінових фракцій дизельного палива, і при цьому форсунки будуть подавати в циліндри «інше» паливо й т.п.

У конструкції автомобіля використовуються різні по своїй природі пластмаси, які також по-різному будуть міняти свої властивості в процесі експлуатації автомобіля.

Як приклад розглянемо тільки зміну фрикційних властивостей гуми. Якщо для металевих деталей коефіцієнт тертя в сполученні залежить, головним чином, від наявності або відсутності в зоні тертя змащення, то коефіцієнт тертя гуми об сталь істотно залежить від тиску в контакті p (рис. 1.2). За дослідними даними, при збільшенні тиску від 0,1 до 24 МПа коефіцієнт тертя f зменшується в дев'ять разів [30].

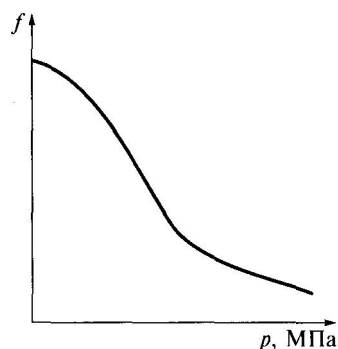


Рисунок 1.2 – Залежність коефіцієнта f тертя гуми об сталь від питомого тиску в контакті

При зміні температури коефіцієнт тертя також істотно змінюється (рис. 1.3).

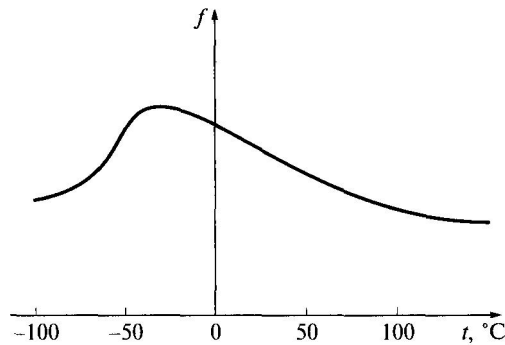


Рисунок 1.3 – Залежність коефіцієнта f тертя гуми об сталь від температури

При збільшенні швидкості ковзання коефіцієнт тертя гуми об сталь спочатку росте, а потім зменшується. Найбільш сильно це виражено для сухого тертя (рис. 1.4).

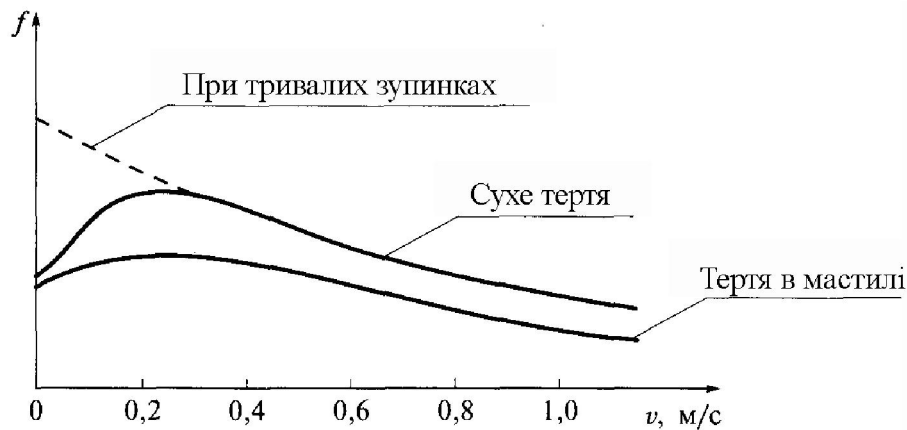


Рисунок 1.4 – Залежність коефіцієнта f тертя гуми від швидкості ковзання

З розглянутих графіків можна зрозуміти наскільки різноманітно можуть поводитися гумові деталі автомобіля в процесі його експлуатації (ущільнювачі з ранку можуть скрипіти, а в середині дня скрип може зникнути й т.п.).

Як приклад можна розглянути зміну властивостей використовуваного у двигуні автомобілів ВАЗ демпфера крутильних коливань, що містить гумо-

вий гасячий елемент. За результатами заводських випробувань при температурі 34°C демпфер має резонансну частоту 357 Гц, а в міру збільшення температури до 60 °C частота плавно зменшується й стає рівною 293 Гц. Цікаво, що в міру роботи автомобіля (після 118 тис. км) власна частота демпфера крутильних коливань практично не змінюється, а такий же демпфер після восьми місяців зберігання (без використання) збільшив частоту власних коливань майже на 10 %. Природно, що зміна резонансних частот демпфера буде змінювати вібраційні характеристики автомобіля в цілому.

Вплив біологічних факторів має важливе значення, тому що до складу багатьох матеріалів, використовуваних у конструкції автомобілів, входять органічні речовини, які в процесі експлуатації автомобіля можуть піддаватися впливу мікроорганізмів. До таких матеріалів належать органічні добавки до мастил і консистентних змащень, герметизуючі прокладки, фільтрувальні елементи, компоненти ізоляції проводів, текстолітові й гетинаксові панелі електроприладів і т.д.

Найнебезпечнішим серед біологічних факторів є вплив цвілевих грибів на ізоляційні матеріали, що приводить до зменшення їх міцності і діелектричних характеристик.

1.5 Визначення закономірностей зміни геометрії деталей

На експлуатаційні характеристики автомобіля можуть впливати будь-які зміни геометрії деталей: розмірів, форми, взаємного розташування й шорсткості поверхонь. Розглянемо найбільш характерні процеси зміни геометрії деталей в залежності від співвідношення твердості її матеріалу й абразивних зерен рис. 1.5.

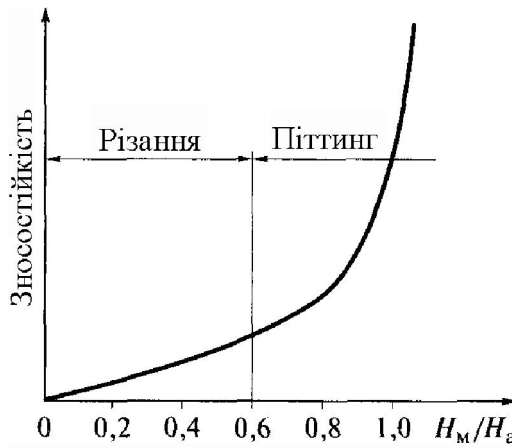


Рисунок 1.5 – Залежність зносостійкості деталі від співвідношення твердостей її матеріалу й абразивних зерен

Пластична деформація деталей спостерігається при створенні в матеріалі деталі напруг, що перевищують межу текучості σ_T або тимчасову межу міцності σ_B (аналогічно й по дотичних напруженнях). При експлуатації автомобілів пояснення причин пластичних деформацій деталей звичайно не викликає утруднень (всім зрозуміло, чому зігнувся бампер, якщо автомобіль наїхав на стовп).

На рис. 1.5 показаний шатун деформований після обриву шатунного болта кріплення кришки.

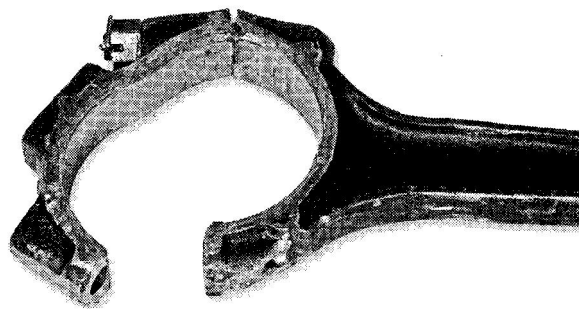


Рисунок 1.6 – Шатун, подвергшийся пластичної деформації

На рис. 1.7 показаний поршень, що зруйнувався при перевантаженнях, що виникли внаслідок потрапляння в циліндр охолодної рідини, що у момент запуску двигуна виявилася «замкненою» клапанами в циліндрі.

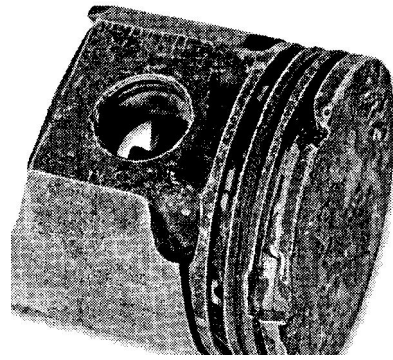


Рисунок 1.7 – Поршень із деформованою зламаним кільцем канавкою

Удар поршня об нестисливу рідину привів до руйнування поршневого пальця й поршня відповідно до рис. 1.8. Якщо масло забруднюється з постійною швидкістю, то швидкість зношування буде наростати відповідно до рис. 1.9.

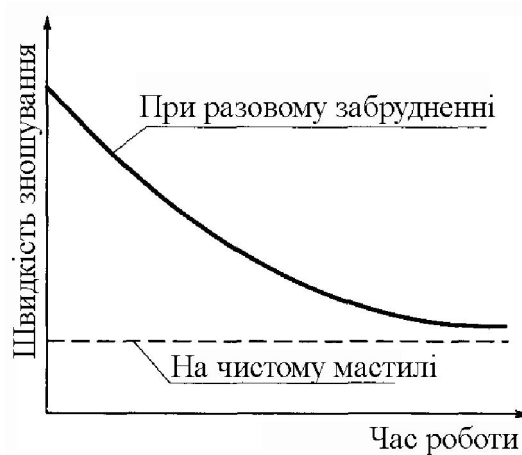


Рисунок 1.8 – Зміна швидкості зношування деталей при разовому внесенні абразиву в мастило під час роботи агрегату

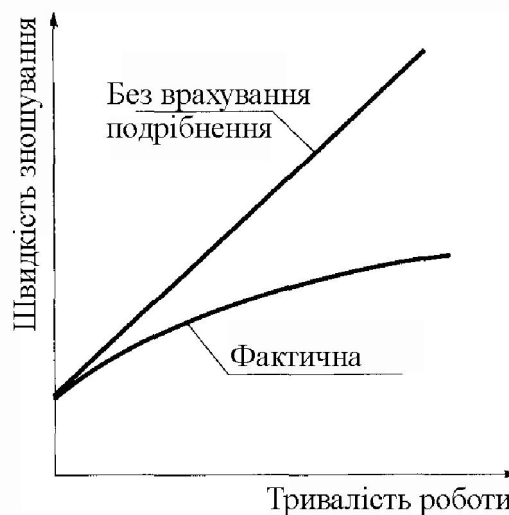


Рисунок 1.9 – Характер зміни швидкості зношування деталей при поступовому забрудненні мастила абразивом

Звідси впливає дуже важливе зауваження - проводячи заміну мастила в агрегаті автомобіля, потрібно виключити потрапляння свіжого абразиву, інакше свіже мастило може виявитися для агрегату гірше, ніж замінене. Те ж саме можна віднести й до консистентних змащень (якщо прес-маслянку не очищати ретельно від бруду, то краще не шприцювати взагалі).

Фретинг-корозія – це різновид окисного зношування, що спостерігається в підшипниках і пресових посадках, коли поверхні здійснюють коливальні рухи з амплітудою до 0,025 мм. У цьому випадку під кульками або роликками утворюються лунки (не справжнє брінелювання), а на поверхні валів і маточин - раковини. Якщо зона контакту добре змазана, то поверхні можуть залишатися блискучими, а якщо поверхні сухі, то виразки можуть бути заповнені іржею.

На рис. 1.10 показана хрестовина карданного вала, на цапфах якої при роботі виникли лунки в місцях розташування роликів голчастого підшипника.

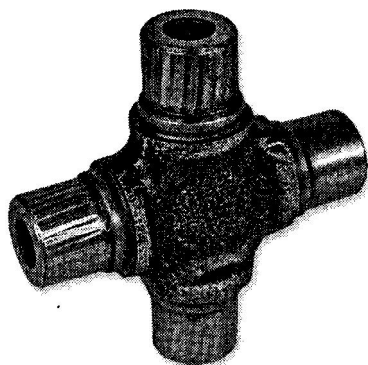


Рисунок 1.10 – Цапфи хрестовини, піддані фретинг-корозії

При роботі карданної передачі частини карданного вала утворюють кут не більше 6°. Ролики погойдуються на місці й руйнують окисні плівки, які утворюються в зоні контакту із цапфою. Згодом у цьому місці виникає лунка.

Фретинг-корозія спостерігається й на торцях цапф, що контактують із денцем корпусу голчастого підшипника, утворюючи специфічну поверхню (рис. 1.11).

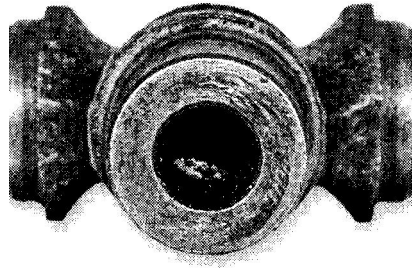


Рисунок 1.11 – Сліди фретинг-корозії на торці цапфи хрестовини

На рис. 1.12 показано поверхню хрестовини диференціала в тому місці, де вона затискається між чашками корпусу й працює як вал, запресований в отвір.

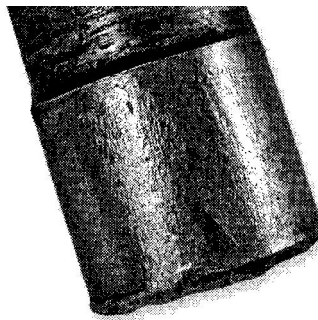


Рисунок 1.12 – Сліди фретинг-корозії в сполученнях із пресовою посадкою

Як видно з рис. 1.12, фретинг-корозія створює специфічну поверхню деталей у пресових посадках.

Найбільш ефективним методом боротьби із фретинг-корозією є виключення умов для виникнення коливань у зоні контакту деталей. Це може бути досягнуто зменшенням згинальних і крутильних коливань деталей, створенням оптимального натягу в пресових посадках. Варто враховувати, що продукти зношування (окисли) мають більший обсяг, чим обсяг окисленого металу. Тому може спостерігатися що самоусувається фретинг у пресових посадках за рахунок того, що в міру роботи сполучення натяг буде збільшуватися, і розгойдування в сполученні можуть зменшуватися.

Складний взаємозв'язок фізико-хімічних процесів при фретинг-корозії,

а також вплив великої кількості факторів, що визначають активність цих процесів у кожному конкретному випадку, утрудняє розробку універсальних методів захисту від фретинг-корозії.

Ерозія – процес зміни геометрії деталі під дією струменів рідини або газу. Інтенсивність ерозії залежить від агресивності середовища, характерним є наявність латентного (прихованого) періоду на початку зношування, коли зношування не спостерігається. Графік зміни зношування зразка під дією струменя води при різних її температурах показаний на рис. 1.13.

