

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «**Підвищення ефективності експлуатації автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницька птахофабрика" місто Ладжин шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах**»



Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-19м
спеціальності
274 – Автомобільний транспорт
Омельченко Б.О.

Керівник: д.т.н., професор каф. АТМ
Кашканов А.А.

Рецензент: д.т.н., професор
Савуляк В.І.

Вінниця – 2020 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ВІННИЦЬКА ПТАХОФАБРИКА» МІСТО ЛАДИЖИН	7
1.1 Методичні аспекти оцінювання якості функціонування автомобільного парку автотранспортних підприємств	7
1.2 Методичне забезпечення керуванням надійністю автотранспортних засобів в умовах експлуатації	12
1.3 Методи розрахунку потреби в запасних частинах	16
1.4 Аналіз діяльності базового підприємства по дослідженню шляхів вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах	28
Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження	40
РОЗДІЛ 2. ФОРМУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ	41
2.1 Математичні моделі прогнозування потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів	41
2.2 Вплив зовнішніх умов на зміну потреби в запасних частинах	57
2.3 Новий підхід в оціненні потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів	63
2.4 Результати експериментальних досліджень	73
Висновки до розділу 2	91
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ	92
3.1 Методика прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів автотранспортних засобів	92

3.2 Розробка структури інтернет-служби забезпечення запасними частинами для автотранспортних засобів	95
3.3 Керування потребою в запасних частинах	98
3.4 Розрахунок техніко-економічної ефективності виконаних досліджень	106
Висновки до розділу 3	111
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	112
4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи	112
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	115
4.3 Пожежна безпека	121
Висновки до розділу 4	122
ВИСНОВКИ	123
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	125
ДОДАТОК А	130

ВСТУП

Актуальність теми. Удосконалення системи технічного обслуговування та ремонту автомобілів повинно бути спрямоване на врахування індивідуальних особливостей окремо взятого автомобіля та принципу максимізації ресурсовіддачі кожного автомобіля. Закордонний та вітчизняний досвід показує, що ці процеси напряду пов'язані із впровадженням нових технологій, які базуються на активному інформаційному обміні. Удосконалення програмних продуктів та апаратних засобів і технологій сприяє виникненню та формуванню в системах обслуговування та ремонту автомобілів таких напрямків як логістика, електронний обмін даними, віртуальне обслуговування постачання запасними частинами тощо.

Важливу роль в організації ефективної роботи автомобільного транспорту відіграє своєчасне забезпечення запасними частинами. Безперервне постачання запасними частинами можна забезпечити при чітко організованій системі планування, виробництва і розподілу. Ця проблема потребує вирішення таких завдань: планування потреби в запасних частинах; формування плану виробництва запасних частин; організація системи постачання; управління запасними частинами і організація складського господарства. Діючі в даний час методичні матеріали з планування потреби в запасних частинах використовують нормативний метод розрахунку. Його застосування ускладнене тим, що норми витрат запасних частин не відображають дійсної потреби в них, оскільки не враховують повною мірою зовнішні умови експлуатації (навантажувальний та швидкісний режим, дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні умови), а також технологічні та експлуатаційні фактори (якість експлуатаційних матеріалів, складання, виготовлення, обслуговування, ремонту тощо). Сказане вище підтверджує, що діючі методики ігнорують облік багатьох факторів, що впливають на витрату і формування потреби в запасних частинах для автотранспортної техніки.

Підвищення точності та обґрунтованості розрахунків потреби в запасних частинах мають особливе значення, оскільки зумовлюють необхідність вдосконалення методів прогнозування та нормування витрат запасних частин. У зв'язку з цим робота актуальна.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року» № 430-р. від 30.05.2018 р. та розпорядження Кабінету Міністрів України від 21 жовтня 2020 р. № 1360-р «Про схвалення Стратегії підвищення рівня безпеки дорожнього руху в Україні на період до 2024 року». Дослідження є складовою частиною основної наукової тематики кафедри АТМ ВНТУ.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності експлуатації автомобілів шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах.

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання:

- дослідити зміну потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів в залежності від конструктивних та експлуатаційних факторів;
- теоретично обґрунтувати методичні підходи щодо кількісного оцінювання зміни номенклатури та кількості запасних частин з урахуванням транспортної роботи та технічного стану окремо взятого автомобіля;
- розробити методiku прогнозування потреби в запасних частинах, яка враховує індивідуальні умови експлуатації, технічний стан, ступінь зносу та транспортну роботу певного автомобіля.

Об'єкт дослідження – прогнозування надійності окремих вузлів автотранспортних засобів в різних умовах експлуатації.

Предмет дослідження – методи прогнозування потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів в умовах експлуатації.

Методи досліджень. Дослідження базується на використанні методів системного аналізу, математичного моделювання та статистики.

Наукова новизна одержаних результатів.

Отримали подальший розвиток методи оцінення потреби в запасних частинах на основі аналізу змін у витраті палива та технічному стані автомобіля, що мінімізує попит на запасні частини та дозволяє підвищити ефективність експлуатації автомобілів.

Практична значимість отриманих результатів.

Створено методуку нормування та прогнозування потреби в запасних частинах, що передбачає диференціювання витрат запасних частин в залежності від дорожніх, транспортних і атмосферно-кліматичних умов, а також враховує культуру експлуатації та індивідуальні особливості конкретного автомобіля. Розроблені методи дозволяють значно підвищити використання ресурсу автомобілів та отримати високий економічний ефект при експлуатації та ремонті.

Достовірність теоретичних положень магістерської роботи засвідчує строгість постановки задач наукового дослідження та коректність використання математичних методів, пунктуальне визначення аналітичних співвідношень та порівняння отриманих результатів з відомими, збіжність експериментальних даних та результатів моделювання.

Апробація результатів роботи. Результати роботи доповідались та обговорювались на XIII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (присвяченій сторіччю Державного університету «Житомирська політехніка»), м. Житомир, 26-28 жовтня 2020 року.

Публікації. Деякі положення та результати досліджень опубліковані в матеріалах конференції [1].

РОЗДІЛ 1.
ОБҐРУНТУВАННЯ РОЗРОБОК
З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОМОБІЛІВ
ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ
«ВІННИЦЬКА ПТАХОФАБРИКА» МІСТО ЛАДИЖИН

1.1 Методичні аспекти оцінювання якості функціонування автомобільного парку автотранспортних підприємств

Автомобільний транспорт є головною складовою транспортного комплексу України в силу своєї мобільності, універсальності, гнучкості, здатності об'єднати всі види транспорту в єдину мережу. Він виконує важливу роль в розвитку виробничих сил суспільства, задоволенні потреб країни та населення в перевезенні вантажів та пасажирів. Від ефективності та якості наданих послуг на автомобільному транспорті в повній мірі залежить собівартість товарів, продуктивність праці, конкурентоздатність більшості галузей економіки країни.

Основною задачею роботи автомобільного транспорту є повне, своєчасне і якісне задоволення потреб в перевезеннях шляхом використання необхідного технологічного, економічного, інформаційного, правового і ресурсного забезпечення (рис. 1.1) [2-4].

Для оцінювання рівня якості виробничих процесів застосовують кількісні та експертні методи [5]. Кількісні методи є більш об'єктивними, до них відносять: диференціальний, тобто роздільне співставлення показників з базовими; комплексний, що передбачає застосування узагальнених показників одразу до декількох одиничних показників, і змішаний методи. Одним з прямих методів впливу на якість продукції є керування затратами, що були понесені для забезпечення якості.

Вагомими компонентами системи забезпечення якості функціонування автомобільного парку автотранспортних підприємств (АТП) є: компонент

стандартів (еталонної системи показників), компонент аналізу та оцінки діяльності. Взаємозв'язки компонентів забезпечення якості та понятійний апарат вкладаються в таку схему (рис. 1.2).



Рисунок 1.1 – Методи підвищення якості перевезень



Рисунок 1.2 – Схема забезпечення якості функціонування автопарку АТП

Таким чином, в системі забезпечення якості функціонування автомобільного парку АТП можна виділити компонент аналізу і оцінки діяльності та компонент стандартів чи еталонної системи показників [2, 3, 6]. Якщо цей процес аналізувати більш детально, то слід розглянути поняття якості забезпечення роботи АТП у вигляді комплексу декількох показників, а саме:

1. Ефективність – це відношення реально отриманого результату з результатом, який міг би бути отриманий в ідеальних умовах.
2. Економічність – відношення реальних затрат до нормативної вартості.
3. Адекватність – співвідношення між фактичним виконанням і потребою.

При цьому критерій «адекватність» складається з декількох понять:

- 1) науково-технічний рівень використання сучасних знань і технологій в процесі забезпечення роботи АТП; 2) своєчасність – співвідношення між часом надання АТП певної послуги і часом виникнення потреби в цій послугі з часом надання послуги і потреби в ній, якщо б система працювала в ідеальних умовах; 3) достатність – широта охопту питань функціонування автотранспорту АТП, яка достатня для забезпечення якісної та ефективної його роботи.

Кожна властивість може бути оцінена показником якості, що виражена в абсолютних або відносних одиницях. Одиничні показники якості роботи АТП, які характеризують одну властивість, рекомендується визначати не їх фактичними абсолютними значеннями або різницею між еталонним і фактичним значеннями, а відносною величиною, що розраховується за формулами

$$Q_i = \frac{Q_i^f}{Q_i^b} \text{ або } Q_i = \frac{Q_i^b}{Q_i^f}, \quad (1.1)$$

де Q_i – одиничний показник якості, що характеризують i -у властивість;

Q_i^b , Q_i^f – базисне і фактичне значення характеристики i -ї властивості функціонування автомобільного парку АТП.

Аналіз якості можна проводити як за окремими властивостями, так і за групами властивостей та в цілому. Показник якості, який характеризує k -у групу властивостей QG_k слід визначати за формулою

$$QG_k = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \alpha_i \cdot Q_i}, \quad (1.2)$$

де Q_i – показник якості, що характеризує i -у властивість, що включена в k -у групу властивостей;

α_i – вага i -ї властивості в показнику якості, що характеризує k -у групу властивостей;

n – число властивостей в k -й групі.

Загальний показник якості функціонування автомобільного парку АТП можна розрахувати аналогічно:

$$QP = \sqrt[m]{\prod_{k=1}^m \beta_k \cdot QG_k}, \quad (1.3)$$

де QG_k – показник якості, що характеризують k -у групу властивостей забезпечення АТП запасними частинами;

β_k – вага показника якості, що характеризує k -у групу властивостей в загальному показнику;

m – число груп властивостей, по яким оцінюється загальна якість забезпечення АТП запасними частинами.

При прийнятті рішень за концепцією системного аналізу [2] процес напрацювання рішення зводиться до вибору найкращої альтернативи серед сукупності допустимих засобів досягнення поставленої мети. Мета полягає в оптимізації системи за певним критерієм.

В справжніх складних системах в багатьох випадках існує декілька цілей. Ці цілі нерідко є суперечливими. При розробці складних систем, таких, як система забезпечення якості функціонування автомобільного парку АТП, неможливо визначити одну ціль чи встановити жорстку ієрархію цілей. Отже замість жорсткої моделі потрібно застосовувати «м'яку» модель, головна ідея якої полягає в компромісному рішенні в рамках діяльності по досягненню різних цілей, в знаходженні рішень, які в деякій мірі задовольняли б усі потреби. Компромісний підхід виник від розуміння того, що досить часто не хватає інформації для лінійного розподілу рішень і можна лише здійснити груповий розподіл. Потрібно також відмітити, що реалізація компромісного підходу може супроводжуватись виникненням певні труднощів. Особа, яка приймає рішення, не завжди об'єктивно оцінює рівень якості напрацьованого рішення, а тому не завжди обирає найкраще рішення із загальної сукупності можливих рішень. Вибір найкращого варіанта можливий лише тоді, коли була застосована коректна модель та коректний алгоритм вибору.

Постановка задачі оцінення якості функціонування автомобільного парку АТП виглядає так. Нехай задана множина можливих варіантів виконання конкретної функції автопарку АТП X :

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n\}. \quad (1.4)$$

Кожний варіант характеризується множиною параметрів оцінювання якості Y :

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_m\}. \quad (1.5)$$

Нечітке відношення, яке має місце між кожним членом сукупності X і кожним членом сукупності Y , позначене через μ_{ij} або μ_{ij} . Тобто, μ_{ij} відображає

міру відповідності i -го варіанта функціонування автомобільного парку АТП вимогам за j -м параметром ($\mu_{ij} \in [0,1]; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$). Якщо узяти разом всі нечіткі відношення x_i та y_j , то отримаємо матрицю нечітких відношень R розміром nm : $R = \{\mu_{ij} \mid i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m\}$.

Потрібно обрати оптимальний варіант x^* із множини X .

Задачу оцінювання якості варіанту функціонування автомобільного парку АТП можна записати таким чином:

$$x^* = \text{opt}(X, Y, R, M), \quad (1.6)$$

де M – використовувана модель вирішення задачі, обрана особою, яка приймає рішення.

В залежності від використовуваної моделі, результати вирішення задачі (1.6) можуть бути різними при однакових вихідних даних.

1.2 Методичне забезпечення керуванням надійністю автотранспортних засобів в умовах експлуатації

Для забезпечення ефективної роботи транспортних організацій потрібно вдосконалення існуючої системи технічного обслуговування і ремонту, оскільки вона відповідає сучасним вимогам не в повному обсязі: економічності, можливості забезпечення безперебійної роботи, надійності, індивідуальності підходу, точності і деяким іншим, менш значущим. Нова система повинна бути заснована на сучасних логістичних принципах, повинна задовольняти більш високі вимоги до якості виконуваних операцій і забезпечувати безперебійність перевізних процесів. Компоненти, на основі яких повинні формуватися стратегії

управління ТО і ремонтом рухомого складу, утворюють три великі блоки – інформаційний, модельний і розрахунково-технологічний [7, 8].

Перший блок – інформаційний - є спеціалізованою базою даних, яка об'єднує інформацію про характеристики експлуатаційних матеріалів, номенклатуру ремонтно-відновлювальних та профілактичних впливів, деталі, що визначають надійність вузлів і агрегатів. У цій же або пов'язаній з нею базі збирається і узагальнюється в статистичні форми інформація про напрацювання до граничного стану деталей і матеріалів або про параметри, що характеризують зміну їх технічного стану в залежності від пробігу автомобіля.