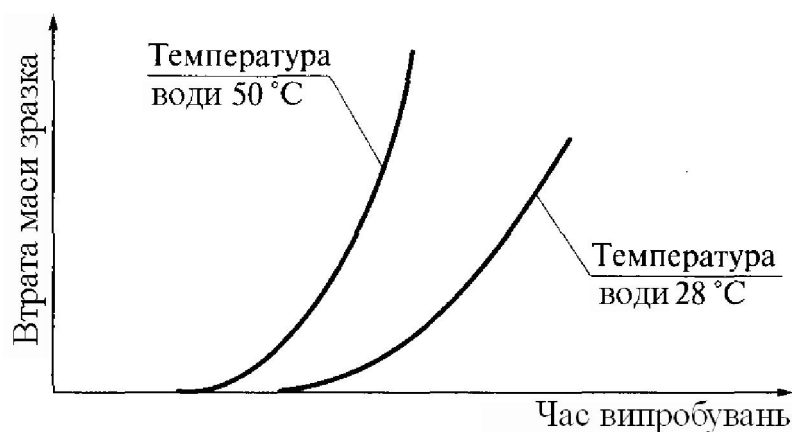


Рисунок 1.13 – Наростання ерозії зразка в часі

В автомобілі ерозії часто піддаються клапани газорозподільного механізму (рис. 1.14), жиклери карбюратора, деталі амортизаторів.

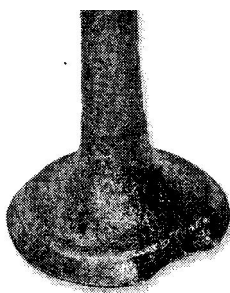


Рисунок 1.14 – Ерозія клапана двигуна внутрішнього згоряння

Варто підкреслити, що використовуване на практиці поняття «прогар клапана» не є обґрунтованим, оскільки горіння відбувається при температурі вище температури плавлення металу, а на тарілці клапана зазвичай не спостерігається слідів оплавлення. Ерозійне руйнування тарілки більше схоже на

відкол її частини.

Найбільш складним у зовнішніх проявах є ерозійно-механічне зношування, коли в зношуванні одночасно беруть участь струмені рідини або газу й механічне стирання. На рис. 1.15 показане кільце торцевого ущільнення коробки передач із гідрокерованими фрикціонами.

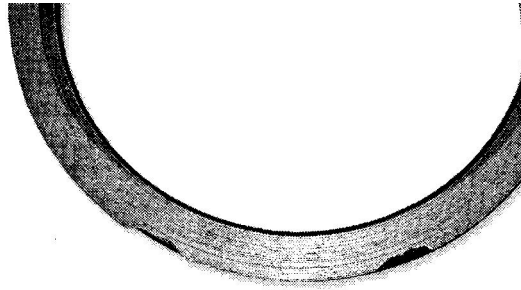


Рисунок 1.15 – Зміна робочої поверхні торцевого ущільнення в результаті ерозійно-механічного зношування

Конструкція торцевого ущільнення виконана таким чином, що дане кільце з ущільнювальною манжетою притискається до обертового диска тиском масла.

При цьому на робочій поверхні кільця по всій його периферії створюється рівний тиск, однак кільце часто зношується нерівномірно (косо).

Експериментально встановлено, що найчастіше косо зношування спостерігається при поганій якості притирання кільця, коли неплоскостність робочої поверхні перевищує 0,004 мм. Поясненням даного явища може служити ерозійне зношування, що виникає при протіканні масла (робочий тиск масла становить 1 МПа) через щілину між кільцем і сполученим з ним диском. У цьому випадку йде ерозія локальної ділянки кільця, що в остаточному підсумку приводить до його косоного зношування. Кругові сліди потертостей на робочій поверхні кільця є наслідком механічного стирання.

Ерозійно-механічне зношування в автомобілі спостерігається в плунжерних парах паливної системи дизелів, амортизаторах і інших подібним чином працюючих сполученнях.

Розклинюючою дією для автомобільних деталей володіють мастильні

матеріали, присадки до них, етиленгліколі охолодних рідин і ін. На рис. 1.16 показаний випадок поломки чавунного розподільного вала газорозподільного механізму (ГРМ) після того, як власник автомобіля додав у мастило протизносну присадку.

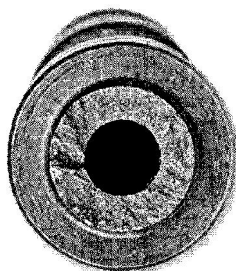


Рисунок 1.16 – Злам розподільчого вала газорозподільного механізму двигуна

Вид зламу розподільчого вала явно однорідний і не має двох зон, характерних для втомного зламу. Помітний виступ на поверхні зламу розташовується в площині рознімання ливарних форм, де при протіканні чавуну утворився заусенець, що був знятий при механічній обробці (сліди обробки видно збоку розподільчого вала, на рисунку не показані). Можна припустити, що через різну швидкість застигання ділянок вала в ньому в цій зоні залишилися внутрішні напруження, через які при свердлінні отвору для змащення утворилася тріщина. Протизносна присадка, що попала в тріщину, активно змочувала поверхню, розклінила тріщину й привела до руйнування вала при його роботі (рис. 1.17).

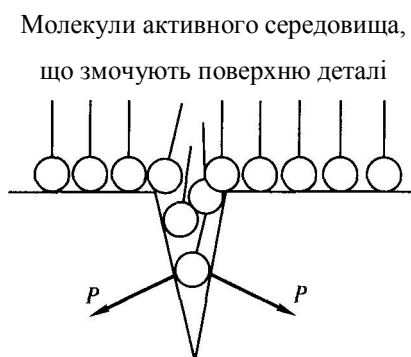


Рисунок 1.17 – Схема розклінення тріщини молекулами активного середовища: P – сила розклінення тріщини молекулами активного середовища

Є дані, що мастила в середньому знижують втомну міцність деталей машин на 20 % [1].

Висновки по розділу. Проведений аналіз технічного стану автомобілів господарства показав недосконалість існуючої системи технічного обслуговування та, як наслідок, зниження надійності певних вузлів та агрегатів. Для вирішення цього питання було визначено основні причини зменшення надійності деталей автомобілів в умовах господарства. Проведений аналіз вищенаведених даних показав, що дані проблеми можна вирішити шляхом корегування періодичності існуючої системи ТО автомобілів господарства для чого потрібно розробити методику аналізу надійності складних систем.

2. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ АВТОМОБІЛЯ ЯК СКЛАДНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Аналіз надійності складних систем

Саме поняття надійності автомобіля як складної системи можна оцінювати певними параметрами, які мають свої чіткі, для кожної конкретної моделі, показники (рис. 2.1).

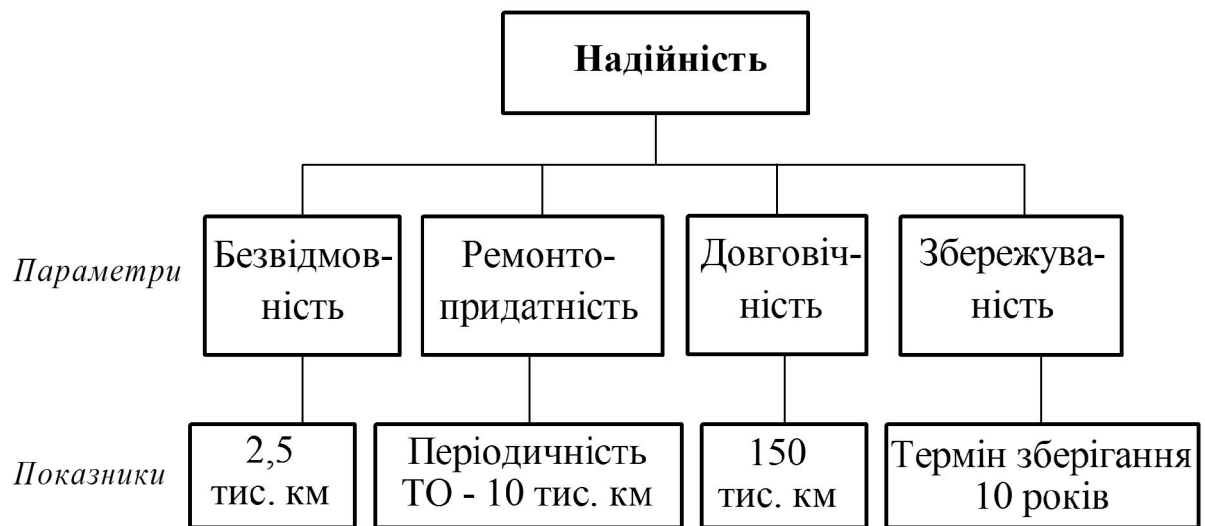


Рисунок 2.1 – Структура поняття «надійність автомобіля»

Під **складною системою** розуміють об'єкт, що виконує задані функції і який може бути розчленований на елементи, кожний з яких також виконує певні функції й перебуває у взаємодії з іншими елементами. Елементи складної системи можуть мати різноманітні вихідні параметри, які з позиції надійності можна розбити на три групи (типу):

X_1 – параметри, зміна яких з виходом за встановлені рівні показників приводить до втрати працездатності елемента й системи;

X_2 – параметри, що беруть участь у формуванні вихідних параметрів всієї системи, але по яких важко судити про відмову елемента;

X_3 – параметри, що впливають на працездатність інших елементів системи аналогічно зміні зовнішніх умов роботи всієї системи.

Для більшої наочності можливих типів вихідних параметрів систему із двох елементів (на прикладі двигуна) можна представити структурною схемою (рис. 2.2).

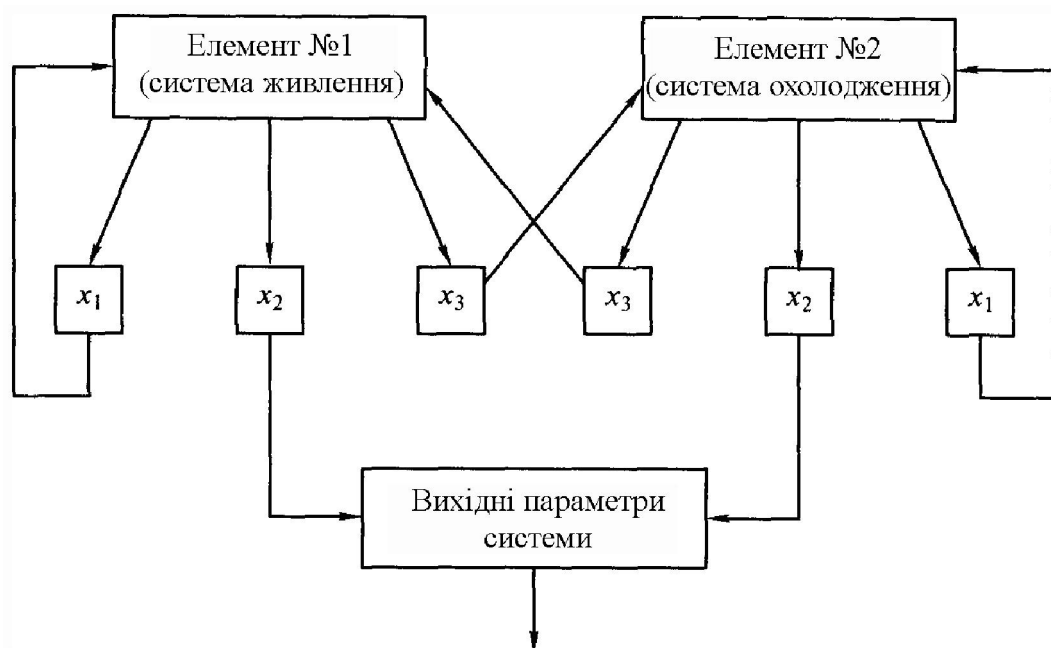


Рисунок 2.2 – Приклад взаємодії різних типів вихідних параметрів елементів складної системи

У представленій на рис. 2.2 схемі для системи живлення X_1 – це пропусна здатність паливного жиклера (якщо жиклер забитий і паливо не надходить, то система живлення відмовляє й відмовляє двигун), X_2 – це зношування паливного жиклера (паливна економічність автомобіля погіршується), X_3 – утворення багатой суміші (двигун перегрівається й утруднює роботу системи охолодження). У свою чергу, погана робота системи охолодження приводить до перегріву двигуна й утворенню парових пробок у системі живлення – це X_3 для елемента № 2, погана робота термостата зтягує прогрів двигуна, що приводить до зниження паливної економічності автомобіля – це X_2 , обрив ремня приводить до відмови системи охолодження й відмови автомобіля – це X_1 для елемента № 2.

У реальних складних системах елементи можуть мати або всі три типи вихідних параметрів, або менше (один або два). Багато в чому це залежить від ступеня розділення системи на елементи. У розглянутому прикладі сис-

тема живлення й система охолодження самі є складними системами.

Автомобіль є складною системою, яку можна розбити на велику кількість елементів. При аналізі надійності такої системи її елементи розділяють на групи:

1) елементи, відмова яких практично не впливає на працездатність автомобіля (ушкодження оббивки салону, корозія крила). Відмова таких елементів звичайно розглядають окремо від системи;

2) елементи, працездатність яких за розглянутий проміжок часу або наробітку практично не змінюється (для автомобіля, що спрямований на збирання врожаю, ураховувати зміну стану картера коробки передач не має значення);

3) елементи, відновлення працездатності яких не вимагає значних витрат часу й практично не знижує показників ефективності роботи автомобіля (натяг ременя вентилятора);

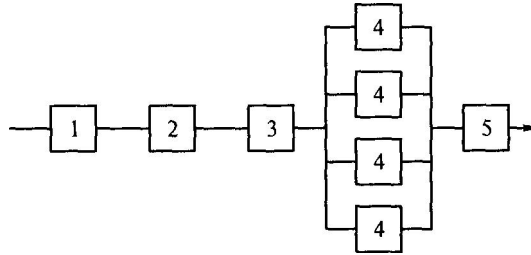
4) елементи, відмови яких приводять до відмови автомобіля й регламентують його надійність.

Функціонування автомобіля пов'язане з виконанням різноманітних завдань у неоднакових умовах експлуатації, тому поділ елементів на групи може бути проблематичним (відмова склоочисника в суху погоду не приводить до відмови автомобіля, а в дощ і сльоту – приводить до відмови).

2.2 Оцінка безвідмовності складних систем

Залежно від характеру впливу на надійність складної системи, її елементи можна вважати включеними послідовно або паралельно (за аналогією із включенням лампочок у гірлянді). При цьому реальну конструктивну схему системи варто представляти структурною схемою безвідмовності. Приведемо приклад структурної схеми підшипникового вузла, що складається з наступних елементів: 1 – вал, 2 – підшипник, 3 – корпус підшипника, 4 – гвинти кріплення кришки підшипника (4 шт.), 5 – кришка підшипника. Якщо відмо-

ва елемента приводить до відмови системи, то можна вважати, що елемент включений послідовно. Якщо при відмові елемента система продовжує функціонувати, то елемент включений паралельно. Відповідно до цим структурна схема підшипникового вузла буде мати вигляд, представлений на рис. 2.3.



1-5 – номери елементів, що представляють деталі підшипникового вузла

Рисунок 2.3 – Представлення підшипникового вузла структурною схемою для аналізу його надійності

Безвідмовність складної системи, що складається з послідовно включених елементів, визначається добутком імовірностей безвідмовної роботи елементів:

$$R_0 = R_1 R_2 R_3 \dots R_n = \prod_{i=1}^n R_i . \quad (2.1)$$

Наприклад, якщо система складається з 50 елементів з однаковою безвідмовністю $R_i = 0,99$, то $R_0 = 0,99^{50} = 0,55$.

Як видно з наведеного приклада, збільшення кількості елементів при їхньому послідовному включенні приводить до зниження безвідмовності складної системи.

Для реальних елементів безвідмовність є змінною величиною, що залежить від їхнього наробітку, її можна виразити законом розподілу ймовірностей. На рис. 2.4 показані графіки законів розподілу ймовірностей для трьох послідовно включених елементів.

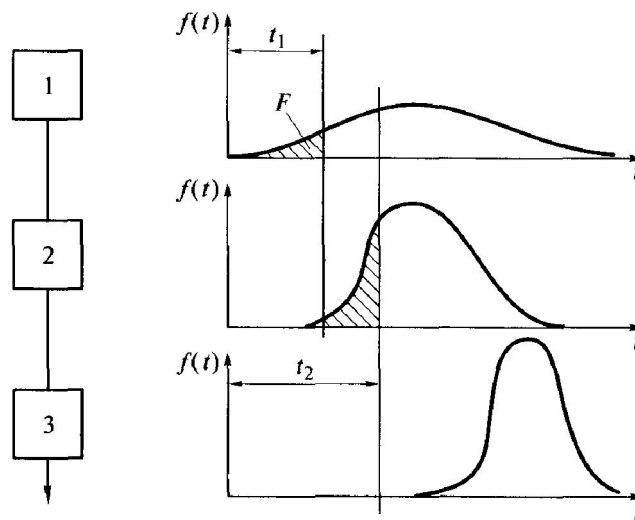


Рисунок 2.4 – Приклад аналізу безвідмовності системи, що складається з послідовно включених елементів

Із графіка бачимо, що при наробітку τ , найбільшу ймовірність відмови $F_1(t) = \int_0^t f(t)dt$ буде мати перший елемент, однак, при збільшенні наробітку до величини t_2 імовірність відмови другого елемента може істотно зрости. Третій елемент при розглянутих значеннях наробітку залишається практично безвідмовним. Таким чином, для підвищення безвідмовності системи, що складає з послідовно включених елементів, треба в першу чергу підвищувати надійність найбільш «слабких» елементів. Однаково збільшувати середній ресурс всіх елементів системи недоцільно.

При паралельному включенні елементів (рис. 2.5) складна система відмовить тільки при відмові всіх m елементів, імовірність цієї події:

$$F_0 = F_1 F_2 F_3 \dots F_m.$$

Безвідмовність складної системи

$$R_0 = 1 - \prod_{i=1}^m F_i, \text{ або } R_0 = 1 - \prod_{i=1}^m (1 - R_i). \quad (2.3)$$

Наприклад, для системи із трьох елементів з безвідмовністю 0,9 загальна безвідмовність $R_0 = 1 - (1 - 0,9)^3 = 0,999$.

Таким чином, збільшення числа паралельно включених елементів збільшує безвідмовність складної системи.

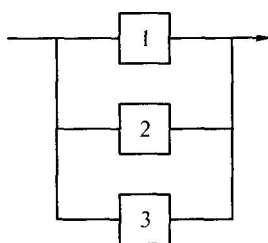
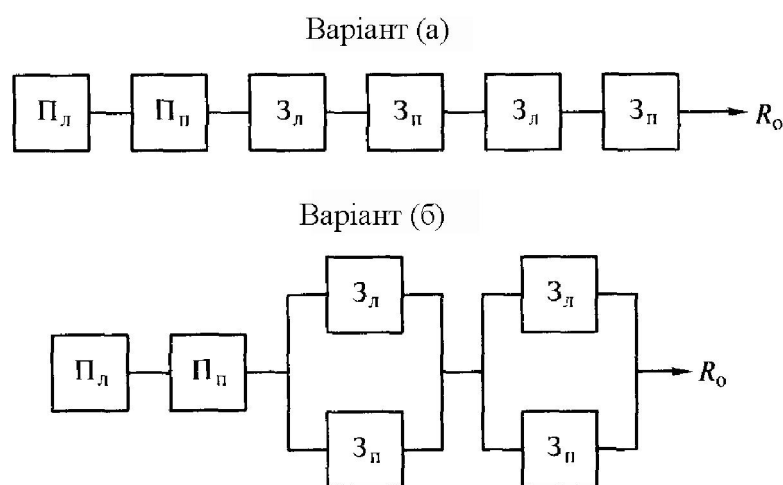


Рисунок 2.5 – Структурна схема складної системи з паралельно включеними елементами

Як приклад оцінимо безвідмовність вантажного двохосьового автомобіля по проколу коліс (колеса задньої осі спарені). Відомо, що при певному пробігу автомобіля безвідмовність по проколу переднього колеса дорівнює $R_{\text{П}} = 0,999$, а по проколі заднього колеса $R_{\text{З}} = 0,995$ (часто передні колеса наїжджають на лежачий цвях, підкидають його й він проколює заднє колесо, тому звичайно ймовірність проколу задніх коліс більша, ніж передніх).

Якщо автомобіль навантажений (варіант а), то при проколі будь-якого колеса подальший рух автомобіля неможливий – спостерігається відмова складної системи. Якщо автомобіль здійснює порожній пробіг (варіант б), то при проколі одного зі спарених коліс подальший рух можливий; відмова буде відбуватися тільки при проколі обох спарених коліс або переднього колеса. Відповідно до цих умов на рис. 2.6 показані структурні схеми безвідмовності складної системи по обох варіантах.



$\text{П}_{\text{Л}}$ – переднє ліве колесо; $\text{П}_{\text{П}}$ – переднє праве колесо; $\text{З}_{\text{Л}}$ – заднє ліве колесо; $\text{З}_{\text{П}}$ – заднє праве колесо

Рисунок 2.6 – Структурна схема автомобіля при аналізі його безвідмовності при проколі коліс

Безвідмовність складної системи за структурною схемою варіанта складає:

$$\text{а) } R_o = R_n^2 R_3^4 = 0,999^2 \cdot 0,995^4 = 0,978. \quad (2.4)$$

$$\text{б) } R_o = R_n^2 [1 - (1 - R_3)^2]^2 = 0,999^2 (1 - 0,005^2)^2 = 0,998. \quad (2.5)$$

Таким чином, при русі навантаженого автомобіля відмова по проколі колеса може спостерігатися в 22 випадках з 1000, а при русі порожнього автомобіля – у двох випадках з 1 000.

2.3 Резервування як метод підвищення надійності автомобіля

Резервуванням називають спосіб забезпечення надійності об'єкта за рахунок використання додаткових засобів і можливостей, надлишкових до мінімально необхідного при виконанні необхідних функцій. Іноді замість терміна «резервування» використовують словосполучення «введення надлишковості». Між цими поняттями є багато загального, але є й розходження, тому їх не можна сприймати як синоніми. Під *надлишковістю* розуміють перевищення продуктивності, розмірів, міцності й т.п. над мінімально необхідними значеннями показників. Ясно, що введення надлишковості не означає автоматичного поліпшення показників надійності. Щоб поліпшення надійності відбулося, необхідно належним чином керувати надлишковими ресурсами.

Види й методи резервування досить різноманітні й залежать як від типу характеристик, які повинні бути поліпшені, так і від класу систем, у яких резервування використовується. Можна виділити наступні види резервування:

структурне резервування – це спосіб підвищення надійності системи, що полягає в застосуванні в системі додаткових (резервних) елементів, які не є необхідними для виконання покладених на систему функцій, але використовуються системою після відмови основних елементів. Характерною рисою структурного резервування є те, що в ідеально надійній системі всі резервні

елементи можуть бути вилучені із системи без якого-небудь погіршення якості її функціонування. Резервні елементи потрібні тільки тоді, коли з'являється можливість відмови основних елементів;

функціональне резервування – це спосіб підвищення надійності, що використовують властивості технічних систем при відмовах елементів забезпечувати безвідмовне функціонування системи за рахунок перерозподілу функцій і більш інтенсивної роботи елементів, що виконували до відмови тільки свої основні функції. Цей спосіб широко застосовується в живих організмах. Найпростішим прикладом реалізації способу в техніці можна вважати перерозподіл навантажень у несучих елементах кузова після появи тріщини в одній з його стійок, коли фактичної відмови кузова немає й він продовжує працювати. При функціональному резервуванні в системі немає «зайвих» елементів – вони всі необхідні для виконання необхідного набору функцій в умовах нормальної експлуатації;

тимчасове резервування – це спосіб підвищення надійності, при якому системі в процесі її функціонування дається можливість витратити якийсь час, що називають резервним, для відновлення технічних характеристик. Резерв часу можна витратити на перемикання структурного резерву (установити запасне колесо), виявлення й усунення відмов (наприклад, замінити ремінь, що обірвався), повторення роботи й т.п., при цьому виконуючи задані показники функціонування системи (наприклад, змінне завдання автомобіля по вантажообігу).

Розглянемо більш докладно структурне резервування, що поділяють на два види: «гарячий резерв», коли резервний елемент дублюється такими ж паралельно й постійно включеними елементами, і «холодний резерв», коли дублюючий елемент включається в роботу тільки після відмови основного елемента. Для автомобіля прикладом холодного резерву є запасне колесо, спарені задні колеса вантажного автомобіля при порожньому пробігу можна вважати прикладом гарячого резерву (при проколі одного з коліс порожній автомобіль може продовжувати рух).

При резервуванні розрізняють два методи (рис. 2.7) *поелементне резервування*, коли резервуються окремі елементи складної системи та загальне резервування.

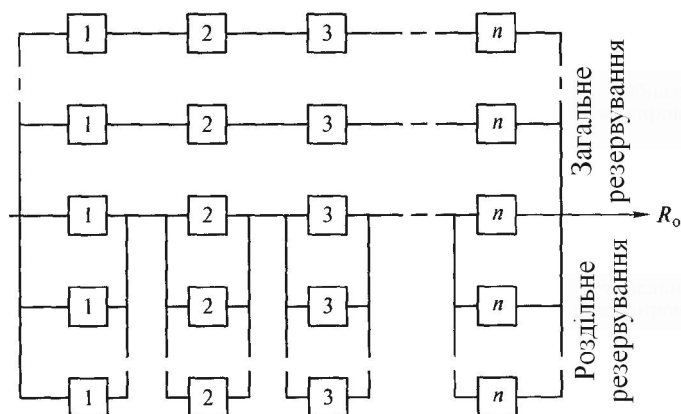


Рисунок 2.7 – Структурна схема системи при поелементному й загальному резервуванні

Висновок по розділу. Для вирішення поставлених у першому завдань досліджень та усунення виявлених недоліків проведено пошук методик аналізу надійності складних систем. Визначено, що резервування є важливим методом підвищення безвідмовності автомобілів.

3. РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

3.1 Загальні принципи розробки режимів технічного обслуговування автомобілів

Існують два способи забезпечення працездатності автомобілів у процесі їхньої експлуатації:

- відновлення працездатності після настання відмови – *поточний ремонт* (ПР);
- підтримка працездатності шляхом планово-попереджувальних впливів – *технічне обслуговування*.

До технічного обслуговування відносять також збирально-мийні роботи з підтримки зовнішнього вигляду й комфорту автомобілів.

Основними вихідними даними побудови системи ТО автомобілів є:

- призначення автомобіля (спортивний автомобіль повинен обслуговуватися не так, як представницький; транспортний – не так, як військовий);
- умови експлуатації автомобіля (кліматичні, дорожні й т.п.);
- рівень вихідної надійності і якості;
- організаційно-технічні обмеження (безглуздо рекомендувати виконання технологічних операцій ТО при відсутності необхідного для них устаткування й т.п.).

Основним завданням при формуванні системи ТО є розробка оптимальних режимів, тобто визначення необхідного переліку й послідовності операцій ТО, оптимальної періодичності їхнього виконання з урахуванням конкретних умов експлуатації автомобіля.

Загальну послідовність розробки режимів ТО для нової моделі автомобіля можна представити схемою, показаною на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурна схема розробки режимів ТО

Розробка режимів ТО припускає володіння великими знаннями по конструкції автомобілів, умовам їхньої експлуатації, технології виконання робіт зі змащення, регулюванню й ремонту агрегатів і систем автомобілів, конструкції технологічного обладнання й багато іншому. Специфічним питанням ТОА є вибір періодичності ТО.

3.2 Визначення періодичності технічного обслуговування автомобілів

Характеристика використовуваних методів визначення періодичності технічного обслуговування

Визначення періодичності планових технічних впливів на автомобіль із метою запобігання й віддалення моментів виникнення відмов і несправностей його агрегатів і систем є важливим етапом розробки режимів ТО. Можна виділити наступні методи визначення періодичності ТО:

- аналогій і уточнень;
- візуально-діагностичний;
- визначення періодичності ТО по припустимому рівню безвідмовності;
- техніко-економічний.

Метод аналогій і уточнень – застосування нормативів ТО з автомобілів-прототипів (аналогів). Цей метод базується на аксіомі про корисність навчання на помилках інших, але в багатьох випадках цей метод може давати істотні помилки. Наприклад, у схожих по конструкції двигунах можуть використовуватися масла, зроблені з різної нафти; періодичність заміни мастила в цьому випадку не обов'язково повинна бути однаковою. Крім того, ми не завжди можемо бути впевнені, що режими обслуговування автомобіля-прототипу є оптимальними.

Візуально-діагностичний метод – періодичність ТО визначається на основі зовнішнього огляду або діагностики (доливання мастила, мийні операції, кріпильні операції й т.п.). Цей метод прийнятний тільки для легко й постійно спостережуваних об'єктів.

Метод визначення періодичності ТО по припустимому рівню **безвідмовності** може бути застосований при відомих законах розподілу ймовірностей наробітку до відмови обслуговуваної системи. Наприклад, при зменшенні зазору до нульового значення виникає необхідність регулювання теплового зазору в газорозподільному механізмі (ГРМ). Наробіток до цього моменту залежить від інтенсивності зміни зазору в процесі експлуатації і є випадковою величиною, розподіленої за деяким законом, показаному на рис. 3.2.

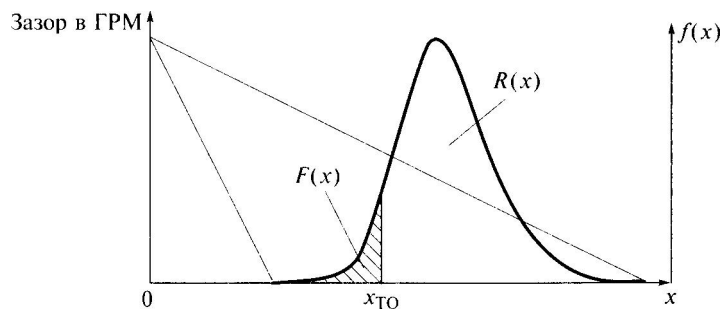


Рисунок 3.2 – Визначення періодичності ТО, що забезпечує необхідний рівень безвідмовності системи

При обраному значенні x_{TO} існує деяка ймовірність $F = \int_0^{x_{TO}} f(x)dx$ відмови ГРМ (зменшення зазору до нульового значення), а ймовірність безвідмовної роботи $R = 1 - F$. Прийнято вважати, що безвідмовність систем автомобіля, відповідальних за його безпеку, повинна бути не менш 0,95, а всіх інших систем – 0,8. Задаючись необхідною безвідмовністю, по кривій закону розподілу ймовірностей завжди можна знайти необхідну періодичність ТО. Можна відмітити, що вибір величини безвідмовності багато в чому суб'єктивний, і цей метод не враховує багатьох інших і досить істотних умов експлуатації автомобіля.