Другий блок об'єднує моделі розрахунку трьох рівнів - періодичності ТО, напрацювань до проведення попереджувальних ремонтів (супутнього і вузлового) і напрацювань до капітальних ремонтів і списання. Це дозволяє в залежності від наявної інформації вибирати ту чи іншу розрахункову модель. В цілому цей блок можна представити у вигляді бази спеціалізованих додатків для вирішення завдань моделювання ремонтно-профілактичних стратегій.

Третій блок являє собою спеціалізовану базу додатків, що реалізують безпосередні процедури формування ремонтно-профілактичних стратегій. Розрахунки виконуються на основі результатів моделювання шляхом коригувань і узгодження напрацювань з оцінкою фінальних показників для конкретних стратегій. Передбачається можливість реалізації як прямого, так і зворотного алгоритму формування стратегій управління, а також ітераційного пошуку глобально-оптимальної стратегії при достатності інформації [9, 10].

Прогнозування необхідне для управління надійністю автомобілів, їх вузлів, агрегатів. Відомо, що управління надійністю автомобілів є основною проблемою в системі обслуговування і ремонту автомобільного парку. Прогнозування технічного стану автомобіля забезпечує безперервність, точність і наукову обґрунтованість планування, підвищує оперативність і якість прийнятих рішень. Разом з тим, прогнозування буде впливати не тільки на планування, а й на інші функції управління (контроль, регулювання тощо).

Прогнозування потреби в запасних частинах для автомобіля і його агрегатів, безсумнівно, повинно ґрунтуватися на вивченні тенденцій, що спостерігаються в змінах його поточного стану. В теорії технічної діагностики автомобілів це стан представляється сукупністю значень деяких діагностичних параметрів. Таким чином, прогнозування потреби в запасних частинах має ґрунтуватися на прогнозуванні значень ресурсу агрегату по відповідним діагностичним параметрам.

Застосування методів прогнозування в період експлуатації автомобілів вирішує ряд важливих завдань і дозволяє:

- обґрунтувати терміни профілактичних робіт, оскільки визначається час майбутньої відмови об'єкта;
- оптимізувати програму пошуку несправностей в зв'язку з визначенням вузлів, в яких очікується відмова;
- обмежити кількість обслуговуючого персоналу шляхом автоматизації процесу прогнозування і визначення стану автомобіля на деякий майбутній певний період часу;
- визначити кількість запасних частин, обчислюючи число агрегатів, вузлів, в яких очікується відмова на заданому інтервалі експлуатації автомобілів.

Рішення поставлених завдань доцільно здійснювати за допомогою індивідуальних методів прогнозування [7]. Застосовувані методи прогнозування можна розділити на дві групи [11]:

- 1) методи прогнозування, засновані на екстраполяції тенденцій зміни агрегатів (назвемо такі методи прямими);
- 2) методи прогнозування, де в якості вихідного пункту береться не тільки значення окремих параметрів, але також враховується вплив зовнішніх умов на систему в цілому (назвемо такі методи системними).

В даний час найбільш розроблені прямі методи прогнозування. Прогнозування за цим методам засноване на перенесенні зміни технічного стану агрегату, наявного в недалекому минулому, на майбутнє. До них відносяться

різні модифікації методів, що виникли в зв'язку з особливостями експлуатації агрегатів. Крім того, для користування прямими методами потрібна незначна кількість даних про напрацювання і зміну технічного стану агрегатів, вузлів. Ці методи дають більш достовірні результати при малому часу попередження, коли не передбачаються суттєві зміни у зовнішніх умовах роботи вузла, агрегату.

Безперервні зміни діагностичних параметрів об'єкта в функції напрацювання подаються як реалізації. Реалізації апроксимують відповідними рівняннями, що відображають зв'язок параметра з напрацюванням. Користуючись цими рівняннями, екстраполують надійність об'єкта в часі або по пробігу. Подібні динамічні моделі запропоновані багатьма вченими: М.М. Хрущевим, М.М. Таненбаумом, В.В. Єфремовим, І.Б. Тартаковським, Л.Я. Дікерманом, В.М. Міхліним. Однак використовувати такі динамічні моделі для цілей прогнозування залишкового ресурсу деталей і сполучень агрегатів важко, оскільки вони мають багато коефіцієнтів, що змінюються при екстраполяції. Тому в загальному випадку імовірнісний характер зв'язку величини зміни параметра за напрацюванням виражають часто іншими залежностями з меншим числом коефіцієнтів, наприклад, ступеневою функцією [2]. Значення коефіцієнтів можуть бути визначені різними способами, наприклад, графічним, точковим, лінійного програмування, розбиття сукупності рівнянь ряду на групи.

Такі методи прогнозування, як двоальтернативний, параболічного інтерполювання, екстраполяційний, градієнтний, метод Бокса-Вільсона, метод узагальненого параметра по суті є варіантами прямих методів прогнозування [12].

Системні методи дозволяють з відносно високим ступенем надійності розробити прогнози комплексних процесів, на які впливають практично нескінченне число факторів. При прогнозуванні ресурсу автомобілів та їх агрегатів доводиться завжди мати справу з такими складними комплексними системами, агрегатами, в яких переважають інтердепенденції, тобто взаємодіючі залежності. Велике значення системні методи мають в тому, що системний аналіз прогнозованих процесів, зовнішніх умов дозволяє прогностично

опанувати випадковими процесами. Вплив динамічного характеру поведінки систем дозволяє врахувати при постановці прогнозу не тільки зовнішні впливи, а й внутрішні. Ці дії виявляють ряд взаємопов'язаних внутрішніх можливостей, які сприймаються системою в цілому, а окремі елементи цієї системи випадково реалізують ту чи іншу з цих можливостей. Отже, за допомогою системного методу, можливо розробити прогнози, що охоплюють внутрішній і зовнішній розподіл випадковостей. Цей метод призводить до передбачення векторів стану, що оточують розподіл ймовірностей.

Істотний інтерес при системному підході до визначення ресурсу силових агрегатів представляють методи і моделі адаптаційного прогнозування [13, 14]. На жаль, поки ці методи розроблені для прогнозування техніко-економічних показників об'єктів технічного стану радіоелектронних пристроїв.

Недоліком системних методів є те, що ефективність прогнозування залежить від обраного мінімуму інформативних параметрів.

1.3 Методи розрахунку потреби в запасних частинах

Вихідним і головним моментом рішення задачі по забезпеченню запасними частинами є планування потреби в них. У зв'язку з цим і розглянемо існуючі методи визначення потреби в запасних частинах, які можуть бути зведені в кілька груп, розрахункові залежності яких в основі своїй використовують:

- середні значення ресурсів, вузлів, агрегатів [10, 15, 16];
- асимптотичні формули процесів відновлення [8, 17, 18];
- характеристики потоку відмов [19];
- імовірнісний критерій [20, 21];
- економіко-математичний критерій [22];
- фактичні витрати запасних частин за минулий період експлуатації [23];
- швидкість зношування сполучень [24].

Найбільш широке застосування для визначення потреби в запасних частинах отримали методи, які використовують середні значення ресурсів деталей, вузлів, агрегатів транспортних машин. В основу методу покладена формула [25]

$$N = \frac{(L_{cn} - R_n) \cdot 100 \cdot n}{R_{zn} \cdot T_{cn}}, \quad (1.7)$$

де N - норма витрати запасних частин, од/100 автомобілів на рік;

L_{cn} - середній пробіг автомобіля до списання, тис. км.;

R_{zn} - середній ресурс деталі, вузла, агрегату до наступної заміни, км;

T_{cn} - середній строк служби автомобіля до списання, років;

R_n - середній ресурс деталі, вузла до першої заміни, тис. км;

n - число деталей, вузлів, агрегатів даного найменування на автомобілі, од.

Як недолік такого підходу є неможливість оперативно враховувати зміну витрати запасних частин для парку автомобілів у зв'язку зі зміною умов експлуатації, що визначають швидкість зношування деталей, вузлів, агрегатів, а також те, що в основу визначення необхідної кількості запасних частин покладено середній по країні ресурс деталей. При визначенні норм допускається, що число замін постійне в часі і не змінюється в міру збільшення терміну служби автомобіля. Але це не відповідає дійсності. Проведені дослідження [26] показали, що фактична потреба автомобілів в запасних частинах змінюється в залежності від пробігу з початку експлуатації та від умов експлуатації. У формулу (1.7) введені поправочні коефіцієнти, що характеризують конкретні умови і запропонована наступна залежність [26]

$$N_{\phi} = N \cdot K_{\Gamma} \cdot \frac{L_{cn} \cdot K_{ам} - R_{zn} \cdot K_p}{(L_{cn} - R_n) \cdot K_p \cdot K_{ам}}, \quad (1.8)$$

де N_{ϕ} - фактична потреба в запасних частинах, од на 100 автомобілів на рік;

K_{Γ} - поправочний коефіцієнт, що враховує річний пробіг;

$K_{ам}$ - коефіцієнт, , що враховує фактичний пробіг автомобіля за строк його експлуатації;

K_p - коефіцієнт, що враховує строк служби деталей в конкретних умовах.

Коефіцієнт K_p визначається так

$$K_p = K_o \cdot K_{np} \cdot K_{eo} \cdot K_p \cdot K_{кэ}, \quad (1.9)$$

де K_o , K_{np} , K_{eo} , K_p , $K_{кэ}$ - поправочні коефіцієнти, які враховують, відповідно, дорожні умови, ступінь використання автомобілів в якості автомобілів-тягачів, співвідношення в структурі парку між новими автомобілями і тими, що пройшли капітальний ремонт, збільшення довговічності автомобілів, підвищення культури експлуатації парку, природно-кліматичні умови.

Використання коефіцієнта K_p правомірне лише в разі рівності міжремонтного пробігу автомобіля і ресурсу його деталей, але напрацювання до відмов для більшої частини деталей набагато менше міжремонтного пробігу автомобілів. Крім того, прийняті спрощення знижують ефективність застосування даної методики для оперативного вирішення потреби в запасних частинах.

У ряді робіт для розрахунку необхідної кількості запасних частин використовується інтегральне рівняння для загального процесу відновлення [27]:

$$H(t) = F(t) + \int_{\tau}^t H(t-\tau) \cdot q(\tau) d\tau, \quad (1.10)$$

де $H(t)$ – функція загального процесу відновлення за період t ;

$F(t)$ – функція розподілу ресурсу початкового елемента;

$q(\tau)$ – щільність функції розподілу ресурсу запасного елемента.

Рішення даного рівняння утруднено через необхідність отримання апріорної інформації про експлуатаційну надійність деталей, вузлів. У зв'язку з цим ряд

авторів [20, 27] Пропонують використовувати спрощені моделі асимптотичних формул теорії відновлення.

Методи визначення потреби в запасних частинах, які використовують асимптотичні формули процесів відновлення, розроблені в основному для виробів радіоелектронної техніки. Вони базуються на стаціонарних потоках замін, розподілених за законом Пуассона або з використанням процесу відновлення при обмеженому числі замін деталей і часу роботи даної системи, які прагнуть до нескінченності. Це положення не повністю відображає старіння механічних систем, стосовно яких потік замін деталей і вузлів за термін служби в період експлуатації не встигає мобілізуватися, оскільки процес відновлення стає стаціонарним тільки після п'яти і більше замін. Це обмежує застосування методу щодо розрахунку ресурсного фонду в запасних частинах до автомобілів.

Використання параметрів потоку відмов для розрахунку потреб в запасних частинах дає задовільну оцінку, дозволяючи з деяким ступенем оперативності прогнозувати їх витрату для конкретного інтервалу пробігу. Певний інтерес в цьому плані представляють роботи [28, 29], в яких нормування витрат запасних частин пов'язане з використанням розподілу числа відмов на певному пробігу по закону Пуассона:

$$P_m(L) = \sum_{m=0}^{\infty} \frac{(\lambda \cdot L)^m}{m!} \cdot e^{-\lambda L}, \quad (1.11)$$

де $P_m(L)$ - імовірність появи m відмов (замін) деталей на пробігу L ;

λ - інтенсивність відмов, 1/км.

Мають місце застосування моделі потоку відмов відновлені зі змінним параметром [28]. Так, в роботі доводиться, що число запасних частин залежить від групи автомобілів, оскільки є можливість маневрування ЗЧ всередині цієї групи, тобто має місце об'єднаний резерв. І число відмов групи автомобілів не перевищить загального числа ЗЧ з рівняння

$$P\{v(t) \leq n\} = \sum_{s=0}^n \frac{[H(t)]^s}{s!} \cdot e^{-H(t)}, \quad (1.12)$$

де $v(t)$ - число відмов деталей в групі автомобілів за напрацювання t ;

n - необхідне для групи автомобілів число ЗЧ;

$H(t)$ - середнє число відмов групи автомобілів;

s - число відмов деталі в інтервалі напрацювання.

Аналогічна розрахункова залежність раніше була запропонована Б. Гнеденко [30]. У ній витрата пропонується визначати за виразом Муавра-Лапласа при відомих ймовірності відмови деталей і законі розподілу - нормального або експоненціального.

По-перше, насправді розподіл витрат ЗЧ підпорядковується і іншим законам розподілу, наприклад, Вейбулла-Гнеденко, Пуассона. По-друге, припущення того, що ймовірність P відома, правомірне. Однак визначення цієї величини на практиці представляє певні труднощі. По-третє, в запропонованих методиках не враховуються умови експлуатації в явному вигляді.

В цілому розглянуті роботи представляють методологічний інтерес. Запропонований підхід в них використовується при дослідженні надійності автомобілів.

Інтерес представляє розроблена проф. Н.Я. Говорущенко і В.В. Барановим методика прогнозування потреби в ЗЧ [28], яка враховує умови експлуатації та технічне обслуговування автомобілів. Заснована вона на тому, що в сталому експлуатаційному режимі розподіл потоку відмов описується експоненціальним законом. Запропонована залежність має такий вигляд

$$P_{зч} = N \cdot \lambda \cdot l \cdot K_j \cdot \sqrt{N_0 \cdot \lambda \cdot l}, \quad (1.13)$$

де K_j – гамма-процентний квантиль стандартного нормального розподілу;

N_0 – кількість автомобілів;

λ – інтенсивність відмов, 1/км;

l – пробіг автомобіля, тис. км.

Цінність даної методики незаперечна. Але результати вирішення поставлених завдань з урахуванням їх специфічного призначення і прив'язки до одиничного автомобіля не можуть бути використані при визначенні потреби в ЗЧ. Основна причина полягає в тому, що не береться до уваги вплив ряду важливих чинників умов експлуатації: навантажувального і швидкісного режимів роботи, інтенсивності використання автомобілів і ін.

Автором роботи [31] зроблена спроба врахувати в розрахунковій формулі потреби, крім параметрів, що характеризують технічний стан автомобілів, такі фактори, як дорожні і кліматичні умови експлуатації. При цьому очікувану середню витрату ЗЧ даного найменування пропонується визначати як

$$Z_{cp} = K_n \cdot K_v \cdot K_z \cdot \lambda_{\max} \cdot \sum l, \quad (1.14)$$

де K_n , K_v , K_z - коефіцієнти, що враховують, відповідно, дорожні умови, кліматичні умови (вплив пори року) і запас запасних частин;

λ - інтенсивність відмов;

l - середній пробіг всіх автомобілів, тис. км.

Одним з недоліків запропонованої методики є те, що значення коефіцієнта K_n визначено тільки для ґрунтових і асфальтових доріг, тоді як типів дорожніх покриттів значно більше. Крім того, автор всі види асфальтних доріг відносить до одного типу. Насправді ж вони поділяються на кілька класів, що залежать від якості дорожнього покриття. Таке припущення при визначенні величини коефіцієнта K_n може привести до грубих помилок. Адже інтенсивність відмов

на дорогах з різними типами покриттів буде неоднакова, що в свою чергу впливає на точність результатів розрахунку потреби в ЗЧ.

У запропонованій методиці враховуються в певній мірі тільки фактори, що характеризують стан автомобілів. А тим часом на величину витрат запасних частин впливають і такі важливі фактори, як абразивність середовища, навантажувально-швидкісний режим, інтенсивність експлуатації автомобілів і ряд інших.

Таким чином, як показав аналіз, методи визначення потреби в запасних частинах на основі використання параметрів потоку відмов, що базуються на інформації, одержуваної в реальних умовах експлуатації, багато в чому об'єктивно відображають процес їх витрати. Разом з тим, такого роду методи вимагають тривалих випробувань, які можна порівняти за часом з величиною амортизаційного терміну служби автомобіля, що не дає можливість застосовувати їх на етапах проектування і введення в експлуатацію нової моделі автомобіля, а також ускладнює і застосування їх в процесі експлуатації.

На сьогоднішній день відомо чимало таких робіт [8, 29, 32], в яких основні розрахункові формули засновані на використанні положень теорії масового обслуговування, тобто за критерій застосовності приймається теоретико-імовірнісний підхід до визначення потреби в ЗЧ, чим, в основному, і визначається привабливість таких методів для формалізації процесу споживання ЗЧ. Так, наприклад, в роботі [32] очікуване число замін, тобто потрібну кількість ЗЧ - Δ , пропонується визначати за формулою

$$\Delta = N' \cdot \pi \cdot \sum_{x=1}^h P_x \cdot h, \quad (1.15)$$

де N' - кількість автомобілів;

π - пробіг, тис. км;

P_x - емпірична величина імовірності появи відмови в x -м інтервалі пробігу;

h - число інтервалів пробігу.

Тут слід зауважити, що запропонований метод визначення запасу запасних частин для автомобілів аналогічно, як і в роботі [33], застосований для випадку, коли процес виникнення потреби в запасних частинах виходить від об'єкта з послідовною структурою надійності і зі взаємно незалежними частинами, що мають експонентний закон розподілу часу безвідмовної роботи. Кожний відступ від зазначених вище умов, може привести до значного ускладнення розрахунків.

Проф. Е.С Кузнєцов [32], розглядаючи застосування розрахунків кількості ЗЧ, проведених тільки на основі ймовірностей без урахування економічних наслідків (протилежно тому, як це передбачено в роботі [34]), вказує, що отримана в результаті розрахунку середня кількість ЗЧ значно нижча оптимального запасу. Хоча це і забезпечує прибуток, але менший, ніж при оптимальній стратегії, тобто з урахуванням економічного критерію.

Імовірнісні методи розрахунку, представлені в роботі [29], також не враховують економічний критерій. Тут можлива кількість відмов $\Pi(x)$, замін, або ЗЧ визначається через підсумовування ймовірностей відмов $F(x)$. У загальному вигляді це представляє наступне:

$$\Omega(x) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(x) = \sum_{k=1}^{\infty} \Phi\left(\frac{x - k \cdot \eta \cdot \bar{x}_t}{\sigma \cdot k}\right), \quad (1.16)$$

де $\Phi(x)$ - нормована функція для $z = \frac{x - k \cdot \eta \cdot \bar{x}_t}{\sigma \cdot \sqrt{k}}$;

x - пробіг автомобіля, тис. км;

\bar{x}_t - середнє напрацювання до першої відмови, тис. км;

k - число відмов (замін);

η - коефіцієнт відновлення ресурсу;

σ - середнє квадратичне відхилення, тис. км.

Таким чином, використовуючи в деякій мірі значення параметра потоку відмов, можна визначати конкретну витрату деталей за будь-який заданий період і планувати роботу системи постачання. Однак, імовірнісні методи, як стверджує автор роботи [35], в даний час знаходять незначні застосування з огляду на те, що для їх здійснення необхідна велика попередня робота з вивчення відмов і несправностей автомобілів, що виникають через зношування або поломки кожної з численних деталей даного автомобіля.

Широке поширення в області прогнозування потреби в запасних частинах отримали методи економіко-математичного моделювання [36] на основі застосування методів кореляційно-регресійного аналізу. Так, в роботі [37] на основі методів множинної кореляції встановлена залежність між витратою ЗЧ в рублях на один автомобіль і факторами, що впливають на його величину - пробіг з початку експлуатації та кількості автомобілів в парку, що знаходяться на різних циклах експлуатації, тобто до капітального ремонту і після нього. Автор [38] досліджує витрату запасних частин від трудомісткості технічного обслуговування.

В роботі [11] витрата ЗЧ в різних дорожньо-кліматичних умовах досліджувалася через витрату палива, тобто виходячи з припущення, що між витратою палива і ЗЧ існує залежність. Тут також враховувалися і пробіг автомобіля з початку експлуатації, рівень організації ТО і ремонту на АТП, середня періодичність ТО, кваліфікація водіїв тощо.

Аналіз робіт [39, 40] показав, що авторам не вдалося дослідити в повній мірі закономірність витрати ЗЧ від комплексного впливу досліджуваних факторів, хоча і були вивчені в деякій мірі залежності між окремими факторами і величиною витрат на ЗЧ. Крім того, ці роботи були присвячені вивченню потреби для окремих груп автомобілів, а не всього парку АТП.

Загальним недоліком зазначених робіт є і те, що всі вони не враховували таких характеристик умов експлуатації, як навантажувально-швидкісний режим, інтенсивність використання автомобілів, вплив зовнішнього середовища тощо.

Однак методи економіко-математичного моделювання, засновані на використанні кореляційно-регресійного аналізу, в деяких випадках дають непогані результати. При цьому необхідно мати на увазі, що застосування складних методів і моделей, як показали ряд досліджень і практика впровадження в розвинених країнах, часто не дають достатніх результатів. Таким чином, вивчення такого роду методів можливо і доцільно на рівні АТП.

В даний час поряд з нормативними методами прогнозування на основі середньостатистичних даних про ресурс деталей, розглянутих вище, широке застосування мають методи, розрахункові залежності яких засновані на використанні даних за фактичною витратою ЗЧ за попередні періоди експлуатації та коригування цих даних з урахуванням запасів, що знаходяться на складі, а також з урахуванням надходження і списання автомобілів [21, 41 та ін.].

Так, в [42] норма витрати ЗЧ за даними про фактичну кількість замін, виявленому при проведенні спостережень, визначається за формулою

$$N = 100 \cdot \left(\bar{P} + t_{\beta} \cdot \frac{\sqrt{D}}{\sqrt{P^{\theta}}} \right), \quad (1.17)$$

де P^{θ} - загальна кількість обслуговуваних автомобілів;

$\bar{P} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^{n_0} P_j$ - середня кількість замін елементів на одному автомобілі,

виявлена при експлуатації і ремонті;

t_{β} - квантиль розподілу Стюдента для односторонньої довірчої ймовірності;

P_j - кількість замін елементів на j -му автомобілі;

\sqrt{D} - незміщена оцінка середнього квадратичного відхилення.

Як показала практика, на жаль, статистику витрати ЗЧ за весь період амортизації автомобіля далеко не завжди вдається отримати і зберегти і, крім того, не завжди витрати минулих періодів рівні майбутнім. Зокрема, при розгляді

питань забезпечення ЗЧ підприємств необхідно відзначити нереальність отримання статистики за такий тривалий період часу, так як, по-перше, час морального старіння, припустимо, автомобільної техніки становить 6-8 років, а фізичного – 8-10 років. Крім того, потребу перших років, коли механізми тільки почали випускатися, в розрахунки приймати не можна, так як в цей період потреба в запасних частинах надзвичайно мала.

Цим і пояснюється той факт, що для нових моделей автомобілів протягом перших 4 - 6 років експлуатації має місце гострий дефіцит одних деталей і надлишок інших. Крім того, при визначенні норм витрат ЗЧ не враховується характер і причини появи відмов деталей, а встановлюється їх середня витрата, що забезпечує трохи більше половини потреби ЗЧ.

Ці обставини вказують на недосконалість існуючих методів визначення ЗЧ. Разом з тим методи цієї групи представляють методичний інтерес, хоча характеризуються наближеністю розрахунків і великою трудомісткістю отримання вихідних даних.

На сьогоднішній день перспективним напрямком є розробка методів розрахунку потреби ЗЧ, в основу розрахункових залежностей яких покладена закономірність зміни технічного стану автомобіля та його елементів у процесі експлуатації [8, 9, 11].

В роботі [43] пропонується визначити потребу в запасних частинах, заміна яких викликається їх зносом, за даними про інтенсивність зношування по рівнянню

$$m(L) = \frac{L \cdot P_c(k)}{\delta \cdot P_1(k)} \cdot \left\{ 1 + x_\alpha \sqrt{\frac{P_2(k)}{P_1(k)} - \frac{P_1(k)}{P_2(k)}} \right\}, \quad (1.18)$$

де $m(L)$ - потреба в запасних частинах на пробіг L ;

δ - знос деталей до граничного стану;

k - інтенсивність зношування;

x_α - квантиль нормального розподілу;

$P_1(k), P_2(k), P_c(k)$ - інтегральні функції інтенсивного зношування.

В роботі [44] запропоновано математичну модель прогнозування потреби в запасних частинах для зубчастих коліс на основі фізичної закономірності їх відмов та обліку фізично-інформативних характеристик, що показують вплив на витрату запасних частин конструктивних, технологічних і експлуатаційних факторів

$$N = L_{кр} q \gamma \sum_{i=1}^a \beta_i \cdot \sum_{\kappa=1}^m \alpha_{\kappa i} / \bar{L}_{\kappa i} - 1, \quad (1.19)$$

де q – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

γ – коефіцієнт використання пробігу;

β_i – частковий коефіцієнт пробігу в i -их умовах; ($\sum_{i=1}^a \beta_i = 1$, де a – число варіантів дорожніх умов);

$\alpha_{\kappa i}$ – частковий коефіцієнт пробігу на κ -ій передачі в i -их умовах ($\sum_{\kappa=1}^m \alpha_{\kappa i} = 1$,

де m – число передач);

$\bar{L}_{\kappa i}$ – середній ресурс зубчатого колеса κ -ої передачі в i -их умовах експлуатації, км;

$L_{кр}$ – нормативний пробіг автомобіля до капітального ремонту, км.

Як недолік цього методу слід відзначити, що викликає труднощі у визначенні часткового коефіцієнта пробігу на κ -ій передачі в i -их умовах експлуатації.

Позитивною і дуже важливою стороною такого роду розрахункових методів є те, що вони дозволяють отримати більш достовірну оцінку при прогнозуванні, особливо по деталях, які виходять з ладу від поступових відмов, тобто через знос.

Пояснюється це мабуть тим, що в основу методик покладена фізична закономірність виходу з ладу деталей. Такий підхід сприяє створенню моделей, що дозволяють найбільш достовірно прогнозувати потребу в ЗЧ.

Роботи Ф.Н. Авдонькіна, Н.І. Іващенко, В.А. Трікозюка [45, 46] можуть в повній мірі служити базою для подальших розробок методів розрахунку потреби в запасах, близьких до фізичних моделей, оскільки в основі запропонованих авторами розрахункових залежностей лежить вивчення фізичного процесу втрати працездатності деталей.

На закінчення слід відмітити, що зазначені методи мають недолік, загальний для всіх розглянутих вище методів прогнозування – всі вони, як правило, засновані на накопиченні і екстраполяції статистичних даних про ресурс або витрати ЗЧ, або ж про знос в даних умовах експлуатації автомобіля конкретної моделі, деталі якого виготовлені за певною технологією. Якщо ж змінюються або умови експлуатації, або конструкція, технологія виготовлення, то з метою визначення потреби в ЗЧ необхідні нові значні обсяги випробувань, які тягнуть за собою фінансові та трудові витрати.