Техніко-економічний метод заснований на мінімізації сумарних витрат на технічне обслуговування й ремонт автомобіля. Витрати на ТО, СТО й ремонт C_p для встановленої технології виконання робіт є деякими постійними величинами. Періодичність ТО x_{TO} є шуканою величиною, а ресурс агрегату, що обслуговується, x_p є деякою функцією періодичності ТО (чим рідше буде проводитися ТО агрегату, тим менше буде його ресурс).

Характер зміни питомих витрат $C_{TO}^y = \frac{C_{TO}}{x_{TO}}$ і $C_p^y = \frac{C_p}{x_p}$ показаний на рис. 3.3.

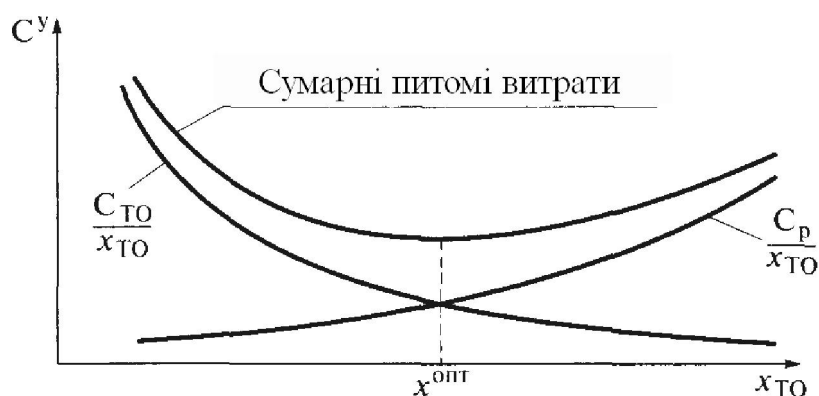


Рисунок 3.3 – Визначення періодичності ТО по мінімуму сумарних витрат

По мінімуму сумарних питомих витрат $C_\Sigma = C_{TO}^y + C_p^y$ можна знайти оптимальну періодичність ТО, що забезпечує мінімальні витрати на обслугову-

вання й ремонт автомобіля. Аналітично оптимальну періодичність ТО можна знайти як екстремум цільової функції сумарних витрат за умови $\frac{dC_{\Sigma}}{dx_{TO}} = 0$.

Конкретний розрахунок оптимальної періодичності ТО залежить від особливостей системи, що обслуговується. Можна вважати, що автомобіль складається з основних і допоміжних систем. Основні системи забезпечують виконання автомобілем своїх функцій як транспортного засобу (колеса, підвіска, двигун, трансмісія й т.п.), а допоміжні – умови нормального функціонування основних систем (змащення, фільтри й т.п.). При ТО головним чином здійснюють вплив, на допоміжні системи, які за своїм впливом на безвідмовність автомобіля можна розділити на паралельно або послідовно включені (за аналогією з ялинковою гірляндою).

Допоміжні системи, при відмові яких автомобіль не втрачає працездатності, але починає швидше погіршувати свої експлуатаційні показники, можна вважати включеними паралельно. Допоміжні системи, при відмові яких автомобіль також відмовляє, можна вважати послідовно включеними. У міру роботи автомобіля допоміжні системи можуть змінювати свої характеристики поступово (плавно) або стрибкоподібно (дискретно).

Запропонована класифікація допоміжних систем дозволяє одержати три розрахункові формули, за допомогою яких можна визначати оптимальну періодичність ТО багатьох реальних систем автомобіля.

Визначення періодичності технічного обслуговування паралельно включених допоміжних систем з плавною зміною параметрів

Розглянемо як приклад визначення періодичності заміни масла у двигуні [28]. У процесі роботи двигуна мастильні властивості залитого в картер масла поступово погіршуються, що приводить до збільшення інтенсивності зношування деталей двигуна. Виразимо величину зношування формулою $I = ax^b$, де x – наробіток автомобіля (масла); a , b – емпіричні коефіцієнти. Якщо замінити масло через x_{TO} кілометрів, то при кожній заміні характер наростан-

ня зношування буде повторюватися (варто розуміти, що це тільки більш-менш вдала модель реального процесу) відповідно до рис. 3.4.

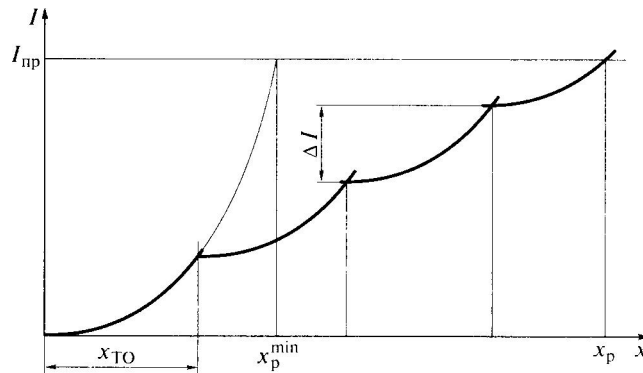


Рисунок 3.4 – Наростання зносу двигуна при періодичній заміні мастила

Згідно техніко-економічному методу визначення періодичності ТО, цільова функція питомих витрат $C_{\Sigma} = \frac{C_{TO}}{x_{TO}} + \frac{C_p}{x_p}$ Визначимо невідомий нам ресурс двигуна з наступних міркувань. Якщо за період часу до заміни масла двигун зношується на величину $\Delta I = ax_{TO}^b$, то граничний по технічних умовах знос I_{lim} буде досягнутий при наробітку:

$$x_p = \frac{I_{lim}}{\Delta I} x_{TO} = \frac{I_{lim}}{ax_{TO}^{b-1}}. \quad (3.1)$$

Підставляючи в цільову функцію значення ресурсу, одержимо формулу з одним шуканим невідомим – періодичністю ТО:

$$C_{\Sigma} = \frac{C_{TO}}{x_{TO}} + \frac{C_p}{I_{lim}} ax_{TO}^{b-1}. \quad (3.2)$$

Беремо похідну від цієї формули по x_{TO} й прирівнюємо її до нуля:

$$-\frac{C_{TO}}{x_{TO}^2} + (b-1) \frac{C_p}{I_{lim}} ax_{TO}^{b-2} = 0. \quad (3.3)$$

Звідси виражаємо оптимальну періодичність заміни мастила:

$$x_{TO}^{opt} = \sqrt[b]{\frac{C_{TO} I_{lim}}{a(b-1)C_p}}. \quad (3.4)$$

Отриману формулу можна спростити, увівши значення мінімального ресурсу двигуна, що працює без заміни масла. З умови $I_{\text{lim}} = a(x_p^{\text{min}})^b$ виразимо $x_p^{\text{min}} = \sqrt[b]{\frac{I_{\text{lim}}}{a}}$ й підставимо у формулу оптимальної періодичності ТО паралельно включених допоміжних систем, що плавно змінює свої характеристики:

$$x_{TO}^{\text{opt}} = x_p^{\text{min}} \sqrt[b]{\frac{C_{TO}}{(b-1)C_p}}. \quad (3.5)$$

Для визначення оптимальної періодичності заміни мастила у двигуні необхідно знати вартість заміни мастила й вартість капітального ремонту двигуна, а також мінімальний ресурс двигуна, що працює без заміни мастила, і емпіричний коефіцієнт, що визначає крутість наростання зношування під час погіршення мастильних властивостей працюючого мастила.

Ресурс і коефіцієнт варто знаходити експериментально в процесі спостереження за двигуном, що працює без заміни мастила. У процесі експерименту з деякою періодичністю по наробітку здійснюють контролю зношування (по концентрації заліза в мастилi, методом вирізаних лунок, по компресії й т.п.) і одержують систему рівнянь:

Для зручності розв'язання рівняння можна прологарифмувати, представляючи у вигляді $\lg I_k = \lg a + b \lg x_k$, після чого, розбиваючи на дві приблизно рівні групи, можна одержати систему із двох рівнянь, з яких знаходять коефіцієнт b .

Наприклад, ресурс двигуна, що працює без заміни мастила $x_p^{\text{min}} = 76$ тис. км, коефіцієнт $b = 1,6$, вартість ремонту двигуна $C_p = 15300$ грн. і вартість заміни мастила $C_{TO} = 620$ грн.

$$I_1 = ax_1^b, I_2 = ax_2^b, \dots, I_n = ax_n^b. \quad (3.6)$$

Підставляючи прийняті значення у формулу, одержимо

$$x_{TO}^{opt} = 76 \cdot 1,6 \sqrt{\frac{620}{(1,6-1) \cdot 15300}} = 14,1 \text{ тис. км} \quad (3.7)$$

На підставі отриманої формули можна знайти періодичність заміни мастила в агрегатах трансмісії, заміни мастила в маточинах коліс, періодичність очищення системи охолодження від накипу й т.п.

Визначення періодичності технічного обслуговування паралельно включених систем з дискретною зміною параметрів

Як приклад розглянутої системи може бути прийнятий повнопоточний фільтр для очищення мастила, що відмовляє при механічному руйнуванні фільтруючого елемента або його забиванні, коли мастило починає проходити через редуційний клапан неочищеним.

Розглянемо характер наростання зношування деталей двигуна в процесі наробітку (рис. 3.5). При відмові фільтра інтенсивність зношування висока й граничне зношування двигуна (лінія 1) може бути досягнути при наробітку x_p^{\min} , якщо фільтр гарантовано працює, то інтенсивність зношування низька (лінія 2) і двигун зможе проработи x_p^{\max} .

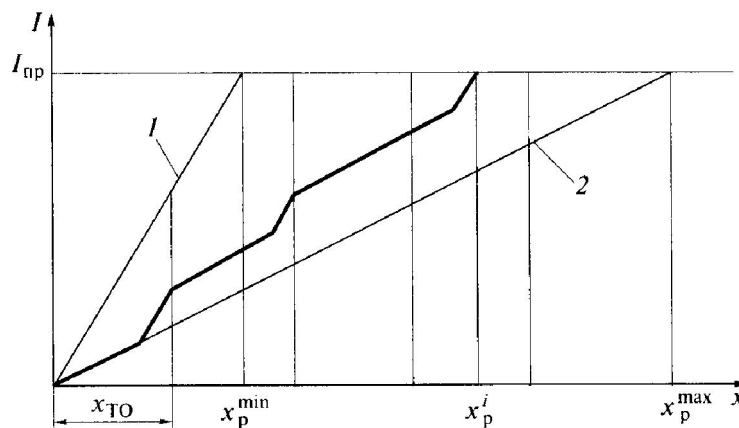


Рисунок 3.5 – Наростання зношування двигуна при періодичній заміні фільтра: 1 – наростання зношування двигуна при непрацюючому фільтрі; 2 – наростання зношування двигуна при гарантовано працюючому фільтрі

Фільтри часто виготовляють нерозбірними й заміняють у плановому

порядку з періодичністю x_{TO} , протягом якої фільтр може відмовити. Для конкретного двигуна наростання зношування буде виражено ламаною лінією l_i , а його ресурс буде випадковою величиною x_i .

Знайдемо оптимальну періодичність заміни фільтра, використовуючи цільову функцію сумарних питомих витрат:

$$C_{\Sigma} = \frac{C_{TO}}{x_{TO}} + \frac{C_p}{x_p}. \quad (3.8)$$

Очевидно, що якщо $x_{TO} \rightarrow 0$, то $x_p \rightarrow x_p^{\max}$, $x_{TO} \rightarrow \infty$ (фільтри не замінюються), то $x_p \rightarrow x_p^{\min}$. Крім періодичності ТО, на ресурсі двигуна буде позначатися й надійність самого фільтра на періоді x_{TO} .

У процесі роботи автомобіля ймовірність безвідмовної роботи фільтра буде мінятися від 1 до $R(x_{TO})$, середню безвідмовність фільтра можна визначити по рівновеликій площі під кривою безвідмовності шляхом інтегрування

$$\bar{R}(x_{TO}) = \frac{1}{x_{TO}} \int_0^{x_{TO}} R(x) dx. \quad (3.9)$$

Знаючи безвідмовність фільтра можна знайти середні ресурси двигуна як математичне очікування (нагадаємо, що $\bar{x} = \sum x_i p_i$) по двох значеннях x_p^{\min} і x_p^{\max} :

$$x_p = x_p^{\max} \bar{R}(x_{TO}) + x_p^{\min} \frac{1}{x_{TO}} [1 - \bar{R}(x_{TO})]. \quad (3.10)$$

Підставляючи значення ресурсу в цільову функцію витрат, одержимо:

$$C_{\Sigma} = \frac{C_{TO}}{x_{TO}} + \frac{C_p}{x_p^{\max} \bar{R}(x_{TO}) + x_p^{\min} \frac{1}{x_{TO}} [1 - \bar{R}(x_{TO})]}. \quad (3.11)$$

Таким чином нами отримано залежність для визначення мінімуму сумарних питомих витрат C_{Σ} для паралельно включених систем автомобіля з дискретною зміною характеристик.

Результати числового моделювання отриманої залежності 3.5 наведено на рис. 3.6, рис. 3.7 та рис. 3.8.

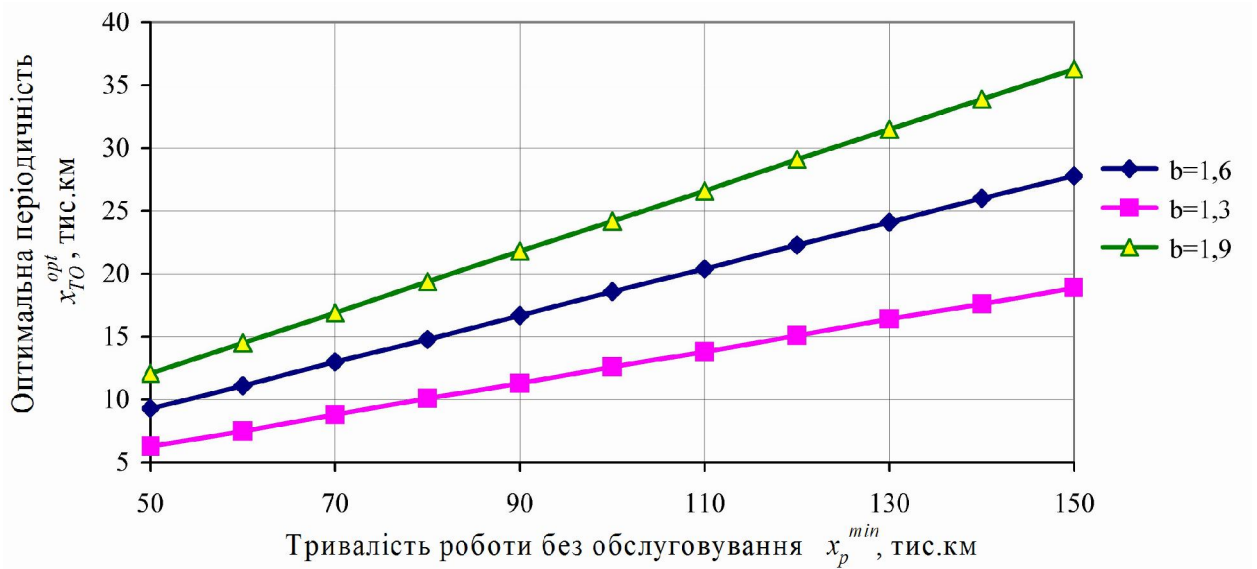


Рисунок 3.6 – Залежність оптимальної періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} від ресурсу двигуна без обслуговування x_p^{\min} для коефіцієнта $b = 1,3; 1,6; 1,9$

З аналізу лінійно-пропорційної графічної залежності на рис. 3.6 можемо спостерігати пропорційне зростання значення оптимальної періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} при зростанні емпіричного коефіцієнта b та ресурсу двигуна без обслуговування x_p^{\min} . Відповідно, можемо зробити висновок, що більш надійний двигун потребує меншої періодичності ТО.