1.4 Аналіз діяльності базового підприємства по дослідженню шляхів вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах

«Вінницька птахофабрика» за формою власності є приватним підприємством, заснованим на власності фізичної особи. Підприємство діє згідно з положеннями Статуту, а також діючого законодавства України. ТОВ «Вінницька птахофабрика» з введенням в експлуатацію якої значно збільшились обсяги виробництва курятини в компанії «Миронівський хлібопродукт». Ця птахофабрика найбільша не лише в Україні, за обсягами виробництва м'ясної продукції вона найпотужніша в Європі. Слід зазначити, що на підприємстві використані сучасні передові технології по вирощуванню курчат-бройлерів та виготовленню екологічно чистої курятини. Підприємство розвивається згідно зі

стратегією, кожен крок якої реалізується вдало та вчасно для людей, які шукають стабільності в майбутньому. Саме з цього приводу керівництво розробило єдину концепцію, яка сприяє відповідальності, усвідомленості та причетності кожного члена колективу до життя великої компанії. Позитивним фактором комплексу на соціальне середовище є забезпечення додатковими робочими місцями населення, розвиток інфраструктури району та втілення в життя державних програм сільськогосподарського призначення. Асортимент продукції ТОВ «Вінницька птахофабрика» складають продукти харчування, до яких входять: продукція тваринництва - м'ясо (птиця) продукція, торгівлею якої займається ТОВ «Вінницька птахофабрика» є продукцією масового споживання. Ринок товарів повсякденного попиту є самим конкурентнішим. Ця продукція має низьку вартість, але вона продається в великій кількості та потрібна громадянам регулярно, тому загальний прибуток на цей сектор ринку досить великий. Особливостями ринку харчової продукції є висока конкуренція, широкий асортимент продукції, постійний попит, швидкий оборот вкладень.

Фактична адреса:

24321, Вінницька обл., м. Ладизин, вул. Хлібозаводська, 2-Б

Тел./ Факс: (04343)6-76-12.

Юридична: Вінницька обл., Тростянецький р-н, с. Оляниця вул. Першотравнева, буд. 61.

Види економічної діяльності: розведення птиці; виробництво м'яса свійської птиці та кролів; виробництво м'ясних продуктів; виробництво готових кормів для тварин, що утримуються на фермах; постачання пари та гарячої води; збирання, очищення та розподілення води; оптова торгівля зерном, насінням та кормами для тварин; оптова торгівля м'ясом та м'ясопродуктами; складське господарство.

За формою власності є приватним підприємством, заснованим на власності фізичної особи. Підприємство діє згідно з положеннями Статуту, а також діючого законодавства України. ТОВ «Вінницька птахофабрика» з введенням в

експлуатацію якої значно збільшились обсяги виробництва курятини в компанії «Миронівський хлібопродукт».

До складу підприємства входить три філії – «Птахокомплекс», «Переробний комплекс» та «Внутрішньогосподарський комплекс з виробництва кормів».

Транспортний підрозділ створений для поставки кормів на ділянки, розвезення їх по ділянках, доставки курчат на ділянки та поставка вже вирощених курей на забійний цех, після чого готову продукцію доставляють у точки збуту. Доставка працівників відбувається з різних міст, сіл області.

Склад і вартість основних виробничих фондів автотранспортного підрозділу визначаються на основі „Приміток до річної фінансової звітності за 2019 рік” за формою №5. Дані які містяться в цих формах зводяться в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 – Основні виробничі фонди

Групи основних засобів	Код рядка	Залишок на початок року		Надійшло за рік	Вибуло за рік		Нараховано амортизації за рік	Залишилось на кінець року	
		Первісна (переоцінена) вартість	знос		Первісна (переоцінена) вартість	знос		Первісна (переоцінена) вартість	знос
Земельні ділянки	100	–	–	222,5	–	–	–	1869,3	–
Будинки, споруди та передавальні пристрої	120	5561,9	1128,5	620,2	152,5	35,8	247,3	6555,5	1384,5
Машини та обладнання	130	2973,6	841,2	1537,3	183,7	70,7	923,2	4327,2	1764,4
Транспортні засоби	140	9416,5	5017,3	5435,4	–	–	1384,8	14617,1	6402,1
Інструменти, прилади	180	595,8	87,3	194,1	–	–	99,9	575,9	187,2
Малоцінні необоротні матеріальні активи	200	231,7	231,7	–	–	–	–	231,7	231,7
Разом	260	18779,5	7306	7815,4	336,2	106,5	2555,3	27945,0	9969,9

Аналізуючи дані наведені в таблиці 1.1, можна зробити висновки про структуру основних виробничих фондів: будівлі, споруди та передавальні пристрої становлять 23,46% від загальної вартості; машини та обладнання – 15,48%; транспортні засоби – 52,31%; інструменти і прилади – 2,06 %; малоцінні необоротні матеріальні активи – 0, 83%; земельні ділянки – 6,69%.

У структурі основних виробничих фондів рухомий склад (52,31%) належить

до активної частини і бере участь у наданні транспортних послуг. Решта фондів (47,69%) призначена для технічного забезпечення перевізного процесу і утворює виробничо-технічну базу.

Для більш детального аналізу стану основних фондів можна використовувати наступні показники за [47, 48]: коефіцієнт відновлення, коефіцієнт вибуття, коефіцієнт придатності.

Коефіцієнт відновлення відображає інтенсивність відновлення основних фондів і визначається за формулою:

$$K_{\text{від}} = \frac{ОВФ_{\text{в}}}{ОВФ_{\text{к}}}, \quad (1.20)$$

де $ОВФ_{\text{в}}$ – вартість основних фондів, що надійшли (вводяться в дію) протягом року, грн.;

$ОВФ_{\text{к}}$ – вартість основних фондів на кінець року, грн.

За даними таблиці 1.1 коефіцієнт відновлення становитиме:

$$K_{\text{від}} = \frac{7815,4}{27945,0} = 0,28.$$

Коефіцієнт вибуття характеризує ступінь інтенсивності вибуття основних фондів:

$$K_{\text{виб}} = \frac{ОВФ_{\text{виб}}}{ОВФ_{\text{п}}}, \quad (1.21)$$

де $ОВФ_{\text{виб}}$ – вартість основних фондів, що вибули (виведені з дії) протягом року, грн.;

$ОВФ_{\text{п}}$ – вартість основних фондів на початок року, грн.

За даними таблиці 1.1 коефіцієнт вибуття становитиме:

$$K_{\text{виб}} = \frac{336,2}{18779,5} = 0,018.$$

Коефіцієнт придатності характеризує технічний стан основних фондів:

$$K_{\text{виб}} = \frac{ОВФ_{\text{зал}}}{ОВФ_{\text{перв}}} = 1 - K_z = 1 - \frac{З}{ОВФ_{\text{перв}}}, \quad (1.22)$$

де $ОВФ_{\text{зал}}$ – залишкова вартість основних фондів, грн.;

$ОВФ_{\text{перв}}$ – первісна вартість основних фондів, грн.;

K_z – коефіцієнт зносу;

$З$ – знос основних фондів, грн.

За даними таблиці 1.1 коефіцієнт придатності становитиме:

$$K_{\text{виб}} = 1 - \frac{9969,9}{27945,0} = 1 - 0,357 = 0,643.$$

Аналізуючи виконані розрахунки, можна зробити наступні висновки:

- основні виробничі фонди підприємства мають достатньо великий знос (35,7%);
- інтенсивність відновлення основних фондів (28%) значно перевищує інтенсивність вибуття (1,8%);
- придатність основних виробничих фондів підприємства на сьогоднішній день становить 64,3%.

Для перевезення вантажів і забезпечення переліку виконуваних робіт, автотранспортний підрозділ має власний рухомий склад, дані про який наведені в табл. 1.2 і 1.3.

Таблиця 1.2 - Вантажні напівпричепи і автомобільні причепи

Конструкція кузова напівпричепа, причепа	Всього, одиниць	Загальна вантажопідйомність тонн (з точністю до 0,1)	Нові напівпричепи (причепи) які надійшли в звітному році, одиниць
напівпричепи	20	246,4	–
за конструкцією кузова: бортові	20	246,4	–
самоскидні	–	–	–

Таблиця 1.3 - Наявність автотранспорту на кінець 2019 року

Найменування показників	Наявність автомобілів, одиниць	Загальна вантажопідйомність, тонн (з точністю до 0,1), пасажиромісткість, місць для сидіння
1	2	3
Автомобілі: всього	110	–
Вантажні автомобілі, включаючи пікапи і фургони на шасі легкових автомобілів	31	273,7
В тому числі за призначенням та конструкцією кузова: бортові	31	273,7
самоскиди	–	–
за вантажопідйомністю:		
до 1499 кг	–	–
1500-4999 кг	–	–
5000-6999 кг	–	–
7000-9999 кг	11	80,3
понад 9999 кг	20	246,4
Пасажирські автобуси	48	2550 (1634)
Спеціальні автомобілі	13	–
Легкові автомобілі	18	90

Як видно з таблиці 1.3 переважна більшість рухомого складу - це автобуси та бортові автомобілі, що зумовлено специфікою перевезень на підприємстві.

В таблиці 1.4 подано віковий розподіл рухомого складу, а в таблиці 1.5 – розподіл за видами палива, яке використовується.

Таблиця 1.4 – Групування власних автомобілів залежно від часу перебування в експлуатації

Тип автомобіля (кузова)	Всього	до 3 років включно	від 3,1 до 8 років включно	від 8,1 до 10 років включно	більше 10 років
Автомобілі: всього	110	8	31	35	36
в тому числі:					
вантажні	31	3	8	9	14
спеціальні автомобілі	13	–	6	3	4
автобуси	48	3	12	15	18
легкові автомобілі	18	2	5	8	3

Таблиця 1.5 - Групування автомобілів за конструкцією, яка дозволяє використовувати паливо (незалежно від фактичного використання палива)

Тип автомобіля (кузова)	Всього	В тому числі за видами палива					
		Тільки бензин	Тільки диз-паливо	зріджений нафтовий газ	Стиснений газ	Стиснений газ і природний бензин	дизпаливо та стиснений природний газ
Автомобілі - всього	110	11	99	–	–	–	–
в тому числі:							
вантажні	31	–	31	–	–	–	–
легкові автомобілі	18	16	2	–	–	–	–
спеціальні автомобілі	13	–	13	–	–	–	–
автобуси	48	–	48	–	–	–	–

Аналізуючи дані таблиці 1.4 приходимо до висновку, що переважна більшість транспортних засобів перебуває в експлуатації тривалий час, що вимагає значних додаткових заходів на підтримку їх в технічно справному стані.

Розподіл транспортних засобів за марками наступний:

Автобуси: ПАЗ 4234 - 45 од.; МАЗ 103 - 3 од.;

Трактори : МТЗ 82 - 30 од.;

КО-427-32 (МАЗ 6312) мусоровози - 4 од.;

КО-503В-10 (МАЗ 6312) вакуумна машина - 5 од.;

КО-326 (МАЗ 6312) поливомойки - 4 од.;

ТАТА LPT 1116 - 11 од.;

Skania P380 з напівпричепами NETAM-FRUEHAUF HEERING (птаховози) - 20 од.;

Легкові автомобілі: ЗАЗ Ланос - 10 од.; Skoda Oktavia A5 - 4 од.; Skoda Super B - 1 од.; Лада Пріора - 1 од.; Нісан Ікстреіл - 2 од.

Для подальших розрахунків групуємо автомобілі у такі технологічно сумісні групи: ПАЗ 4234 – 48 од., МАЗ 6312 – 24 од., Skania P380 (з напівпричепами NETAM-FRUEHAUF HEERING) – 20 од., ЗАЗ Ланос – 18 од.

Результати роботи автотранспорту за останній період часу, визначені за формами № 2-тр державного статистичного спостереження, наведені в таблиці 1.6. Беручи за основу відомості, які містяться в таблиці 1.6, визначаються основні техніко-експлуатаційні показники роботи рухомого складу транспортного підрозділу за попередній період, враховуючи рекомендації [48]. За період приймається календарний рік (2017, 2018, 2019).

Коефіцієнт випуску автомобілів на лінію визначається за формулою:

$$\alpha_{\epsilon}^i = \frac{AD^i_{роб}}{AD^i_{госп}}, \quad (1.23)$$

де $AD^i_{роб}$ - автомобіледні в роботі за i -тий період, тис.;

$AD^i_{госп}$ - автомобіледні перебування в господарстві за i -тий період, тис.

$$\alpha_{\epsilon}^{17} = \frac{22,62}{30,66} = 0,74; \quad \alpha_{\epsilon}^{18} = \frac{27,58}{35,4} = 0,78; \quad \alpha_{\epsilon}^{19} = \frac{31,45}{40,15} = 0,78.$$

Таблиця 1.6 - Основні техніко-експлуатаційні показники

Показники	2012	2013	2014
1. Середньооблікова кількість автомобілів, одиниць	84	97	110
2. Автомобіле-дні в господарстві, тис.	30,66	35,4	40,15
3. Автомобіледні в роботі, тис.	22,62	27,58	31,45
4. Час в наряді, тис. год.	237,51	292,34	319,66
5. Загальний пробіг, тис. км	8365,7	9234,9	10682,3
6. Обсяг перевезень, тис. т	81,3	102,6	117,9
7. Вантажобіг, тис. ткм	18254,8	22161,6	25753,7

Середній час перебування рухомого складу в наряді за добу

$$T_n^i = \frac{AG_{нар}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (1.24)$$

де $AG_{нар}^i$ – час перебування автомобілів в наряді за i -тий період, тис. год.;

$$T_n^{17} = \frac{237,51}{22,62} = 10,5 \text{ год}; T_n^{18} = \frac{292,34}{27,58} = 10,6 \text{ год}; T_n^{19} = \frac{319,66}{31,45} = 10,2 \text{ год}.$$

Середньодобовий пробіг одиниці рухомого складу визначається за формулою:

$$l_{cd}^i = \frac{L_{заг}^i}{AD_{роб}^i}, \quad (1.25)$$

де $L_{заг}^i$ – загальний пробіг рухомого складу за i -тий період, тис. км;

$$l_{cd}^{17} = \frac{8365,7}{22,62} = 269,8 \text{ км}; l_{cd}^{18} = \frac{9234,9}{27,58} = 234,8 \text{ км}; l_{cd}^{19} = \frac{10682,3}{40,15} = 266,1 \text{ км}.$$

Для розгляду динаміки зміни обсягів роботи транспорту можна скористатись формулами структурних змін за рекомендаціями [48].

Індекси зміни основних параметрів визначаються за формулою:

$$I_{A_i} = \frac{A'_i}{A_i}, \quad (1.26)$$

де A_i , A'_i – відповідно базисне і звітне значення параметрів.