При аналізі (рис. 3.7) зміни оптимальної періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} при зміні вартості одного обслуговування C_{TO} відмічаємо майже лінійний характер зростання показника при значеннях коефіцієнта b близьких до одиниці та ступеневий при значеннях $b > 1,3$. Таким чином, можна стверджувати, що збільшення вартості одиничного обслуговування веде до збільшення оптимального значення періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} особливо при високих значеннях надійності вузла $b > 1,3$.

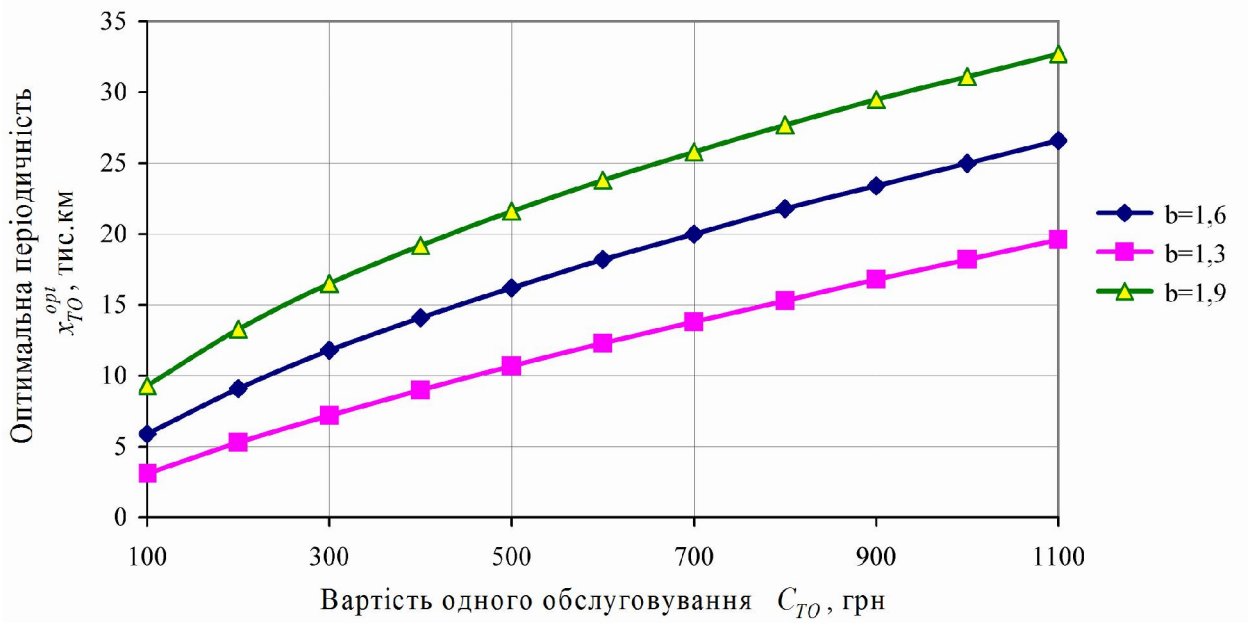


Рисунок 3.7 – Залежність оптимальної періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} від вартості одного обслуговування C_{TO} для коефіцієнта $b = 1,3; 1,6 ; 1,9$

Аналізуючи графічні залежності отримані на рис. 3.8 бачимо, що збільшення вартості ремонту вузла C_p в три рази викликає зменшення оптимального значення періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} на 35...45%.

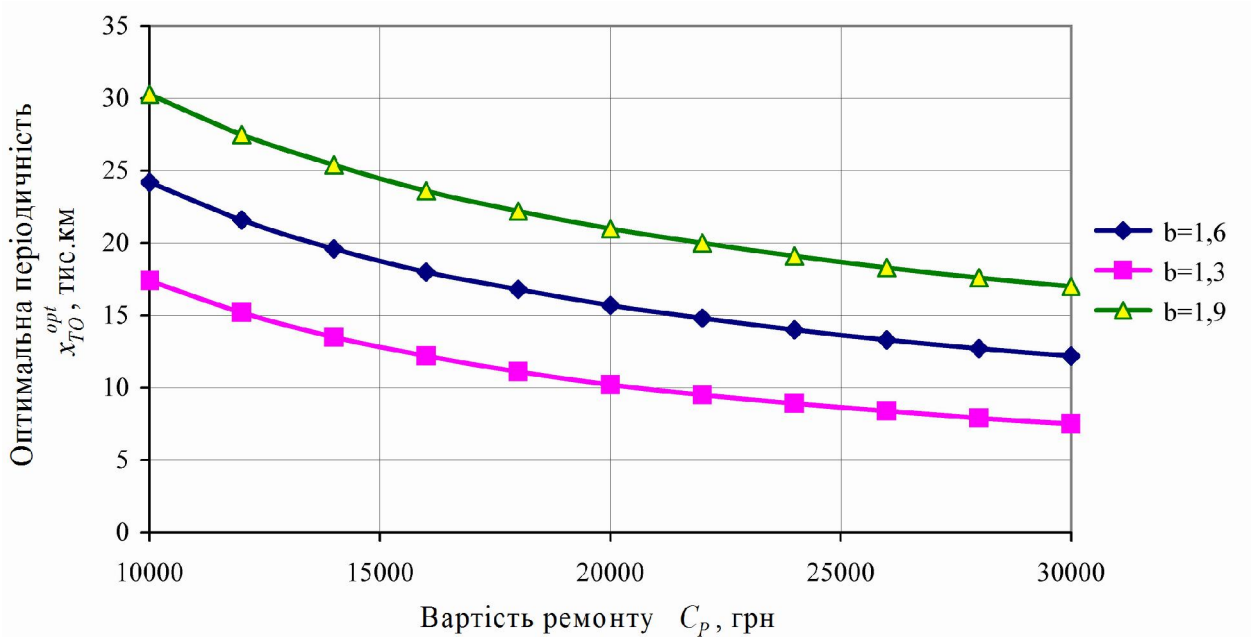


Рисунок 3.8 – Залежність оптимальної періодичності обслуговування x_{TO}^{opt} від вартості ремонту C_p для коефіцієнта $b = 1,3; 1,6 ; 1,9$

3.3 Обґрунтування вибору критерію раціональної технологічної схеми та засобів обслуговування автомобілів

Для розробки рекомендацій по поліпшенню технологічної експлуатації автомобілів потрібна інформація про закономірності зміни їх технологічного стану в результаті зношення деталей та агрегатів.

На інтенсивність зношення впливають різні фактори, їх можна умовно розділити на дві групи:

- 1) фактори, на які господарство не може вплинути;
- 2) фактори, на вплив яких господарство може вплинути.

При роботі автомобіля на сухих ґрунтових шляхах в його агрегати попадає багато пилу, що призводить до інтенсивного зношення деталей циліндро-поршньової групи, втулок і пальців ресор, шкворневих з'єднань та ін. Вплив умов експлуатації на періодичність ТО автомобілів представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Періодичність ТО автомобілів.

Умови експлуатації	Періодичність, км	
	ТО-1	ТО-2
Експлуатація протягом 90 % часу по асфальтованих шляхах	3000	12000
Експлуатація протягом 50 % часу по вдосконаленим і 50 % по ґрунтових шляхах	2500	10000
Експлуатація протягом 90 % часу по ґрунтових шляхах	2000	8000

Так-як в господарстві автомобілі в основному експлуатуються 50 % по шляхах з асфальтом і 50 % по ґрунтових шляхах, то для оперативного планування застосовується пробіг для ТО-1= 2500 км; ТО-2=10000 км. Періодичність проведення ТО для різних видів автотранспорту повинна бути не менше величин, які наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Періодичність ТО рухомого потягу.

Тип рухомого потягу	Періодичність ТО, км	
	ТО-1	ТО-2
Автомобілі легкові	3000	12000
Автобуси	2800	11200
Автомобілі вантажні	2500	10000
Автомобілі самоскиди	2000	8000
Причепи і напівпричепи	2000	8000

ТО автомобілів можна виконувати кінцевим методом на універсальних постах або поточним методом на спеціалізованих постах. Все залежить від програми робіт в господарстві. Метод обслуговування на універсальних постах заключається в тому, що всі роботи ТО виконуються на одному посту. Група виконавців складається із працівників всіх необхідних спеціальностей.

Трудоємкість ТО по марках автомобілів показана в таблиці 3.3.

При використанні декількох кінцевих універсальних постів час перебування автомобілів на кожному посту різна і відповідно можна виконувати на постах різний обсяг робіт. Недоліком цього методу і розташування кінцевих постів є втрата часу на установку автомобіля на пост та з'їзд з нього, забруднення повітря відпрацьованими газами.

Поточний метод обслуговування на спеціалізованих постах заключається в розподілі по декількох постах обсягу робіт ТО. При цьому пости і робота на них спеціалізується з урахуванням однорідності або раціональному поєднанню робіт. Недоліком будь-якої поточної лінії є неможливість зміни накресленого обсягу робіт на будь-якому із постів лінії. Тому на поточних лініях рекомендується обслуговувати лише однотипні автомобілі, які мають приблизно рівну трудоємкість робіт.

Таблиця 3.3 - Нормативи тродоемкості по технічному обслуговуванню і поточному ремонту автомобілів.

Марка автомобіля	ЩТО Трудоміст- кість, люд.- год.	ТО-1 Трудоміст- кість, люд.- год.	ТО-2 Трудоміст- кість, люд.- год.	Поточний ремонт люд.-год./1000 км
1	2	3	4	5
Легкові автомобілі				
ВАЗ-2121	0,8	5,2	19,5	4,2-9,2
ГАЗ-469	0,6	4,6	14,6	3,5-7,6
УАЗ-3152	0,8	5,2	19,5	4,2-9,2
Автобуси				
КАВз-685	1,2	11,7	39	7,4-16,0
ПАЗ-672	1,2	11,7	39	7,4-16,0
Вантажні автомобілі				
КаМАЗ-5320	1	6,1	29	0,84-18,2
ГАЗ-53А	0,8	5,2	19,5	6,0-13,3
ЗІЛ-130	0,8	5,9	19,5	7,5-14,3
ГАЗ-52-04	0,7	5,2	16,9	7,0-15,2
ЗІЛ-ММЗ-554	0,9	7,2	22,1	7,5-14,3
КАЗ-608Б	1,3	9	33	10,1-21,6
УАЗ-452	0,65	3,9	14,3	3,5-7,6
ЗІЛ-131А	0,8	5,9	19	7,5-14,3
ГАЗ-53Б	0,8	6,5	20,8	6,5-16,8
САЗ-3507	0,8	6,9	20,8	6,5-16,8
Причепи бортові				
ГКБ-8350	0,3	1	5,7	
ГКБ-817	0,3	1	5,7	
Самоскидні				
ГКБ-819	0,3	1	5,7	
Напівпричіп ОДАЗ-885	0,3	1	5,7	

3.4 Організація ТО і ПР автомобілів. Річні плани проведення ТО

В нинішній час в сільському господарстві застосовуються три схеми організації ТО автомобілів:

1) ТО і ПР автомобілів в повному обсязі проводять безпосередньо в господарстві. У відповідності з цим кожне господарство повинне мати ремонтне приміщення, обладнання і кваліфікованих робітників;

2) ТО і ПР всіх автомобілів в господарстві в повному обсязі виконують на спеціалізованих станціях ТО автомобілів (СТОА). В господарстві

вах є закриті або частково відкриті стоянки автомобілів з профілакторіями для проведення ЩТО. В цьому випадку організація ТО і ПР автомобілів ґрунтується на спеціалізації і збільшенні обсягу виробництва, на застосуванні високопродуктивного обладнання та діагностичних засобів, поточних ліній;

3) ТО і ПР автомобілів проводять в господарстві і на СТО автомобілів. В цьому випадку частину автомобілів можна повністю обслуговувати у господарстві, а частину на СТО. Найменш трудомісні види робіт при ЩТО, ТО-1, а також дрібний ПР проводять в господарстві. Більш трудомісні роботи при ТО-2 і складний ПР, які потребують спеціального обладнання і кваліфікованих виконавців – на СТОА.

Для складання річного плану потрібно врахувати середньорічний пробіг автомобілів і періодичність проведення ТО. Запланований пробіг автомобілів наведений у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Запланований пробіг автомобілів

Марка автомобіля	Запланований пробіг км на рік
1	2
КаМАЗ-5320	29983
	29983
ГАЗ-52	14216
	15345
	14816
ГАЗ-53А	15312
	15460
	15300
	14875
	14980
	15100
	15346
	15760
	15342

Продовження таблиці 3.4.

1	2
ГАЗ-53А	15344
	15210
	14380
ЗІЛ-555	17660
	17340
	16980
ЗІЛ-15402	16980
КаМАЗ-3СКФ-15	28946
ГАЗ-53Б	16200
САЗ-3507	17620
	16700
	16360
САЗ-3503	15824
	15240
ЗІЛ-554	16400
	15348
ГАЗ-24	19300
	19410
УАЗ-452	19000
УАЗ-31512	19300
ВАЗ-2106	19650
УАЗ-374	18440
Автобус КАВз-8271	18100
Автокран ГАЗ-53А	12400

Для побудови плану-графіка потрібно знати: вид останнього ТО, пробіг після останнього ТО, середньорічний і середньомісячний пробіг автомобілів.

Таблиця 3.5 - Запланований середньорічний і середньомісячний пробіг автомобілів ГАЗ-53А

Середньорічний пробіг, км	Середньомісячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останнього ТО
15460	1288	600	ТО-1
15300	1275	700	ТО-1
14875	1239	550	ТО-1
14980	1248	550	ТО-1
15100	1258	750	ТО-1
15346	1279	700	ТО-1

Таблиця 3.6 - Середньорічний і середньомісячний запланований пробіг автомобілів ГАЗ-53Б

Середньорічний пробіг, км	Середньомісячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останнього ТО
16200	1350	650	ТО-1
16100	1342	600	ТО-1
16672	1389	650	ТО-1
16688	1391	700	ТО-1
16537	1378	650	ТО-1
17290	1940	800	ТО-1
17600	1967	850	ТО-1

Таблиця 3.7 Запланований середньорічний і середньомісячний пробіг автомобілів КаМАЗ-5320

Середньорічний пробіг, км	Середньомісячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останнього ТО
29983	2499	1000	ТО-1
29983	2499	1000	ТО-1

Таблиця 3.8 - Запланований середньорічний і середньомісячний пробіг автомобілів ГАЗ-52

Середньо-річний пробіг, км	Середньомісячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останнього ТО
14216	1185	600	ТО-1
15345	1279	750	ТО-2
14816	1235	700	ТО-1
15312	1276	800	ТО-1
21800	1817	950	ТО-1
21000	1758	900	ТО-2
19600	1633	850	ТО-1
19730	1647	800	ТО-1
18400	1595	750	ТО-1

Таблиця 3.9 - Запланований середньорічний і середньомісячний пробіг автомобілів ЗІЛ-555, ЗІЛ-15402, ЗІЛ-554

Середньо-річний пробіг, км	Середньомісячний пробіг, км	Пробіг після ТО, км	Вид останнього ТО
16600	1383	750	ТО-1
16490	1374	800	ТО-1
18102	1509	850	ТО-1
16400	1367	800	ТО-2
16400	1367	800	ТО-2

За результатами наведених у таблицях 3.5-3.9. складається місячний план-графік ТО автомобілів. Допускається перенесення термінів проведення ТО в той чи інший бік на 10 %.

ТО поступово стає одним із факторів, які визначають ефективність використання автомобілів. Таким чином, стан автомобілів залежить від багатьох факторів і перш за все від якості ТО і ПР. На якість ТО і ПР впливає кваліфікація робітників ремонтників. Дослідження показали, що в деяких господарствах 40 % випадків ПР були викликані несвоєчасним і неякісним проведенням ТО і ПР автомобілів.

3.5 Розрахунок пункту і діагностики автомобілів

Призначення ПТО і діагностика автомобілів

ПТО і діагностика автомобілів (ПТОДА) призначені для ТО автомобілів, діагностики ТО з метою виявлення кінцевого ресурсу вузлів і агрегатів автомобілів в господарстві, а також проведення не складного ПР автомобілів. Складність полягає в тому, що для господарства потрібні порівняльно невеликі пункти ТО з комплектом обладнання і первинної діагностики для різних марок автомобілів.

Річний обсяг технічних впливів по видах ТО і ремонтів визначається по цикловому методу.

Кількість річних повторних ТО одного автомобіля визначається за формулою:

$$N_{\text{ТО-2}} = L_{\text{п.т}} / I_{\text{ТО-2}} - N_{\text{кр}} \quad (3.12)$$

де $L_{\text{п.т}}$ – плановий пробіг автомобіля за рік, км;

$L_{\text{ТО-2}}$ – пробіг між ТО-2, км;

$N_{\text{кр}}$ – кількість капітальних ремонтів.

Кількість ТО-1 визначається за формулою

$$N_{\text{ТО-1}} = L_{\text{п.т}} / I_{\text{ТО-1}} - (N_{\text{ТО-2}} + N_{\text{кр}}) \quad (3.13)$$

де $I_{\text{ТО-1}}$ – пробіг між ТО-1, км

Так само розраховується і для інших автомобілів і дані розрахунків заносяться до таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Кількість проведення ТО

Марка автомобіля	Річний запланований пробіг, км	Кількість	
		ТО-2	ТО-1
КаМАЗ-5320	29983	3	8
	29983	3	8
ГАЗ-52	14216	1	4
	15345	1	5
	14816	2	4
	15312	2	4
	15460	2	5
	15300	1	6
	14875	2	6
	14980	1	5
	15100	1	6
ГАЗ-53А	15346	1	5
	15760	1	6
	15342	1	5
	15344	2	4
	15210	1	5
	14380	1	5
ЗІЛ-555	17660	2	5
	17340	2	5
ЗІЛ-15402	16980	2	5
КаМАЗ	28946	3	8
ГАЗ-53Б	16200	1	4
	16100	2	4
	16672	2	5
	16688	1	6
	16537	2	5
	12290	2	4
	17600	1	4
ЗІЛ-554	16400	1	5
	15348	1	5
Всього		48	156

Приклад розрахунку.

Автомобіль КаМАЗ-5320, державний номер 36-80. Запланований річний пробіг – 29983 км .

$$N_{\text{ТО-2}} = 29983 / 10000 = 3$$

$$N_{\text{ТО-1}} = 29983 / 2500 - 3 = 9$$

Таким чином, річна програма ТО пункту по ТО-2 – 0,3 , по ТО-1 – 0,82 . Для складання добової програми ТО потрібно річну програму поділити на кількість робочих днів за рік (300 днів). Тоді добова програма по ТО-2. Це значить, що пункт ТО і діагностики буде проводитися в напружену пору року (влітку) ТО-2 автомобілів і взимку ТО-1.

Розподіл трудоемності робіт по видах обслуговування. Річна програма обслуговування. Розрахунок чисельності працюючих

Орієнтовну трудомісткість робіт по ТО і ПР автомобільного парку визначимо таким чином:

Трудомісткість ТО-1 і ТО-2, люд/г

$$\text{ТО-1} = N_{\text{ТО-1}} \cdot t_{\text{ТО-1}} \quad (3.14)$$

$$\text{ТО-2} = N_{\text{ТО-2}} \cdot t_{\text{ТО-2}} \quad (3.15)$$

де $N_{\text{ТО-1}}, N_{\text{ТО-2}}$ - кількість ТО-1, ТО-2 за рік (таблиця 3.10.)

$t_{\text{ТО-1}}, t_{\text{ТО-2}}$ –трудомісткість одного ТО (таблиця 3.4.)

Приклад розрахунку.

Автомобіль КаМАЗ-5320, державний номер 36-80

$$\text{ТО-1} = 9 \cdot 6,1 = 54,9 \text{ люд.-год.}$$

$$\text{ТО-2} = 9 \cdot 29 = 187 \text{ люд.-год.}$$

Трудомісткість по ПР планується в розрахунку на 1000 км пробігу і визначається по формулі

$$T_{\text{тр}} = L_{\text{пт}} \cdot t_{\text{тр}} / 1000 \quad (3.16)$$

де $L_{\text{пт}}$ – запланований річний пробіг, км (таблиця 3.5.)

$t_{\text{тр}}$ –трудоемність ПР одного автомобіля на 1000 км пробігу

Приклад розрахунку.

Автомобіль КаМАЗ-5320, державний номер 36-80

$$T_{\text{тр}}=29983 \cdot 8,4/1000=251,8 \text{ люд.-год.}$$

Так само розраховується і для інших автомобілів і дані розрахунків заносяться в таблицю 3.11.

Таблиця 3.11 - Річна трудомісткість проведення ТО і ПР автомобілів на 2021 рік

Марка автомобіля	Кількість ТО-2	Загальна трудомісткість ТО-2, люд.-год.	Кількість ТО-1	Загальна трудомісткість, люд.-год.	
				ТО-1	ТР
1	2	3	4	5	6
КаМАЗ-5320	3	87	9	54,9	251,8
	3	87	9	54,9	251,8
ГАЗ-52	1	15,9	5	26	99,5
	2	33,8	4	20,8	107,4
	1	16,9	5	26	103,7
	2	33,8	4	20,8	107,2
	2	33,8	7	36,4	152,6
	2	33,8	6	31,2	147,7
	2	33,8	6	31,2	137,2
	1	15,9	5	26	103,7
	1	33,8	6	31,2	147,7
ГАЗ-53А	2	39	4	20,8	92,76
	2	39	4	20,8	91,8
	1	19,5	4	20,8	89,3
	1	19,5	5	26	90
	2	39	5	26	90,6
	2	39	4	20,8	92,1
ЗІЛ-555	2	39	5	29,5	123
	2	39	5	29,5	135
ЗІЛ-15402	2	39	5	29,5	135
КаМАЗ-ЗСКФ-15	3	87	9	54,9	251,8

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4	5	6
ГАЗ-53Б	2	41,6	4	26	105,3
	2	41,6	4	26	104,7
	2	41,6	5	32,5	108
	2	41,6	5	32,5	108
	2	41,6	5	32,5	107
	2	41,6	5	32,5	112
САЗ-3507	2	38	5	29,5	114
САЗ-3507	2	38	5	29,5	124
	2	38	5	29,5	122
САЗ-3503	2	38	5	23,6	121
	2	38	5	23,6	126
ЗІЛ-554	2	44,2	5	36	132
	2	44,2	5	36	130
ГАЗ-24	2	25,2	6	27,6	67
	2	25,2	6	27,6	67
УАЗ-452	2	28,6	5	19,5	65
УАЗ-31512	2	39	5	26	67
ВАЗ-2106	2	39	6	31,2	83
УАЗ-374	2	39	5	26	67
Автобус КАВз-8271	2	78	5	58,5	134
Молоковоз ГАЗ-53А	2	39	5	26	106,9
технічна ГАЗ-52	2	33,8	5	26	128,5
Паливовоз ГАЗ-53А	2	39	5	26	104
Пожежна ГАЗ-53А	2	39	5	26	104
Автокран ГАЗ-53А	1	19,5	4	23,6	91
Всього	98	1838,4	246	1436,1	5524,56

Річна програма ПТО по трудоемності складає:

для проведення ТО-2 – 1838,4 люд.-год.

ТО-1 – 1436,1 люд.-год.

ТР - 5524,56 люд.-год.

Розрахунок кількості працівників

На основі сумарної трудоемкості усіх робіт визначається необхідна кількість працівників.

Кількість працівників, які потрібні для виконання То і ПР автомобілів визначається за формулою:

$$P_p = T_p / \Phi_n \quad (3.17)$$

де P_o – кількість працівників;

T_r – річна трудоемкість, люд.-год;

Φ_n – річний фонд робочого часу, год.

$$\Phi_n = (d_p - d_{\text{відп}}) \cdot \tau \cdot \eta, \quad (3.18)$$

де d_p - кількість робочих днів за рік;

$d_{\text{відп}}$ - кількість відпускних днів за рік, 18 днів;

η - коефіцієнт, який враховується при втраті робочого часу з поважних причин, $\eta=0,94$;

τ – тривалість зміни, год, $\tau = 8$ год.

$$\Phi_n = (300 - 18) \cdot 8 \cdot 0,94 = 2120 \text{ год}$$

Кількість працівників для проведення ТО-1

$$P_{p, \text{ТО-1}} = 2597 / 2120 = 1 \text{ чол.}$$

Кількість працівників для проведення ТО-2

$$P_{p, \text{ТО-2}} = 3384,2 / 2120 = 2 \text{ чол.}$$

Кількість працівників для проведення ТР

$$P_{p, \text{ТР}} = 9749,5 / 2120 = 5 \text{ чол.}$$

Всього для проведення ТО і ПР автомобілів потрібно 8 працівників. Якщо врахувати, що на ТО в ПТО може одночасно знаходитись 4 автомобілі, то для ТО і ПР автомобілів потрібно 4 штатних працівника.

Робота по ТО і ремонту організована по методу спеціалізованих бригад.

Склад бригади для проведення ТО і ТР:

Слюсар – бригадир (моторист) – 4 розряд

Слюсар – електрик-карбюратор – 3 розряд

Слюсар – жерстяник-вулканізатор – 4 розряд

Слюсар з обслуговування ходової частини – 3 розряд

Склад бригади з діагностики автомобілів:

Майстер-діагностик – 3 розряд

Слюсар-діагност – 4 розряд

Застосування спеціальної форми проведення ТО і ПР дозволить скоротити час знаходження автомобілів на ремонті і збільшити час перебування автомобілів на лінії. А це відповідно підвищить продуктивність одного автомобіля і зменшить затрати коштів.

Витрати коштів для проведення ТО і ПР можна визначити за формулою:

$$Z_{п} = T \cdot K_{пер}, \quad (3.19)$$

де T- трудоємкість, T=8799,06 люд.-год.

K – витрати коштів на проведення ТО і ПР однієї люд/год,

K=5,6.

$$Z_{п} = 8799,06 \cdot 5,6 = 49274,4$$

Бригада для проведення ПР умовно поділяється на дві бригади:

Одна з них працює на ПТО і проводить простий, нескладний ТР,

Друга працює в ЦРМ і ремонтує складні вузли і агрегати.

Поділ на бригади і підбригади, а також на лінії проведення ТО-1 і ТО-2 – умовний.

У кожному конкретному випадку майстер-наладчик слідкує за рівномірним навантаженням усіх працівників.

Підбір устаткування для пункту ТО

Пункт технічного обслуговування і діагностики автомобілів повинен бути оснащений постовою оглядовою ямою. Вона призначена для проведен-

ня ТО-1 та ТО-2. Перший пост ПТО служить для регулювальних робіт, а другий пост для змазочно-заправних робіт. Устаткування пункту технічного обслуговування зводиться в таблицю 3.12 .

Таблиця 3.12 – Устаткування для проведення ТО і ПР

Найменування	Кількість	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²
1. Система вентиляції	1	-	-
2. Яма оглядова	1	900×9000	8,10
3. Верстак слюсарний ОРГ-5365	1	1360×950	1,29
4. Стелаж ОРГ-1468-05-320А	1	1400×500	0,70
5. Ванна мийна пересувна ОМ-1316	1	1250×620	0,78
6. Установка для збору оливи С-608	1	720×540	0,39
7. Візок гідропідйомний	1	900×700	0,63
8. Верстат свердлильний ИС-12	1	350×350	0,12
9. Установка для заправки оливою С-223-1	1	540×370	0,20
10. Пост для обслуговування систем живлення двигуна НДІ АТ К232	1	650×2000	1,30
11. Пресс гідравлічний 2133 ГОРО	1	400×750	0,30
12. Установка для перевірки рульового управління К-465М	1	720×568	0,41
13. Заточувальний верстат ВЗ-120	1	500×250	0,13
14. Динамометричний стенд КИ 8935	1	1750×1000	1,75
15. Компресор М-155-2 ГОРО	1	1000×1500	1,50
16. Електрогайковерт И-330	1	1100×650	0,72
Люфтомір К402	2	-	-
Лінійка для перевірки сходження коліс К-624	2	1069×33	0,07
Комплект устаткування, інструменту та приладь для ТО автомобілів КИ-28050	2	-	3,00

Висновки по розділу: Завдяки проведеному в попередньому розділі аналізу складних технічних систем розроблено структурну схему розробки режимів технічного обслуговування. Сформульовано загальні принципи розробки режимів технічного обслуговування автомобілів. В розділі розроблено теоретичні засади та методика визначення періодичності технічного обслуговування паралельно включених систем з плавною та дискретною зміною параметрів. Для перевірки результатів математичного моделювання процесу впливу періодичності обслуговування на надійність автомобіля проведено числове моделювання та аналіз отриманих графічних залежностей.