Для обсягів перевезень:

$$I_{A_i}^{18-17} = \frac{102,6}{81,3} = 1,26; \quad I_{A_i}^{19-18} = \frac{117,9}{102,6} = 1,15.$$

Для обсягів транспортної роботи:

$$I_{A_i}^{18-17} = \frac{22161,6}{18254,8} = 1,21; \quad I_{A_i}^{19-18} = \frac{25753,7}{22161,6} = 1,16.$$

Аналізуючи виконані розрахунки, можемо прийти до таких висновків:

- час перебування автомобілів в наряді за добу залишається практично незмінним і складає біля 10,2-10,6 годин;
- середньодобовий пробіг за останній період складає 234...269 км;
- обсяги наданих транспортних послуг зросли: автомобіледні в роботі – на 10%; час в наряді – на 3%; обсяги перевезень – на 15% і вантажообіг – на 16%; загальний пробіг – на 16%.

Тобто, спостерігаються позитивні тенденції в роботі автотранспортного підрозділу підприємства, що пов'язано з розширенням виробничих потужностей по виробленню продукції.

Транспортний підрозділ філії «Птахокомплекс» товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницька птахофабрика» забезпечує успішне функціонування розгалуженої системи реалізації продукції фірми, поставку кормів на дільниці, розвезення їх по дільницях, доставку курчат на дільниці та поставку вже вирощених курей на забійний цех.

Перевезення здійснюється по різних маршрутах, розроблених з використанням логістичних систем.

В процесі своєї діяльності філія має контакти з такими аудиторіями: органи місцевого самоврядування, фінансові установи, районне відділення ДАІ; МРЕО; органи держкомприроди і екології.

На діяльність підприємства можуть вплинути різні фактори фінансового становища як самого підприємства та і фінансового становища замовників, податкова політика держави, правила та нормативи у веденні підприємницької

діяльності та інші фактори. При зміні перерахованих факторів в бік погіршення, наслідки призведуть до зменшення об'ємів перевезень вантажів та наданих послуг.

Обстеження внутрішніх сильних і слабких сторін підприємства проведемо за допомогою SWOT-аналізу, який відображено у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Базова матриця SWOT-аналізу АП філії «Птахокомплекс»

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
<p>S1. Підприємство є значимим перевізником напівфабрикатів та продукції птахівництва у Вінницькій області, що входить в агрохолдинг «Миронівський хлібопродукт»</p> <p>S2. Стабільна забезпеченність обсягами транспортних послуг для власних потреб.</p> <p>S3. Надання послуг по ТО, ремонту та зберігання автомобілів.</p> <p>S4. Можливість заняття комерційною діяльністю.</p>	<p>W1. Значна частина рухомого складу експлуатується досить тривалий час, що вимагає підвищених витрат на їх технічне обслуговування та ремонт.</p> <p>W2. Додаткова комерційна діяльність у вигляді здавання в оренду нерухомого майна надала приблизно 53% від суми загального доходу.</p>
Можливості (O)	Загрози (T)
<p>O1. Підприємство має можливість збільшити свою частку на сегментах ринку транспортних послуг і послуг з ремонту, ТО і зберігання автомобілів юридичних і фізичних осіб.</p> <p>O2. Проведення нових ефективних методів в виробництві ТО і ремонту. O3. Збільшення об'ємів та номенклатури послуг.</p> <p>O4. Зниження собівартості послуг збільшить доходи підприємства для досягнення прибутковості та подальшого вдосконалення діяльності підприємства.</p>	<p>T1. Вартість природних ресурсів і енергії, які необхідні для діяльності підприємства відносно стабільна, але вона має тенденцію до збільшення через ряд економічних і політичних причин.</p> <p>T2. Неприятлива політика уряду щодо розвитку підприємництва.</p> <p>T3. Неприятливі економічні зміни.</p> <p>T4. Ріст цін на паливно-мастильні матеріали.</p> <p>T5. Низькі бар'єри виходу на ринок потенційних конкурентів, тобто можливість появи нових конкурентів</p>

На основі даних таблиці 1.7 буде укладено стратегії, які визначають взаємозв'язки сильних і слабких сторін підприємства із можливостями та загрозами ринку, на основі якої формуються найбільш доцільні стратегії розвитку підприємства та розробляються заходи з мінімізації загроз для господарської діяльності.

На основі створеної SWOT-матриці спроектуємо стратегії чотирьох типів (таблиця 1.8):

- стратегії виду SO – сили-можливості.
- стратегії виду ST – сили-загрози.
- стратегії виду WO – слабкості-можливості.
- стратегії виду WT – слабкості-загрози.

Таблиця 1.8 – Стратегії, розроблені на основі даних SWOT-аналізу

Стратегії виду SO	Стратегії виду WO
<p>SO1: S1 S2 O1 O2 – За умови сприятливої економічної політики держави зросте і кількість клієнтів.</p> <p>SO2: S2 S3 S4 O2 O3 O4 – Дозволить вийти на нові сегменти ринку з збільшеною номенклатурою послуг.</p>	<p>WO1: W1 O1 O2 – Підприємство може збільшити дохід наданням послуг з ТО та ремонту транспортних засобів і їх зберігання.</p> <p>WO2: W1 O2 – Значний вік рухомого складу вимагає значних витрат на його експлуатацію, але впровадження нових ефективних методів в виробництві ТО і ремонту та закупівля нової техніки дозволить їх зменшити.</p> <p>WO3: W2 O3 O4 – Прибутковість комерційної діяльності може бути збільшена за рахунок розширення номенклатури надаваних послуг та зменшення їх собівартості.</p>
Стратегії виду ST	Стратегії виду WT
<p>ST1: S1 T1 T2 – Тривалий час роботи на ринку перевезень та висока якість виконуваних робіт дасть можливість забезпечити основні види діяльності.</p> <p>ST2: S2 S3 S4 T3 T4 T5 T6 – Незважаючи на зростання цін на паливо-мастильні матеріали та кризові явища в економіці держави, покращення матеріально-технічної бази та розширення номенклатури послуг дасть змогу підвищити дохід підприємства</p>	<p>WT1: W1 W2 T2 – Вибір курсу на конкурентний рівень цін, реклама, розширення видів комерційної діяльності, модернізація існуючого обладнання дозволить працювати в період погіршення платоспроможності фізичних та юридичних осіб.</p>

В таблиці 1.8 представлені розроблені стратегії, для кожної з них вказаний скорочений запис параметрів, з яких утворена стратегія. При цьому використані найбільш значимі фактори.

Впровадження нових ефективних методів у ТО і ремонті рухомого складу, збільшення об'ємів послуг, зниження собівартості перевезень дасть змогу підприємству збільшити свої доходи, досягти прибутковості в діяльності та подальшого вдосконалення.

Отже, на підприємстві присутні усі необхідні умови для подальшого проведення запланованих наукових досліджень в рамках даної МКР.

Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

Проведений аналіз показав, що існуючі нормативні та методичні матеріали не враховують повною мірою такі найважливіші фактори, що впливають на витрату запасних частин, як режим і інтенсивність експлуатації автомобілів, технологія виготовлення, зовнішнє середовище. Це призводить до значного розриву між нормативною і фактичною потребою в запасних частинах.

Результати огляду і аналізу дозволяють зробити наступні висновки:

- розбіжності між поточною потребою і нормою ЗЧ, а також між розрахунками для аналізованих методів досягають в інколи більше 100%;
- спостерігається збіг розрахункових значень з фактичними при використанні методів розрахунку за даними інтенсивності зношування;
- немає обліку фізичних параметрів умов експлуатації в розрахункових залежностях, що суттєво для розрахунку нормативної потреби;
- застосування методів прогнозування здебільшого вимагає проведення тривалих випробувань з метою отримання необхідної інформації для розрахунку потреби в ЗЧ, що не дає можливості застосовувати їх на етапах проектування або введення в експлуатацію нових моделей автомобілів.

У зв'язку з цим для виконання цього дослідження з розробки методу прогнозування потреби в запасних частинах вирішувалися наступні завдання:–

дослідити зміну потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів в залежності від конструктивних та експлуатаційних факторів;

– теоретично обґрунтувати методичні підходи щодо кількісного оцінювання зміни номенклатури та кількості запасних частин з урахуванням транспортної роботи та технічного стану окремо взятого автомобіля;

– розробити методику прогнозування потреби в запасних частинах, яка враховує індивідуальні умови експлуатації, технічний стан, ступінь зносу та транспортну роботу певного автомобіля.



РОЗДІЛ 2.

ФОРМУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ

2.1 Математичні моделі прогнозування потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів

В процесі експлуатації працездатність агрегатів автомобіля, втрачену в результаті зносу деталей, відновлюють послідовною заміною їх новими або відновленими запасними частинами. Оцінка потреби в запасних частинах полягає у визначенні їх рівня, оптимального за конкретним критерієм, і в розробці умов, які забезпечують підтримання необхідної кількості запасів на цьому рівні. Управління потребою в запасних частинах здійснюється при обмеженнях: за термінами подачі замовлень і їх виконання, за економічним обсягом партій, за рівнем запасів. Обсяги партій запасних частин і потреба змінюються, оскільки знаходяться під впливом багатьох факторів, які необхідно враховувати при формуванні номенклатури і кількості запасних частин.

Перш ніж вирішити питання про розмір запасу даних запасних частин, необхідно визначити потребу в них. Однак потреба не єдиний критерій, необхідно визначити мету створення запасів по групах А, В, С запасних частин і в світлі поставлених завдань розглядати питання про потребу.

Суть методу АВС полягає в тому, що відповідно до мети аналізу вибирається класифікаційний ознака і здійснюється ранжування в порядку убавання цього класифікаційної ознаки. Так, при класифікації потрібних запасних частин за обсягом вироблених в рік закупівель необхідно всю номенклатуру запасних частин розташувати в порядку убавання вартості їх річного споживання. Потім в групу А відносять всі найменування у списку, починаючи з першого, сума вартостей яких становить 75-80% від сумарної вартості всіх спожитих запасних частин за цей період. Досвід показує, що зазвичай в цю групу потрапляє 10-20%

всієї номенклатури. До групи В відноситься приблизно третина найменувань запасних частин, сума вартостей яких становить 10-15%. Інші позиції номенклатури (а це інша половина запасних частин), сумарна вартість яких становить лише 5-10%, відносяться до групи С.

Найбільший ефект дає застосування методу АВС у комбінації з іншим XYZ-аналізом. Метод XYZ дозволяє зробити класифікацію запасних частин по конкретному автомобілю, марки, наприклад, сировини і матеріалів, але в залежності від характеру їх споживання і точності прогнозування змін в їх потребі. Групування ресурсів при проведенні XYZ-аналізу здійснюється в порядку зростання коефіцієнта варіації. При цьому до категорії Х відносяться ресурси, які характеризуються стабільною величиною споживання, незначними коливаннями в їх витраті і високою точністю прогнозу. Категорії Y - це ресурси, потреба в яких характеризується відомими тенденціями (наприклад, сезонними коливаннями) і середніми можливостями їх прогнозування. Нарешті, ресурси, що відносяться до категорії Z, споживаються нерегулярно, точність їх прогнозування невисока. Накладенням результатів XYZ-аналізу на дані АВС-методу отримуємо 9 груп ресурсів, для кожної з яких менеджери фірми повинні розробити свою техніку управління.

Підгрупи АХ, АУ і АZ вимагають індивідуального управління. Підгрупи СХ, СУ і CZ управляються однаково - планування таких запасів можна виконати на рік з щомісячним контролем наявності. У підгрупах ВХ, ВУ і ВZ, можуть бути збіги і відмінності в методах контролю.

Аналізи АВС і XYZ виконуються щомісячно чи щоквартально. До номерів деталей, віднесених до тієї чи іншої групи, програмним шляхом «прив'язують» ознаки, що позначають групи, тобто індекси А, В, С і Х, Y, Z, а також коефіцієнт оборотності за рік. Набір ознаки дозволяє судити про необхідність посиленого або слабкого контролю за формуванням запасу тієї чи іншої деталі. Індекс групи попиту вказується при друкуванні преїскурантів, статистики витрати, відомості зайвих запасів.

Потребу в запасних частинах слід оцінювати за конкретними умовами експлуатації автомобілів, які визначають навантажувально-швидкісний режим роботи силових агрегатів, швидкість руху, витрату палива, ступінь завантаження, конструктивні особливості тощо. При оцінці потреби в запасних частинах застосовуються різні методи: аналітичні (розрахункові), розрахунково-статистичні та експериментальні.

Між ресурсом і навантажувально-швидкісним режимом агрегату, витратою палива і середнім ефективним тиском існує функціональний зв'язок [7]. Початкове рівняння для визначення ресурсу базових деталей груп В, С силового агрегату до відмови можна записати так:

$$L = \frac{\delta_{np} \cdot V_a}{60 \cdot I} \text{ км,} \quad (2.1)$$

де L – пробіг деталі (з'єднання) силового агрегата до граничного стану, км;

δ_{np} – граничне значення зносу, г;

V_a – середня швидкість руху автомобіля, км / год;

I – швидкість зношування, г / хв.

Рівняння швидкостей зношування деталей груп В, С силових агрегатів відповідно [8]:

для двигуна

$$I_{ДВС} = \frac{C_d \sqrt[3]{V_h}}{L_{3Д}} \left\{ \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_D \cdot \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \left[\frac{B_D \cdot q}{1 - C_D \cdot q} \right]^2 \cdot 10^{-3} \right\}, \text{ г/хв;} \quad (2.2)$$

для коробки передач

$$I_{K\Pi} = \frac{C_K \sqrt[3]{V_h}}{L_{3K}} \left\{ \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_K \cdot \mu \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \right. \\ \left. + \left[\frac{B_D \cdot q}{1 - C_{\hat{E}} \cdot q} \right]^2 \cdot 10^{-3} + \frac{D_K}{V_a} \right\}, \text{Г/ХВ}; \quad (2.3)$$

для редуктора ведучого моста

$$I_P = \frac{C_P \sqrt[3]{V_h}}{L_{3P}} \left\{ \mu' \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a) [1 + A_P \cdot \mu' \cdot Q \cdot V_a (0.7V_{max} + B \cdot V_a)] + \right. \\ \left. + \left[\frac{B_P \cdot q'}{R - 10^{-4} \cdot q' \cdot V_a} \right]^2 \cdot 10^{-3} \cdot (1 - D \cdot V_a^3) \right\}, \text{Г/ХВ}; \quad (2.4)$$

$$\text{де } \mu = \frac{6.3 \cdot \rho_T \cdot r_K}{A \cdot V_h \cdot V_{max}^2 \cdot i_o \cdot g_{emin}}; \quad \mu' = \frac{4.41 \cdot g_T \cdot r_K}{A \cdot V_h \cdot V_{max}^2 \cdot i_o \cdot g_{emin}}; \quad Z = 0.7V_{max}.$$

Сумарний допустимий знос деталей і механізмів силових агрегатів можна визначити розрахунковим шляхом. Так, в роботах [8, 28] представлені розрахункові значення зносу циліндрів, шийок колінвала, зубів шестерень і циліндрів коробки передач і редуктора ведучого моста. У таблиці 2.1 представлені розрахункові формули і результати розрахунку сумарного допустимого зносу деталей ЦПГ, КШМ, коробки передач і редуктора ведучого моста.