В результаті виконання даної частини роботи було розраховано та запропоновано організацію і технологію покращення стану технічного обслуговування автомобілів господарства. Зокрема, розроблено проект пункту технічного обслуговування господарства. Для нього підібрано базове обладнання, інструменти та устаткування.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативні посилання

Регламентуючими документами є наступні законодавчі акти [17]:

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Кодекс законів про працю України
3. Закон України «Про пожежну безпеку».
4. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»
5. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.003-74 (1999) ССБТ «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
6. Міждержавний стандарт ГОСТ 12.0.230-2007 ССБТ. Системи управління охороною праці. Загальні вимоги.
7. Національний стандарт України ДСТУ 4933:2008. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять (чинний від 2008-07-01). - К.: Держспоживстандарт України, 2008. - 18 с.
8. Кодекс законів про працю України.
9. ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».
10. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку
11. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

4.2 Організація роботи з охорони праці

Для підвищення організації праці та підвищення її продуктивності, економії палива, ремонтних та консервуючих матеріалів, електроенергії, всі працівники машинних дворів повинні мати технічний мінімум знань про техніч-

не обслуговування техніки з використанням стаціонарного і мобільного обладнання, а також матеріалів для консервування. Люди, що експлуатують обладнання на мобільній базі повинні мати посвідчення тракториста-машиніста. Усі щойно прийняті і направлені на машинний двір працівники проходять вступний інструктаж, який проводить головний інженер-механік. Під час інструктажу працівників знайомлять з основними положеннями й правилами охорони праці. В тому числі, правилами внутрішнього розпорядку: обов'язками по виконанню правил та норм виробничої санітарії, охорони праці; із заходами безпеки при надходженні на машинному дворі й обслуговуванню техніки; з порядком надання долікарської допомоги при отруєнні консервуючи ми матеріалами; ураженні електричним струмом. Інформують про основні причини основного виробничого травматизму та про зобов'язання попередження керівництва про нещасні випадки. Пояснюють порядок видачі, використання і зберігання безкоштовного спецодягу, спецвзуття та індивідуальних засобів захисту [1].

Інструктаж на робочому місці проводить завідуючий або інженер-механік машинного двору. Працівникам видають на руки інструкцію або пам'ятку з техніки безпеки при технічному обслуговуванні машин з використанням спеціального обладнання (агрегатів ТО, заправочних та миючих агрегатів тощо) [18].

Працівник на робочому місці ознайомлюється з правильною організацією праці, йому пояснюються призначення і будова обладнання та обслуговуючих машин, пояснюють вимоги безпечного поведіння з ручними електроприладами, електрообладнанням по очищенню, мийці машин, розігріву та нанесенню захисних змазок тощо. Особливу увагу звертають на правила роботи з консервантами, паливом або мастильними матеріалами, а також, на правильне використання спецодягу та індивідуальних засобів захисту. Працівники машинних дворів повинні знати як слід транспортувати і переносити вантажі й безпечно експлуатувати вантажопідіймальні пристрої. Проведення інструктажу на робочому місці фіксується в журналі реєстрації інструктажу з

техніки безпеки. Журнал зберігається у завідуючого машинним двором. На протязі тижня після інструктажу завідуючий машинним двором спостерігає за робочим і допомагає йому освоїти безпечні прийоми праці, після чого перевіряють його знання.

Періодичний інструктаж проводять головний інженер або під його контролем – перед початком сезонних робіт (з точки зору адміністрації селянських господарств та сільгоспкооперативів), але не пізніше ніж через кожні шість місяців. Періодичний інструктаж проводиться по програмі раніше проведених інструктажів, ввідного та інструктажу на робочому місці.

4.3 Вимоги безпеки при технічному обслуговуванні у стаціонарних і польових умовах

Під час обслуговування машин в ремонтній майстерні цю роботу проводять робітники, що мають відповідну кваліфікацію [1].

Технічне обслуговування слід проводити тільки при непрацюючому двигуні, за виключенням операцій, які потребують його роботи.

При виконанні операцій по технічному обслуговуванню, що потребують роботи двигуна машини, вихлопна труба повинна бути приєднана до витяжних пристроїв, а при їх відсутності, вжити заходів по видаленню за межі приміщення відпрацьованих газів [17].

Для проведення технічного обслуговування тракторних агрегатів в польових умовах, повинна бути виділена автопересувна майстерня або обладнана необхідним інструментом та пристроями спеціальна автомашина.

Інструмент та пристрої для технічного обслуговування машин повинні бути справними, відповідати вимогам розділу Правил “Організація робочих місць, інструмент, обладнання та пристрої” і забезпечувати безпеку виконання робіт.

Особи, відповідальні за техніку безпеки при технічному обслуговуванні, зобов’язані [18]:

- не допускати обслуговування тракторів, комбайнів та самохідних машин, що рухаються;
- забороняється буксировка;
- якщо фактична маса буксуемого транспортного засобу з несправною гальмівною системою (або за її відсутності) перевищує половину фактичної маси транспортного засобу, що буксирує;
- під час ожеледиці;
- на крутих схилах на гнучкій зчіпці;
- якщо загальна довжина зчеплених транспортних засобів перевищує 22 м;
- слідкувати за справним станом рухомих засобів технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами безпеки запобіжними пристроями і засобами індивідуального захисту, які забезпечують на відповідній ділянці роботи безпечні умови праці;
- визначати безпечні маршрути руху засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Технічне обслуговування машин в польових умовах проводиться в світлий час доби. Допускається проведення технічного обслуговування в нічний час при умові достатнього штучного освітлення. В цьому випадку роботи виконуються не менше ніж двома працівниками [1].

Всі операції технічного обслуговування, за виключенням операцій, які обумовлені інструкціями з експлуатації заводів-виробників, виконуються при зупиненні машин, непрацюючому двигуні і виключеному валу відбору потужності.

При технічному обслуговуванні навісні машини і знаряддя встановлюють у загальмованому положенні і блокують заскочкою.

Агрегат технічного обслуговування загальмовують, заземлюють і розміщують на горизонтальному майданчику в найбільш зручному по відношенні до машини положенні.

Перед виконання операцій технічного обслуговування вузли та агрегати очищують від рослинних залишків і забруднень.

При чищенні машин стиснутим повітрям слід користуватися захисними окулярами і респіраторами, а струмінь повітря направляють від себе.

4.4 Вимоги безпеки до застосування засобів захисту

Спецодяг та спецвзуття видають працівникам згідно з інструкцією про порядок видачі, зберігання й використання спецодягу, спецвзуття, попереджувальних пристроїв [1].

Працівники й майстри-наладчики, зайняті на роботах по технічному обслуговуванню машин при зберіганні, отримують бавовняно-паперовий костюм (на 12 місяців) і рукавиці комбіновані (на 2 місяці). Для зовнішніх робіт взимку отримують ватні куртки та брюки.

Робітники, які працюють на автомобільних агрегатах технічного обслуговування в додаток отримують фартух і гумові рукавиці, захисні окуляри, а також респіратор і фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри, а також респіратор і фартух клієнчастий.

Місця праці персоналу обладнують пристроями з питною водою, вмивальниками, душем, персонал забезпечують милом, рушниками, аптечкою першої допомоги.

Працівникам зайнятим ремонтом сільськогосподарських машин з використанням електрогазоварки видають брезентові рукавиці, захисні окуляри, щитки, гумові килимки, костюм зварювальника, а змінюючим змазки, мастила та працюючим з консервуючи ми матеріалами – фартух, гумові рукавиці, захисні окуляри та респіратори [18].

4.5 Вимоги до персоналу, що бере участь у виробничому процесі

При допуску працівників до різних видів робіт необхідно керуватися ДНАОП 0.03-8.06-94 [1].

Право на керування транспортними засобами надається особам, які мають посвідчення, видане відповідним органом.

До керування підйомно-транспортним обладнанням допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право керування цим обладнанням, пройшли медичний огляд і навчання з безпеки праці

Особи, які обслуговують електроустановки, повинні знати вимоги ДНАОП 0.00-1.21-98 відповідно до посади, яку вони займають, або до професії і мати відповідне посвідчення [18].

Працівники, які працюють з електроінструментом (не електротехнічний персонал), допускаються до роботи після проходження первинного інструктажу з електробезпеки під час роботи на даній електроустановці з оформленням у журналі реєстрації з питань охорони праці. Інструктаж проводить особа, відповідальна за електрогосподарство, або, за її письмовим розпорядженням, - особа зі складу електротехнічних працівників із групою не нижче III. Після перевірки знань і запису в журналі реєстрації цим особам присвоюється I група з електробезпеки (без видачі посвідчення).

При виявленні у працівників ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров'я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів власник, на підставі медичних показань, повинен перевести їх на іншу роботу у встановленому порядку.

Кожний нещасний випадок, а також кожне порушення правил безпеки праці ретельно розслідується, виявляються причини його виникнення, відповідальні особи і вживаються відповідні заходи щодо запобігання нещасним випадкам. Розслідування проводиться за вимогами ДНАОП 0.00-4.03-98.

Власник, відповідно до законодавства України, організовує проведення попередніх (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників.

Медичні огляди проводяться відповідно до вимог ДНАОП 0.03-4.02-94 та наказу від 02.02.96 р. Міністерства охорони здоров'я України, Міністерства соціального захисту населення України, Міністерства праці України

№23/36/9 “Про затвердження списку професійних захворювань та інструкції щодо його застосування”.

Відповідно до вимог ДНАОП 0.00-4.12-99 всі працівники підприємств, включаючи власників, повинні проходити навчання, інструктаж, перевірку знань правил, норм та інструкцій з питань охорони праці в порядку й у строки, які встановлені для певних видів робіт, професій та посад.

Усі працівники при прийнятті на роботу й у процесі роботи проходять інструктаж (навчання) з питань охорони праці, з подання першої медичної допомоги потерпілим під час нещасних випадків, з правил поведінки при виникненні аварій згідно з вимогами Типового положення про навчання з питань охорони праці, що діє на підприємстві.

Усі працівники підприємства мають проходити спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки згідно з вимогами Типового положення про спеціальне навчання, інструктажі та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України (НАПБ Б.02.005-94). [1]

Особи, які не пройшли навчання й перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

Згідно з вимогами ДНАОП 0.00-8.02-93 до керування об'єктами з підвищеною небезпекою допускаються особи, яким виповнилося 18 років і які мають право керування машинами відповідних категорій. При видачі посвідчення в ньому вказується дата, з якої власник посвідчення має право працювати на машинах.

Працівники, які виконують роботи з підвищеною небезпекою, а також роботи, де є потреба у професійному підборі, проходять попереднє спеціальне навчання й перевірку знань з питань охорони праці та пожежної безпеки, а також щорічну перевірку знань з питань охорони праці.

4.6 Забезпечення пожежної безпеки

Пожежна безпека під час технічного обслуговування машин і обладнання сільськогосподарського виробництва повинна відповідати вимогам Закону України „Про пожежну безпеку”, ДНАОП 0.01-1.01-95 та іншим нормативним актам пожежної безпеки [17].

Відповідно до Закону України „Про пожежну безпеку” забезпечення пожежної безпеки підприємств покладається на їхніх власників і уповноважених ними осіб, якщо інше не передбачено відповідним договором.

Для забезпечення пожежної безпеки при проведенні технічного обслуговування автомобілів повинні бути розроблені відповідні інструкції, в яких встановлюється такий протипожежний режим [1]:

- місце паління, використання відкритого вогню, побутових нагрівальних приладів;
- порядок проведення тимчасових пожежобезпечних робіт (в тому числі, зварювальних);
- правила проїзду і стоянки транспортних засобів;
- порядок відключення від мережі електрообладнання у випадках пожежі;
- порядок огляду і закриття приміщень після закінчення робіт в ПТО;
- порядок проходження безпосередніми керівниками робіт навчання і перевірки знань з питань пожежної безпеки, а також, проведення з робітниками протипожежних інструктажів і занять по пожежно-технічному мінімуму з призначенням відповідальних за їх проведення;
 - для робітників під час виявлення пожежі;
 - порядок збору членів добровільної пожежної дружини і відповідних осіб у випадках виникнення пожежі.

В ПТО на видному місці розташовують основні положення правил пожежної безпеки, які повинні виконувати працюючі, а також, таблички, де вказані прізвища відповідальних за пожежну безпеку, номер телефону пожежної команди і план евакуації робітників на випадок пожежі.

Відповідальний за пожежну безпеку повинен слідкувати щоб через шляхи, проїзди, під'їзди шляхи до вододжерел і місць розташування пожежного інвентарю і обладнання повинні бути вільними для руху, а пожежна сигналізація повинна бути доступною.

4.7 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при проведенні технічних обслуговувань.

Небезпечна дія - це така дія оператора (працюючого), яка суперечить (не відповідає) науково обґрунтованим нормам професійної поведінки при виконанні конкретного виробничого завдання. Вона виникає внаслідок порушення регламентованого режиму роботи обладнання, нормативних вимог охорони праці тощо. Таким чином, внаслідок небезпечних дій працюючий проникає в небезпечну зону, в якій потрапляє в небезпечні обставини [1].

Небезпечні обставини – розпізнаються аналогічно звичайним обставинам, на що вказує та чи інша обставина і на яке запитання відповідає. Небезпечні обставини розкривають дії, стан чи ознаки небезпечного фактора і обстановку, при якій він діяв на людину.

Небезпечні умови можуть визначатися недоліками конструкції машини, технологічного обладнання і процесів, низьким рівнем організації виробництва (неефективністю або відсутністю необхідного контролю, низьким професіональним рівнем працюючих, підготовка їх з охорони праці) недостатньою надійністю виробничого обладнання тощо. Вони відіграють пріоритетну роль у формуванні і виникненні виробничих небезпек, певного стану, за якого виникає реальна загроза травми. Процес виявлення небезпечних умов у деяких випадках може бути досить складним, тому необхідно проводити спеціальні дослідження.

У процесі вивчення небезпечних умов було помічено, що при їх збіганні (поєднанні) з обставинами, у які потрапляє працюючий після допущених небезпечних дій, виникає реальна загроза травмування. Таку загрозу можна

назвати небезпечною ситуацією, що виникає при збіганні умов і обставин.

Небезпечна ситуація може мати конкретніше визначення: “аварійна ситуація”, “травмонебезпечна ситуація”, “критична або катастрофічна ситуація”. Наслідками цих явищ відповідно є: аварія, травма, катастрофа [18].

Оскільки небезпечний фактор ніколи не може діяти на людину без відповідних небезпечних умов, то схему процесу формування та виникнення небезпечних ситуацій можна побудувати лише з випадкових явищ, а це означає, що таку схему можна використовувати для необхідних розрахунків рівня безпеки для конкретних умов виробництва.

Висновки по розділу: У процесі аналізу стану організації робіт з безпеки життєдіяльності в ПТО автомобілів господарства. Виявлено недоліки і їхні причини. На їх підставі запропоновані методи і засоби їхнього усунення. Визначені також можливі аварійні ситуації в ПТО і заходи для їхнього попередження.

Пропоновані в розділі заходи дозволяють поліпшити умови і безпеку праці при технічному обслуговуванні автомобільного парку господарства.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ

5.1 Витрати праці

Витрати праці на проведення ТО і ремонту автомобілів при варіанті, що проектується, складають: $T_0 = 8799,1$ люд.-год. (розділ 2). Існуючі витрати праці при вихідному варіанті на проведення ТО і ремонтів автомобілів складають: $T_c = 11111,0$ люд.-год.