Визначаємо основні вихідні дані для розрахунку значень фактичних ресурсів деталей груп АВС експлуатованих машин, які за допомогою коефіцієнтів використання приводяться до єдиного часу роботи до їх першої заміни. Потім обчислюється число таких замін деталей кожної групи за ремонтний цикл і за рік експлуатації автомобілів, що дає можливість визначити

необхідну потребу в заміні деталей відповідної групи в залежності від періоду експлуатації кожного автомобіля, що знаходиться в змішаному по пробігу і віку експлуатованих транспортних машин. Облік зміни чисельності рухомого складу по пробігу і віку дозволяє встановити щорічну (квартальну і т.п.) потреба в запасних частинах по всіх групах АВС. Така, в загальних рисах, методологічна основа визначення потреби в запасних частинах, вихідними даними для яких служать визначені при розрахунку надійності транспортних машин ресурси деталей. Статистичні дані про ресурси деталей груп А і В використовуються в розрахунках при визначенні потреби деталей для даного агрегату автомобіля.

Таблиця 2.1 – Розрахункові залежності сумарного допустимого циклу базових деталей силових агрегатів

Сполучення механізмів	Деталь	Розрахункова формула
ЦПГ	Циліндр	$F_{доп}^Ц = 0,523 - S_{П} \cdot D_{ц} \cdot X_{ц} \cdot \rho \cdot \delta_{max}^Ц$
	кільце поршневе	$F_{доп}^К = 3,14 \cdot D_{ц} \cdot h \cdot \rho \cdot \delta_{max}^К$
	поршневий палець	$F_{доп}^{ПП} = 3,14 \cdot D_{пн} \cdot (2B_{в} + B_{П}) \cdot \rho \cdot \delta_{max}^{ПП}$
	поршень	$F_{доп}^П = 1,57 \cdot D_{ц} \cdot h_{п} \cdot \rho \cdot \delta_{max}^П$
КШМ	Колінвал	$F_{доп}^{КШМ} = 1,57\rho \cdot [D_{к} \cdot B_{к} \cdot n_{к} + D_{ш} \cdot B_{ш} \cdot X_{ц}] \cdot \delta_{max}^{КВ}$
	вкладиші	$F_{доп}^{ВК} = 1,57\rho \cdot [D_{к} \cdot B_{к} \cdot n_{к} + D_{ш} \cdot B_{ш} \cdot X_{ц}] \cdot \delta_{max}^{ВК}$
КП, ведучий міст	Шестерні	$F_{доп}^{Ш} = \delta_{max}^{Ш} \cdot \rho \cdot m \cdot S_{Ш} \cdot Z$
	вали	$F_{доп}^{ШЛ} = \delta_{max}^{ШЛ} \cdot \rho \cdot m_{ШЛ} \cdot n_{ШЛ} \cdot S_{ШЛ} \cdot Z_{ШЛ}$

де S_n - хід поршня, мм; $D_{ц}$ - діаметр циліндра, мм; $X_{ц}$ - кількість циліндрів; ρ - щільність металу, г/мм³; h - висота поршневого кільця, мм; $D_{пн}$ - діаметр

поршневого пальця, мм; B_e - ширина бобишки поршня, мм; B_n - довжина втулки верхньої головки шатуна, мм; h_n - довжина юбки поршня, мм; $\delta_{max}^ц, \delta_{max}^к, \delta_{max}^{nn}, \delta_{max}^n, \delta_{max}^{кв}, \delta_{max}^{вк}, \delta_{max}^{ш}, \delta_{max}^{шл}$ - допустимий знос відповідного циліндра, поршня кільця, поршні пальця, поршня, колінвала, вкладишів, шестерень і валів, мм; $D_k, D_{ш}$ - відповідно діаметр корінної і шатунної шийок колінвала, мм; $B_k, B_{ш}$ - відповідно ширина робочої поверхні тертя корінної і шатунної шийок колінвала, мм; n_k - кількість корінних шийок колінвала; m - модуль шестерні, мм; $S_{ш}$ - довжина зуба шестерні, мм; Z - кількість зубів шестерні; $m_{шл}$ - модуль шліців, мм; $Z_{шл}$ - кількість шліців на валу; $n_{шл}$ - кількість шліцевих з'єднань.

Відомо, що характеристики потоків замін деталей змінюються в кожному наступному ремонтному циклі роботи машини. Тому необхідно знати в першому наближенні число ремонтних циклів за весь термін служби машини T_a до її списання. Це число ремонтних циклів.

$$\Omega' = \frac{Q_a}{Q_{p1k}} \leq \Omega, \quad (2.5)$$

де Q_a - сумарна витрата палива машини до списання, л;

Ω - округлене до найближчого більшого цілого числа ремонтних циклів;

Q_{p1k} - сумарна витрата палива до першого ремонту, л.

Число замін кожної j -ї деталі можна обчислити за формулою, яка враховує весь термін служби машини

$$F'_i = \frac{Q_{p1k} K_i K_j \Omega'}{Q_{pj}} - 1 \leq F_j, \quad (2.6)$$

де K_i, K_j – коефіцієнти використання i -го вузла та j -ї деталі в i -му вузлі;

Q_{pj} – сумарний витрата палива, при якому буде вичерпаний ресурс j -ї деталі, л;

F_j – округлене до найближчого цілого числа замін j -ї деталі.

Середнє число замін j -ї деталі в кожному ремонтному циклі визначають по неокругленим значенням величин, обчисленим по (2.5) і (2.6):

$$Y_i = \frac{F_j' + 1}{\Omega'}. \quad (2.7)$$

Тоді номери f_j замін j -ї деталі в кожному ремонтному циклі з номером $k = 1, 2, \dots, \Omega$ будуть розподілені наступним чином:

для $k = 1$ $0 < f_j \leq Y_j$;

для $k = 2$ $Y_j < f_j \leq 2Y_j$;

для $k = \Omega$ $(\Omega - 1)Y_j < f_j \leq F_j$.

Умовний порядковий номер заміни j -ї деталі в кожному ремонтному циклі (коефіцієнт періодичності заміни) буде визначено за виразом

$$B_k = f_j - (k - 1)Y_j. \quad (2.8)$$

Тут значення f_j приймають в інтервалі

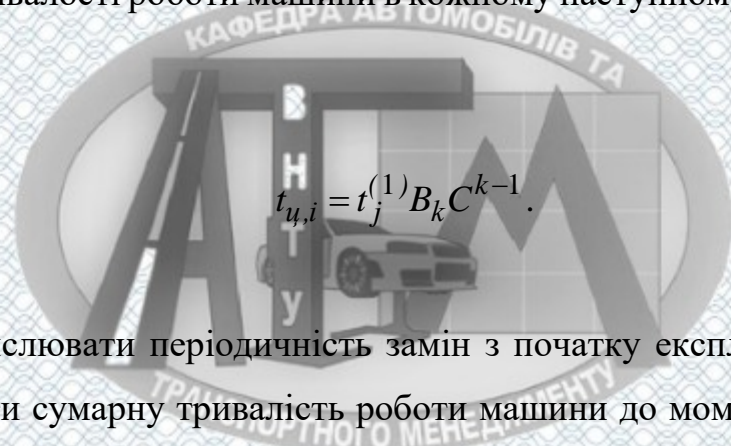
$$(k - 1)Y_j < F_j \leq kY_j.$$

Коефіцієнт скорочення кожного наступного ремонтного циклу приймають в інтервалі $0.8 \leq C \leq 0.95$.

Для обчислення періодів заміни деталей необхідно визначити сумарну витрату палива, при якій буде потрібна перша заміна деталі, по формулі

$$t_i^{(1)} = \frac{Q_{pj}}{Q_0 K_u K_i K_j}. \quad (2.9)$$

Тоді термін заміни j -ї деталі в кожному ремонтному циклі визначають з урахуванням умовного порядкового номера заміни деталі в даному циклі і скорочення тривалості роботи машини в кожному наступному ремонтному циклі за формулою



$$t_{u,i} = t_j^{(1)} B_k C^{k-1}. \quad (2.10)$$

Якщо обчислювати періодичність заміни з початку експлуатації машини то необхідно знати сумарну тривалість роботи машини до моменту відновлення її експлуатації після чергового капітального ремонту. Для визначення цієї величини враховують сумарне скорочення попередніх ремонтних циклів через коефіцієнт

$$S_k = \frac{1 - C^{k-1}}{1 - C}. \quad (2.11)$$

Якщо $Y_j \geq 1$, то сумарний (до початку даного ремонтного циклу) термін служби машини з заміненними деталями j -го найменування

$$t_{\Sigma,j} = t_j^{(1)} Y_j S_k = t_j^{(1)} A_k, \quad (2.12)$$

де $A_k = Y_j S_k$.

Тоді потік замін деталей j -го найменування буде визначено періодичності

$$t_i^{(f_j)} = t_{\Sigma,j} + t_{\ddot{o},j} = t_j^{(1)} (A_k + B_k C^{k-1}). \quad (2.13)$$

Якщо $Y_j < 1$, то строк служби j -ї деталі до її першої заміни буде перевищувати тривалість першого ремонтного циклу, і тому потік замін таких деталей буде визначатися виразом

$$t_i^{(f_j)} = t_j^{(1)} f_j C^{f_j - 1}, \quad (2.14)$$

в якому враховується скорочення термін замін деталей j -го найменування, а не ремонтних циклів.

Таким чином, виконаємо перший крок розрахунку потреби запасних частин, що визначає моменти замін деталей в циклі сумарної витрати палива конкретної транспортної машини. Для визначення щорічної потреби в запасних деталях необхідно враховувати не тільки середні значення періодів замін, але і характеристику розкиду значень можливих замін щодо середніх періодів. Тому величини $\sigma_i^{f_j}$ середнього квадратичного відхилення тривалості роботи машини до кожної чергової заміни j -ї деталі обчислюють за формулою

$$\sigma_i^{(f_j)} = \sigma_i^{(1)} \sqrt{f_j}, \quad (2.15)$$

де $\sigma_i^{(1)}$ отримують з статистичної інформації про тривалість роботи машини до першої заміни цієї деталі. Якщо така інформація відсутня, то рекомендується приймати $\sigma_i^{(1)} = 0.25$ року.

Щорічну потребу в запасних частинах j -го найменування для однієї машини підраховують з урахуванням можливого розподілу терміну заміни j -ї деталі. З огляду на багатofакторність впливу на терміни постановки машини в ремонт для заміни цієї деталі можна вважати, що найбільш обґрунтованим є нормальний розподіл цих термінів.

Таким чином, щорічну потребу (в частках одиниці) розраховують шляхом інтегрування кривої розподілу строку чергової заміни j -ї деталі в межах m -го року експлуатації:



$$\Delta\Phi_{m,j}^{(f_j)} = \frac{1}{\sigma_j^{f_j} \sqrt{2\pi}} \times \int_{m-1}^m e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{t-t_j^{(f_j)}}{\sigma_j^{(f_j)}} \right)^2} dt. \quad (2.16)$$

В інтегралі (2.16) величина $z = \frac{t-t_j^{(f_j)}}{\sigma_j^{(f_j)}}$ є квантиль нормованої випадкової величини t (терміну служби деталі до чергової заміни). Зрозумівши значення квантилі z для всіх років експлуатації $m=1,2,\dots,a$, по таблиці інтегралів імовірностей $\Phi_{(z)}$ (нормального розподілу випадкових величин) визначають значення щорічної часткової потреби $\Delta\Phi_{m,j}^{(f_j)}$ як різниці інтегралів ймовірностей:

$$\Delta\Phi_{m,j}^{(f_j)} = \Phi \left(\frac{m-t_j^{(f_j)}}{\sigma_i^{(f_j)}} \right) - \Phi \left(\frac{m-1-t_j^{(f_j)}}{\sigma_i^{(f_j)}} \right). \quad (2.17)$$

Щорічна потреба для однієї машини (в частках одиниці) в j -й деталі по всім номерам замін в межах m -го року експлуатації машини визначається сумою за всіма замінами

$$\Delta\Phi_{m,j} = \sum_{f_j=1}^{F_j} \Delta\Phi_{m,j}^{(f_j)}. \quad (2.18)$$

Потреба (по вартості) в замінних деталях j -го найменування на одну машину в m -му році її експлуатації визначається виразом

$$g_{m,j} = \omega_j n_{3j} \Delta\Phi_{m,j}, \quad (2.19)$$

де ω_j – ціна j -ї деталі, кг (грн.);

n_{3j} – число одночасно замінних деталей j -го типоміналу.

Загальна потреба (за вартістю) в запасних частинах на одну машину в m -й рік експлуатації визначається сумою по всіх найменувань деталей

$$g_m = \sum_{j=1}^s g_{m,j}. \quad (2.20)$$

Встановлено, що щорічна потреба за виразом (2.20) зростає до останнього року експлуатації машини ($m = a$). Це зростання має експонентний характер.

Для визначення потреби в запасних частинах необхідно, перш за все, встановити потенційний ресурс силових агрегатів в цілому і кожної з їх деталей, а також прокладок, сальників та інших деталей групи А, пов'язаних з розбиранням - складанням - заміною зношених деталей.