Кількість умовно вивільнених працівників визначається за формулою:

$$n_{\text{вив}} = (T_c - T_0) / \Phi_{\text{вр}} \cdot \tau, \quad (5.1)$$

де $n_{\text{вив}}$ - кількість умовно вивільнених працівників;

$\Phi_{\text{вр}}$ - нормативний річний фонд робочого часу одного працівника;

τ - коефіцієнт використання робочого часу.

$$n_{\text{вив}} = (11111,0 - 8799,1) / 2080 \cdot 0,9 = 1,23$$

Приймаємо одного працівника.

Ступінь зниження витрат праці визначається за формулою:

$$C_{\text{п}} = T_c - T_0 / T_c \cdot 100 \%, \quad (5.2)$$

де $C_{\text{п}}$ - ступінь зниження витрат праці.

$$C_{\text{п}} = 11111 - 8799,1 / 11111 \cdot 100 \% = 20,8 \%$$

5.2 Витрати засобів

Витрати засобів на ТО і ремонт визначаються за формулою:

$$U_{\text{п}} = O + A + P + \Pi_c + \Pi, \quad (5.3)$$

де $U_{\text{п}}$ експлуатаційні витрати на ТО і ремонт по запропонованому проекту, грн;

O - оплата праці обслуговуючого персоналу, грн;

A - амортизаційні відчислення, грн;

P - витрати на запасні частини і ремонт, грн;

$\Pi_{\text{с}}$ - страхові платежі, грн;

Π - інші розходи, грн.

Фонд заробітної плати працівників, які зайняті на ТО і ремонті визначаються за формулою:

$$\Phi_{\text{зп}} = T_{\text{заг}} \cdot C_{\text{г}} \cdot K_{\text{сер}}, \quad (5.4)$$

де $\Phi_{\text{зп}}$ - фонд заробітної плати;

$T_{\text{заг}}$ - загальна трудоємність робіт;

$C_{\text{г}}$ - тарифна ставка працівника, 4,5;

$K_{\text{сер}}$ - середній тарифний коефіцієнт.

$$\Phi_{\text{зп}} = 8799,1 \cdot 4,5 \cdot 1,29 = 51075 \text{ грн.}$$

Повна оплата праці визначається з виразу:

$$O = \Phi_{\text{зп}} + R \cdot \Phi_{\text{зп}}, \quad (5.5)$$

де R – сумарні відрахування.

$$O = 51075 + 0,53 \cdot 51075 = 78144,75 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування визначаються по балансовій вартості засобів механізації використовуваних для ТО і ремонту

$$A = C_{об} \cdot Q_{об} / 100, \quad (5.6)$$

де $C_{об}$ - балансова вартість обладнання, що використовується для ТО і ремонту, $C_{об} = 39223$ грн.

$$A = 39223 \cdot 16 / 100 = 6275 \text{ грн.}$$

Витрати на обладнання, що використовується для ТО і ремонту, визначається за формулою:

$$P = C_{об} \cdot \gamma / 100, \quad (5.7)$$

де γ - норма річних витрат на ТО і ремонт від балансової вартості обладнання.

$$P = 39223 \cdot 0,1 / 100 = 39,2 \text{ грн.}$$

Страхові платежі визначаються за формулою:

$$П_c = C_{об} \cdot Q_{стр} / 100, \quad (5.8)$$

де $Q_{стр}$ – норматив страхових відрахувань.

$$П_c = 39223 \cdot 5,4 / 100 = 2118 \text{ грн.}$$

Інші витрати, в тому числі на ПСМ і допоміжні матеріали

$$П = 0,1 \cdot (O+A+P), \quad (5.9)$$

$$\Pi = 0,1 \cdot (15628,95 + 6275 + 2118) = 2402,1 \text{ грн.}$$

Запроектовані витрати на ТО і ремонт на 1000 км пробігу складають:

$$U_{\text{МВ}} = U_{\text{П}} \cdot 1000 / L_{\text{заг}}, \quad (5.10)$$

де $U_{\text{МВ}}$ - місцеві витрати на ТО і ремонт;

$L_{\text{заг}}$ - річний пробіг всіх автомобілів.

$$U_{\text{МВ}} = 26463,3 \cdot 1000 / 1046543 = 25,2 \text{ грн.}$$

Запроектовані витрати на ТО і ремонт:

$$U_{\text{П}} = 78144,75 + 6275 + 2118 + 39,2 + 2402,1 = 88979 \text{ грн.}$$

Згідно з звітними даними господарства $U_{\text{МВ}} = 37$ грн. Річна економія від знижки витрати палива в запроектованому варіанті

$$\mathcal{E}_{\text{р}}^{\text{ТСМ}} = \Delta Q_{\text{ТСМ}} \cdot C_{\text{к}}, \quad (5.11)$$

де $\mathcal{E}_{\text{р}}^{\text{ТСМ}}$ – річна економія від знижки розходів палива;

Δ - зниження розходу палива в порівнянні з початковим варіантом;

$C_{\text{к}}$ - комплексна вартість 1 т. палива.

$$\mathcal{E}_{\text{р}}^{\text{ТСМ}} = 0,05 \cdot 472 \cdot 19650 = 133340 \text{ грн.}$$

Зниження кількості відмов автомобілів в порівнянні з початковим варіантом

$$N_{\text{від}} = L_{\text{заг}} / 1000 - L_{\text{заг}} / 1300, \quad (5.12)$$

де $N_{\text{від}}$ – кількість відмов автомобіля;

$$N_{\text{від}} = 1046543 / 1000 - 1046543 / 1300 = 241 \text{ відмов}$$

Ступінь зниження відмов визначається за формулою:

$$C_{\text{від}} = (N_{\text{відп}} - N_{\text{відп}}) / N_{\text{відп}} \cdot 100 \%, \quad (5.13)$$

де $C_{\text{від}}$ - ступінь зниження відмов;

$N_{\text{відп}}$ і $N_{\text{відп}}$ – кількість відмов, відповідно при початковому і запроєктованому варіанті, грн.

$$C_{\text{від}} = (1047 - 805) / 1047 \cdot 100 \% = 23 \%$$

Коефіцієнт технічної готовності (запроєктований)

$$K_{\text{тг}}^{\text{грн}} = \Sigma \text{МД}_{\text{грн}} / \Sigma \text{МД}_{\text{грн.}}, \quad (5.14)$$

де $\Sigma \text{МД}_{\text{грн}}$ – кількість машино-днів перебування автомобілів у справному стані, маш/дн.;

$\Sigma \text{МД}_{\text{грн.}}$ – кількість інвентарних машино/днів, маш.дн.;

$$\Sigma \text{МД}_{\text{грн}} = \Sigma \text{МД}_{\text{грн.}} - \Sigma \text{МД}_{\text{р}}, \quad (5.15)$$

де $\Sigma \text{МД}_{\text{р}}$ – кількість машино-днів знаходження автомобіля в ремонті

$$\Sigma \text{МД}_{\text{р}} = \Sigma T_{\text{р}} / T_{\text{зм}} \cdot n, \quad (5.16)$$

де $\Sigma T_{\text{р}}$ – тродоемність ТО і ремонтів автомобілів;

$T_{\text{зм}}$ -тривалість зміни;

n – кількість працівників.

$$\Sigma \text{МД}_p = 8799,1 / 7 \cdot 4 = 314 \text{ машино-днів}$$

$$\Sigma \text{МД}_{\text{грн}} = 13035 - 314 = 12721 \text{ машино-днів}$$

$$K_{\text{гр}}^{\text{грн}} = 12721 / 13035 = 0,97$$

Собівартість 10 ткм в запроєктованому варіанті визначається за формулою:

$$C_{\text{п}} = (100 - d / 100) \cdot C_{\text{с}}, \quad (5.17)$$

де $C_{\text{п}}$ – собівартість 10 ткм в запроєктованому варіанті, грн.;

$C_{\text{с}}$ – собівартість 10 ткм в початковому варіанті, грн.;

d – відсоток зниження собівартості за рахунок зниження заходів по ТО і ремонту в запроєктованому варіанті.

$$C_{\text{п}} = (100 - 5 / 100) \cdot 5,5 = 5,23 \text{ грн.}$$

Річна економія від зниження собівартості 10 ткм визначається за формулою:

$$\text{Э}_p = (C_{\text{с}} - C_{\text{п}}) \cdot Q_{\text{ткм}}, \quad (5.18)$$

де $Q_{\text{ткм}}$ – вантажооборот в запроєктованому варіанті;

$$\text{Э}_p = (5,5 - 5,23) \cdot 252900 = 68283 \text{ грн.}$$

Загальна річна економія засобів визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_p^0 = \mathcal{E}_p + \mathcal{E}_p^{\text{тсм}}, \quad (5.19)$$

де \mathcal{E}_p – загальна річна економія засобів;

$$\mathcal{E}_p = 68283 + 133340 = 201623 \text{ грн}$$

Додаткові капітальні вкладення складають 220320 грн.

Час окупності визначається за формулою:

$$T_{\text{ок}} = K_{\text{п}} / \mathcal{E}_p^0, \quad (5.20)$$

де $K_{\text{п}}$ – додаткові капіталовкладення.

$$T_{\text{ок}} = 220320 / 201623 = 1,09 \text{ років}$$

Річний економічний ефект дорівнює

$$\mathcal{E}_{p.\text{еф}} = \mathcal{E}_p - E_n \cdot K, \quad (5.21)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_n = 0,12$.

$$\mathcal{E}_{p.\text{еф}} = 201623 - 220320 \cdot 0,12 = 175184,6 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 – Технічно-економічні показники роботи

Показники	Існуючі	ПроеКТовані
1	2	3
Витрати праці, л/год.	11111,0	8799,1
Кількість вивільнених працівників, грн..	-	1
Ступінь зниження витрат праці, %	-	20,8
Витрати засобів, грн.	-	88979

Продовження таблиці 5.1

1	2	3
Місцеві витрати на ТО і ремонт на 1000 км, грн..	37	
Коефіцієнт технічної готовності	0,82	0,97
Собівартість 10 ткм, грн.	5,5	5,23
Інвестиційні вкладення, грн.	-	220320
Термін окупності, років	-	1,09
Річна економія засобів, грн.	-	201623
Річний економічний ефект, грн.	-	175184,6

Висновки до розділу: Економічна ефективність застосування запропонованого методу визначення періодичності обслуговування з метою збільшення кінцевого ресурсу залежить перш за все від ефекту, який досягається за рахунок скорочення витрат на ліквідацію наслідків відмов, оперативності і достовірності отриманої інформації по результатах випробувань.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз технічного стану автомобілів господарства показав недосконалість існуючої системи технічного обслуговування та, як наслідок, зниження надійності певних вузлів та агрегатів. Для вирішення цього питання було визначено основні причини зменшення надійності деталей автомобілів в умовах господарства. Проведений аналіз вищенаведених даних показав, що дані проблеми можна вирішити шляхом корегування періодичності існуючої системи ТО автомобілів господарства для чого потрібно розробити методику аналізу надійності складних систем.

Завдяки проведеному в попередньому розділі аналізу складних технічних систем розроблено структурну схему розробки режимів технічного обслуговування. Сформульовано загальні принципи розробки режимів технічного обслуговування автомобілів. В розділі розроблено теоретичні засади та методику визначення періодичності технічного обслуговування паралельно включених систем з плавною та дискретною зміною параметрів. Для перевірки результатів математичного моделювання процесу впливу періодичності обслуговування на надійність автомобіля проведено числове моделювання та аналіз отриманих графічних залежностей.

Сучасне технічне обслуговування, застосування запропонованих дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності з 0,82 до 0,97. В той же час, діагностика різних марок автомобілів, як легкових, так і вантажних, дасть можливість значно знизити кількість відмов.

Розроблено та обґрунтовано заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при технічній експлуатації автомобілів господарства.

В останньому розділі дипломної роботи були розраховані технічно-економічні показники впровадження запропонованих рішень. З розрахунків видно, що запропоновані заходи дають можливість зменшити вартість підтримання автопарку у працездатному стані за рахунок визначення оптимальної періодичності ТО.

Річний економічний ефект складає 175184,6 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутко Д.А. Організація навчання з питань охорони праці працівників АПК: Навчальний посібник. / Д.А. Бутко. – Сімферополь: Бізнес-Інформ, 2000. – 264 с.
2. Михилов В.Н. Охрана труда в сельском хозяйстве: Справочник /Сост. В.Н. Михилов и др.) – М.: Агропромиздат, 1998. – 285 с.
3. Кувачов В.П. Вибір та обґрунтування транспортних агрегатів для перевезення вантажів у визначений термін. Методичні рекомендації з дисципліни “Транспортний процес в АПК” / В.П. Кувачов. ТДАТУ. – Мелітополь, 2016, 32 с.
4. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві./ За ред. проф. В.Ю. Ільченка і доц. Ю.П. Нагірного.- К.: Урожай, 1996.- 382 с.
5. Зангиев А. А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка./ А. А. Зангиев, А.Н. Скороходов — М: Колос, 2006. — 320 с
6. Зангиев А.А. Практикум по эксплуатации машинно-тракторного парка / А.А. Зангиев.-М.: Колос, 2006.-320 с.
7. Мельник І.І. Інженерний менеджмент. / І.І. Мельник, І.Г. Гривоненко. - Вінниця , 2004. - 410с.
8. Система технического обслуживания сельскохозяйственных машин по результатам диагностирования. – М.: Информагротех, 1995. – 64 с.
9. Дунаев А.П. Организация диагностирования при обслуживании автомобилей. / А.П. Дунаев. – М.: Транспорт, 1987. – 207 с.
10. Ключев В.В. Технические средства диагностирования. Справочник /В.В. Ключев, П.П. Пархоменко, В.Е. Абрамчук и др./ Под общ. ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с.
11. Гуков Я.С Концепція перспективного розвитку технічного сервісу АПК України / Я.С. Гуков, М.В. Молодик, А.М., Моргун Л.І. Шаповал, В.К. Чумак, Б.Г. Харсенко: ННЦ «ІМЕСГ», 2009. – 59 с.

12. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. / В.И. Бельских. – М.: Колос, 1980. – 575 с.
13. Бельских В.И. Справочник по техническому обслуживанию и диагностированию тракторов. / В.И. Бельских. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 399 с.
14. Сельцер А.А. Обнаружение и устранение неисправностей тракторов: справочник. / А.А. Сельцер. – М.: Агропромиздат, 1987. – 271 с.
15. Комплексная система технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве. – М.: ГОСНИТИ, 1985. – 143 с.
16. Балабин И.В. Испытание автомобилей. / И.В. Балабин и др.. - М.: Машиностроение, 1988. - 200с.
17. Рогач Ю.П. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях/ Ю.П. Рогач С.І. Малюта М.В. Зоря та ін.. Методичні рекомендації. ТДАТУ: Мелітополь, 2009. – 19с.
18. Рекомендації щодо побудови системи управління охороною праці на виробництві. Затв. наказом МНС України № 398 від 27.06.2006 р.
19. Методика розрахунку економічної ефективності в дипломних проектах по кафедрі „Машиновикористання в землеробстві”. Для студентів навчання механіко-технологічного факультету за фахом 6.100102 – Мелітополь, ТДАТУ, 2011 – 35 с.