Оскільки основну масу відмов становлять ресурсні відмови, то основну увагу при аналізі рівня надійності силових агрегатів і визначення потреби в запасних частинах слід зосередити на цих відмовах, які найчастіше пов'язані з зносостійкістю деталей стосовно до силових агрегатів. При цьому оцінка потреби в запчастинах ґрунтується на встановленні такої технічно обґрунтованої

і досить жорсткої норми, яка забезпечувала б оптимальну економічну ефективність виробництва і використання силових агрегатів і запчастин і зобов'язувала б використовувати найбільш прогресивні методи експлуатації та ремонту агрегатів. Для цього повинен бути забезпечений економічний ефект такого підходу з метою зацікавленості суб'єктів господарювання будь-якої форми власності сфери виробництва, експлуатації та ремонту автомобілів. У цьому випадку визначення потреби в запчастинах в умовах експлуатаційних і автосервісних підприємств використовується тільки для внесення корективів у встановлені норми і то лише за результатами прогнозу (статистичного, евристичного або по реалізації).

Потреба в запасних частинах на практиці залежить від великого числа експлуатаційних та організаційних факторів. У кожному конкретному АТП ці фактори поєднуються найрізноманітнішим чином. Так, попит на запасні частини і його зміна протягом року залежать від: загального рівня організації ТО і ПР автомобілів, режимів і методів ТО, організації постачання запасними частинами, кваліфікації водіїв і ремонтно-обслуговуючого персоналу і ін. Зі зміною конкретних умов експлуатації рухомого складу змінюється і сукупність факторів, що впливають на витрату запасних частин, таких як: дорожньо-кліматичні умови, ступінь використання вантажопідйомності автомобіля, використання причепів, умови навантаження і розвантаження вантажів тощо.

У зв'язку з цим в роботі розглянуто методику визначення витрат запасних частин силових агрегатів, яка принципово відрізняється від існуючих. У методиці знайдений такий шлях, який дозволяє одночасно враховувати реальні дорожньо-кліматичні і сезонні умови, організацію перевезень, ступінь використання вантажопідйомності і пробігу автомобіля та ін.

Залежно від кількості витраченого палива можна встановити технічний стан агрегату і необхідність в потребі в запасній частині, яка в міру зносу втратить свої експлуатаційні якості. Прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів проводиться на основі інформації (кількість автомобілів в

АТП, регіоні тощо, сумарний витрата палива з початку експлуатації автомобілів (агрегатів) і за останній рік експлуатації, середній вік автомобілів) на початок місяця, кварталу або року визначається за формулою

$$N_{зч} = \frac{0.01 \cdot Q_{тр} \cdot m_з \cdot K_в}{L_{зам}^H \cdot H_л}, \quad (2.21)$$

де $Q_{тр}$ - сумарна витрата палива на транспортну роботу планованого періоду роботи рухомого складу, л;

$m_з$ - норма витрати деталей на 100 автомобілів;

$L_{зам}^H$ - нормативне значення ресурсу деталі до заміни або відправки в капремонт, км;

$K_в$ - коефіцієнт, що враховує вік автомобіля;

$H_л$ - лінійна норма витрати палива для першої категорії умов експлуатації, л/100 км.

Дане рівняння (2.21) не відображає рівень конструкторсько-технологічних рішень по рухомому складу, а також зміну надійності протягом тривалого періоду експлуатації автомобілів. Потреба в запасних частинах для силових агрегатів автомобілів повинна коректуватися з урахуванням названих вище положень. Тому слід ввести в рівняння (2.21) коефіцієнт якості конструкторсько-технологічних рішень по автомобілям, який визначається рівнянням

$$K_к = \frac{3,6 \cdot Q_{\min} V_{\max} \cdot t_p \cdot \rho_T}{100 G_n}, \quad (2.22)$$

де Q_{\min} - мінімальна витрата палива, л/100 км;

t_p - час розгону автомобіля до швидкості $V_a = 60$ км/год;

G_n - порожня вага автомобіля, кг.

ρ_T - питома вага палива, г/л.

У таблиці 2.2. наведені значення коефіцієнта якості конструкторсько-технологічних рішень по ряду моделей автомобілів базового підприємства.

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт якості конструкторсько-технологічних рішень

Марка автомобіля	МАЗ 103	ПАЗ 4234	КО-427-32	КО-503В-10	КО-326	МАЗ 6312
Коефіцієнт K_k	0,36	0,31	0,40	0,40	0,42	0,44

З урахуванням сказаного вище, потреба в запасних частинах для силових агрегатів на майбутній період експлуатації складе

$$N_{зч} = \frac{100 \cdot Q_{тр} \cdot m_3 \cdot H_{л} \cdot K_k}{L_{зам}^H \cdot H_{л1}^2 \cdot K_{kmin}}, \quad (2.23)$$

де $Q_{тр}$ – сумарна витрата палива на транспортну роботу планованого періоду роботи рухомого складу, л;

m_3 – норма витрати деталей на 100 автомобілів;

$L_{зам}^H$ – нормативне значення ресурсу деталі до заміни або відправлення в капремонт, км;

$H_{л1}$ – мінімальне значення норми витрати палива, л/100 км.

Значення коефіцієнта якості конструкторсько-технологічних рішень по моделі року для даної групи автомобілів. Значення цього коефіцієнта становить 0,31-0,32.

Сумарна витрата палива на транспортну роботу планованого періоду роботи рухомого складу визначається так [7]

$$Q_{тр} = L_{плл} \cdot H = L_{плл} \cdot (H_o + H_o \cdot q_{cp} \cdot \gamma \cdot \beta), \quad (2.24)$$

де $L_{пл}$ - пробіг автомобілів на планований період, км;

H_o, H_d - відповідно основна (л \ 100 км) і додаткова (л \ 100 ткм) норми;

$q_{ср}$ - середня вантажопідйомність автомобіля, т;

γ, β - коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності і пробігу.

Основна норма витрати палива для порожнього вантажного автомобіля розраховується за формулою [8]

$$H_o = (K_1/V_a + K_2 \cdot V_a^2) \cdot Q_{л} / 1 \text{ к } \zeta, \quad (2.25)$$

де K_1, K_2 - постійні для даного автомобіля коефіцієнти;

V_a - середня технічна швидкість, км \ год.

Додаткові норми витрати палива на перевезений вантаж в л \ 100 ткм для бензинових і дизельних автомобілів розраховується за формулами [8]

$$H_o^к = 1,12 \cdot V_{\max} / V_a; \quad H_o^d = 0,64 \cdot V_{\max} / V_a. \quad (2.26)$$

Числові значення коефіцієнта визначаються за формулою

$$K = (A_k \cdot C_k \cdot V_{\max} \cdot i_{КП} + B_k K_c^2 \cdot V_{\max}^2 \cdot i_{КП}^2 + 0,01 \cdot C_k \cdot G_o \cdot V_{\max}) / \eta_i, \quad (2.27)$$

де A_k, B_k, C_k – постійні коефіцієнти;

$i_{КП}$ - передавальне число прямої або підвищувальної передачі КП.

Коефіцієнти A_k, B_k, C_k розраховуються так:

для бензинових

$$A_k = \frac{3 \cdot 5 \cdot \eta_h \cdot i_o}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k}; \quad B_k = \frac{9 \cdot V_h \cdot S_{II} \cdot i_o^2}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k^2}; \quad C_k = \frac{1 \cdot 0 \cdot 0}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k}, \quad (2.28)$$

для дизелів

$$A_k = \frac{3 \cdot 8 \cdot V_h \cdot i_o}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k}; \quad B_k = \frac{1 \cdot V_h \cdot S_{II} \cdot i_o^2}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k^2}; \quad C_k = \frac{1 \cdot 0 \cdot 0}{H_u \cdot \rho_T \cdot r_k}, \quad (2.29)$$

де H_u - нижча теплота згоряння палива (для бензину середньої якості $H_u = 44000$ КДж\кг; для дизельного палива $H_u = 43000$ КДж\кг);

ρ_T - щільність палива приймається для бензину 0,74 , для дизеля – 0,825.

Значення постійного коефіцієнта для даного автомобіля визначається за формулою

$$K_2 = 0,077 \cdot C_k \cdot F / \eta_i. \quad (2.30)$$

Інший метод прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів базується на основі значень навантажувально-швидкісного режиму роботи автомобілів і пробігу з початку експлуатації та кількості запасних частин для даного силового агрегату визначається за формулою

$$N_3 = \frac{m_3 \cdot A_c \cdot K_v \cdot K_v \cdot \sqrt{1 + \gamma \cdot \beta}}{1 \cdot K_d \cdot 2}. \quad (2.31)$$

Кваліфікація водіїв може бути встановлена по відкритій категорії в посвідченні водія. Значення коефіцієнта кваліфікації водіїв представлено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Оцінка кваліфікації водіїв

Категорія транспортних засобів	Значення $K_{вод}$
В,С - автомобілі, які призначені для перевезення вантажів і кількість сидячих місць не перевищує восьми	0,8
В,С,D - автомобілі, які призначені для перевезення пасажирів і вантажів	0,9
В,С,D и Е - автомобілі, які призначені для перевезення вантажів, пасажирів, а також склади транспортних засобів з тягачами	1,0

2.2 Вплив зовнішніх умов на зміну потреби в запасних частинах

Велике розмаїття технологічних і експлуатаційних факторів, які зустрічаються в процесі тривалої експлуатації транспортних машин, викликають різну швидкість зношування сполучень, що призводить до підвищення попиту на запасні частини в кілька разів. На рис. 2.1 показано зміну потреби в запасних частинах до двигуна і трансмісії автомобілів в залежності від середньої технічної швидкості руху і середнього ефективного тиску при русі їх на різних передачах. З рисунків видно, що найменша потреба в запасних частинах для двигуна і трансмісії спостерігається при русі автомобіля на вищій передачі і найбільша - при русі на першій передачі. Кожній передачі відповідає швидкість руху автомобіля, при якій потреба в запасних частинах для двигуна і трансмісії буде найменша.

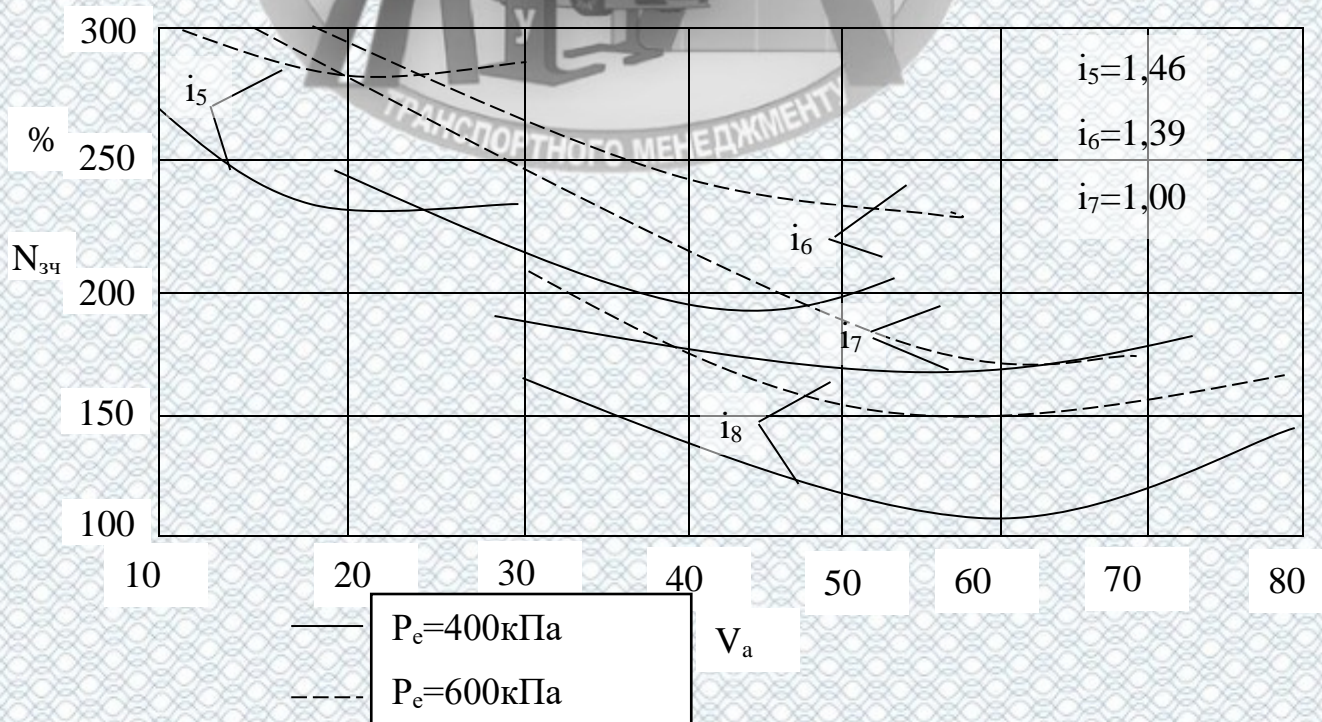


Рисунок 2.1 – Зміна потреби в запасних частинах до силових агрегатів автомобіля МАЗ 6312 в залежності від швидкості руху на різних передачах при постійному навантаженні

Визначимо швидкість руху автомобіля, при якій потреба в запасних частинах до силових агрегатів буде найменшою. Продиференціюємо двічі рівняння швидкості зношування сполучень двигуна і трансмісії (2.2-2.4) за середньою технічною швидкості руху автомобіля і прирівнявши їх до нуля, отримаємо рівняння середньозваженого передавального числа трансмісії, що має дійсне рішення і два комплексно сполучених рішення. Використовуючи формулу Кардано для розв'язання кубічного рівняння і беручи до уваги тільки дійсне рішення, отримаємо

$$i_{cp} = \frac{z_K}{0,7 \cdot 10^{-2} \cdot V_{max}} \cdot \sqrt{\frac{1}{V_n \eta_{TP}} \left(\frac{0,14 k_{\Gamma} V_{max} V_a^3}{G_a} - 3,85 kF \right)}. \quad (2.32)$$

З отриманого рівняння слід, що потреба в запасних частинах до силових агрегатів залежить від передаточного числа головної передачі. При збільшенні передавального числа головної передачі спостерігається найменша потреба в запасних частинах при найменших середніх технічних швидкостях руху автомобіля. Це необхідно враховувати при призначенні умов експлуатації для автомобілів - тягачів, автобусів, самоскидів та інших автомобілів, які мають різні значення передавального числа головної передачі.

Автомобілі, на яких встановлені подільники перед коробкою передач, мають кілька значень середніх технічних швидкостей руху, при яких спостерігається найменша потреба в запасних частинах. Так, при збільшенні передавального числа головної передачі на 15%, середня швидкість руху автомобіля, при якій потреба в запасних частинах буде найменшою, зменшиться на 7 ... 9%.

Потреба в запасних частинах залежить також від радіуса кочення колеса. З математичних моделей швидкості зношування сполучень двигуна і трансмісії видно, що r_k входить у вираз визначення постійних коефіцієнтів для даного

автомобіля в першому ступені. Розрахунки показують, що зі зменшенням радіуса кочення колеса на 10% внаслідок зносу протектора і зменшення тиску повітря в шині потреба в запасних частинах збільшується на 8 ... 9%.

Коефіцієнт корисної дії трансмісії залежить від технічного стану агрегатів і силової передачі. Для різних автомобілів він в середньому змінюється в межах 0,8 ... 0,9, а в залежності від технічного стану автомобіля ККД трансмісії може змінюватися на 10 ... 15%. У разі збільшення ККД трансмісії на 10% потреба в запасних частинах знижується на 4 ... 6%. Отже, при справному стані трансмісії, а також використання необхідних мастильних матеріалів знижує потребу в запасних частинах до силових агрегатів автомобіля.

При русі автомобіля на підвищеній швидкості значна частина енергії витрачається на подолання опору повітря. Це викликає додаткове навантаження на силові агрегати. Фактор обтічності визначається як добуток коефіцієнта опору повітря на лобову площу автомобіля F . Коефіцієнт опору повітря знаходимо з рівняння [8]

$$K = \left[\frac{\rho T_o P}{(2.5 + t) \rho_o} \right] C_x, \quad (2.33)$$

де $\rho_o = 0,125 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$, $T_o = 288 \text{ К}$,

C_x – безрозмірний коефіцієнт аеродинамічного опору,

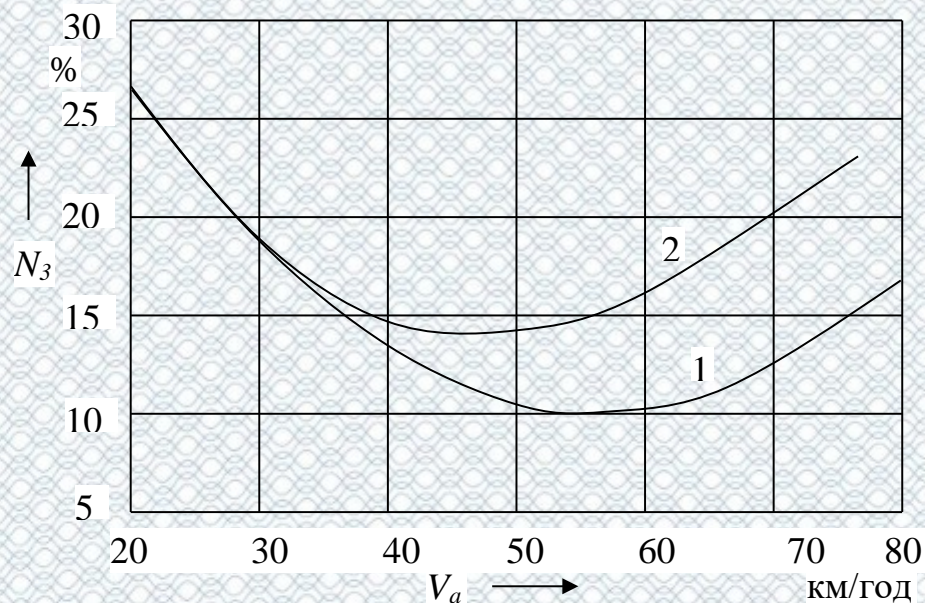
t - температура повітря, °С.

Коефіцієнт опору повітря для вантажного автомобіля знаходиться в межах 0,075...0,100. Взимку, коли температура $t = -25 \text{ }^\circ\text{С}$, щільність повітря, а, отже, і сила опору повітря на 18% більше, ніж при температурі $t_b = 15 \text{ }^\circ\text{С}$. Влітку при температурі $t = 30 \text{ }^\circ\text{С}$ вона нижче на 6%. Ці зміни необхідно враховувати, виконуючи розрахунки за потребою в запасних частинах. Якщо тиск повітря коливається в межах 740 ... 780 мм рт. ст. величину ρ/ρ_o можна прийняти постійною. Коефіцієнт аеродинамічного опору C_x в залежності від форми і силуету кузова для вантажного автомобіля змінюється в межах 0,6 ... 0,8.

Поліпшення аеродинамічних якостей автомобіля - резерв зниження потреби в запасних частинах до силових агрегатів. Наприклад, при зниженні для вантажних автомобілів C_x від 0,7 до 0,5 потреба в запасних частинах по двигуну і трансмісії знижується на 18%. Для автопоїздів потрібно враховувати опір повітря на кожен причіп. З достатньою точністю можна прийняти, що кожен причіп збільшує опір на 20% [8].

Висота автомобіля при перевезенні великогабаритних вантажів, контейнерів різко зростає, тому підвищується потреба в запасних частинах, пов'язана зі збільшенням опору повітря. При роботі автопоїздів з високими швидкостями руху (більше 60 км / ч) для зниження аеродинамічного опору встановлюють під кабіною автомобіля обтічники.

Застосування обтічників знижує потребу в запасних частинах в силових агрегатах до 14%. На рис. 2.2 показано зміну потреби в запасних частинах до силових агрегатів автомобілів МАЗ з різними значеннями фактора обтічності kF . Значення отримані розрахунковим шляхом.



1 - при наявності обтічника над кабіною; 2 - при відсутності обтічника

Рисунок 2.2 – Зміна витрати запасних частин для силових агрегатів автомобіля

МАЗ 6312

З рис. 2.2 випливає, що при малих швидкостях руху (20 ... 40 км / год) потреба в запасних частинах практично не залежить від фактора обтічності і її можна не враховувати. При великих швидкостях автомобіля (понад 60 км / год) потреба в запасних частинах в залежності від фактора обтічності збільшиться на 8 ... 12%, що дуже важливо враховувати при міжміських перевезеннях вантажів.

Вплив на потребу в запасних частинах до двигуна і трансмісії надає середня технічна швидкість руху автомобіля. При збільшенні швидкості руху автомобіля, а потім збільшується. Це пояснюється тим, що, з одного боку, швидкість обертання колінчастого вала двигуна на 1 км шляху зменшується, а з іншого - зростає середній ефективний тиск на подолання опору повітря. При малих швидкостях руху швидкість зношування сполучень силових агрегатів різко зростає, тому потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії зростає. При швидкості руху автомобіля $0,6 \dots 0,7 V_{\max}$ потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії найменша.

В цілому найменша потреба в запасних частинах спостерігається при оптимальній швидкості руху автомобіля (з урахуванням його завантаження) становить

$$V_{o n m} = \sqrt[3]{z G_a} \text{ км/ч,} \quad (2.34)$$

де $z = \frac{\left[V_h \cdot \eta_{TP} r_K \left(0,7 \cdot 10^{-2} i_K V_{\max} \right)^2 + 3,85 k F \right]}{0,14 k_{\Gamma} V_{\max}} \frac{\text{км}^3}{\text{ч}^3 \text{кг}}$ - постійний коефіцієнт для

даного автомобіля.

На рис. 2.3 показані залежності потреби в запасних частинах до двигуна і трансмісії автомобілів при різній завантаженості.

З рисунків видно, що в разі великих значень швидкості руху $V_a > 0,6 \dots 0,7 V_{\max}$ потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії більше, ніж при швидкості

$0,6...0,7V_{\max}$. При зменшенні швидкості руху потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії також збільшується.

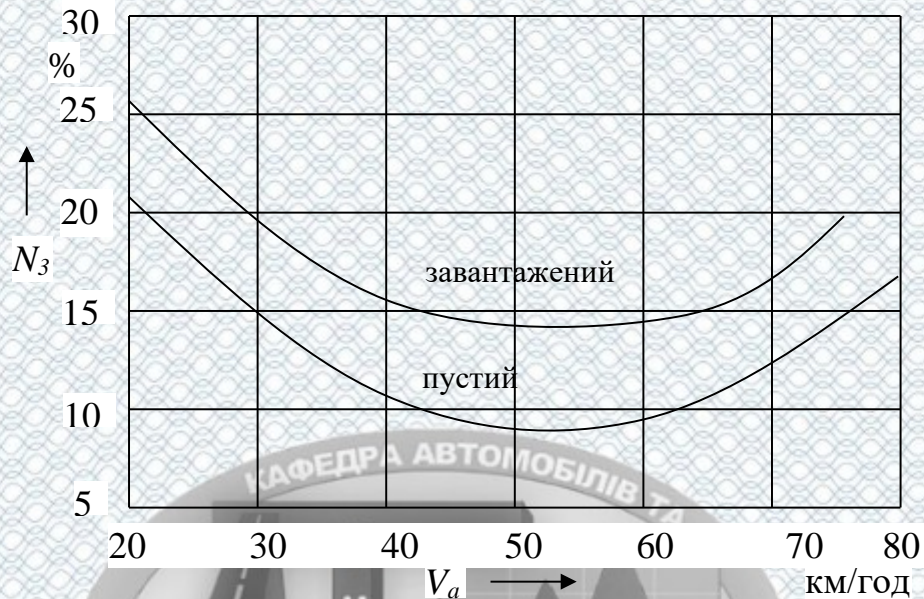


Рисунок 2.3 – Зміна потреби в запасних частинах до силових агрегатів автомобіля МАЗ 6312 від швидкості руху і маси автомобіля

Якщо швидкість автомобіля 20 км / год, то потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії збільшується в середньому в 3,5 рази в порівнянні з мінімальною потребою в запасних частинах при швидкості 50 ... 60 км / год.

З точки зору зниження потреби в запасних частинах, збільшення ресурсу силових агрегатів, паливної економічності і безпеки руху доцільно рухатися зі швидкістю $0,6...0,7 V_{\max}$. При збільшенні швидкості до максимальної потреба в запасних частинах до двигуна і трансмісії збільшується в 1,5 ... 2 рази. Таким чином, при раціональному виборі швидкостей руху можна домогтися значного зниження потреби в запасних частинах до двигуна і трансмісії.

Розглянемо, як впливає на потребу в запасних частинах до двигуна і трансмісії маса автомобіля.

Зі збільшенням маси автомобіля спостерігається збільшення потреби в запасних частинах до двигуна і трансмісії, а також зміщення зони найменшої потреби в запасних частинах до силових агрегатів в сторону більших значень

середньої технічної швидкості руху. Це пояснюється тим, що зі збільшенням маси автомобіля збільшується середній ефективний тиск в циліндрах двигуна і змінюється сумарна кількість обертів колінчастого вала двигуна на 1 км шляху.

Очевидно, що експлуатація автомобіля з більшим завантаженням (2 ... 3 причепа) доцільно на дорогах з удосконаленим покриттям, для яких коефіцієнт сумарного дорожнього опору мінімальний. Зі сказаного вище випливає, що в процесі експлуатації автомобілів можна домогтися зниження потреби в запасних частинах до двигуна і трансмісії в результаті вибору в різних межах середньої технічної швидкості руху, маси автомобіля і маршрутів з найменшим сумарним опором дороги. Цьому сприяє також застосування відповідних марок палива, масел, підвищення кваліфікації водіїв.

2.3 Новий підхід в оціненні потреби в запасних частинах для автотранспортних засобів

В процесі експлуатації працездатність агрегатів транспортних машин, відновлюють послідовною заміною новими деталями або відновленими. Саме запасні частини є одночасно і базою, і інструментом резервування надійності автомобілів через нерівноміцність деталей, сполучень силових агрегатів.

Оцінка потреби в запасних частинах проводиться за допомогою аналізу роботи автотранспортних засобів (АТЗ) за умовами експлуатації, що дозволяє визначити вплив особливостей роботи силових агрегатів в конкретних умовах на зміну потреби в запасних частинах конкретного найменування.

Передбачається також застосування дослідно-експериментального методу в тих випадках, коли на автотранспортному підприємстві експлуатується невелика кількість автомобілів даної моделі і розрахунково-статистичний метод не може бути застосований через відсутність фактичних даних про потребу в запасних частинах.

Пропонований аналітичний метод оцінки потреби в запасних частинах принципово відрізняється тим, що математична модель базується на швидкості зношування сполучень силових агрегатів, що враховує енергетичні витрати на виконання транспортної роботи, індивідуальні особливості і технічний стан конкретного автомобіля.

Потреба в запасних частинах еквівалентна кількості витраченого двигуном палива, яке характеризує енерговитрати на виконану транспортну роботу. Потреба в запасних частинах встановлюється за рівнянням

$$N_3 = \frac{0,01 \cdot H_l \cdot l_{cc} \cdot (1,045 - 0,003 \cdot t_g) \cdot n_3 \cdot D_{pn} \cdot \alpha_m}{Q_c \cdot K_p}, \quad (2.35)$$

де H_l – лінійна норма витрати палива, л/100 км;

l_{cc} – середньодобовий пробіг автомобіля, км;

t_g – Температура оточуючого повітря, °С;

n_3 – кількість деталей одного найменування, що встановлюються на автомобілі;

K_p – коефіцієнт обліку витрати ресурсу сполучень;

D_{pn} – дні роботи підприємства в році, дні;

α_m – коефіцієнт технічної готовності;

Q_c – сумарна витрата палива, еквівалентна ресурсу деталей (запасних частин), л.

Потреба в запасних частинах для АТЗ ґрунтується на навантажувально-швидкісному режимі роботи в заданих умовах. У зв'язку з цим середній ефективний тиск визначається при мінімальному значенні питомої витрати палива ($g_e = g_{e\min}$), а швидкість руху автомобіля прийнята рівною крейсерській, тобто $V_a = 0,7V_{\max}$. Ці умови відповідають найбільшому ресурсу деталей, вузлів і агрегатів.

З огляду на сказане вище, сумарна витрата палива за весь період експлуатації деталі, вузла, агрегату складе

$$Q_C = \frac{AL_H \cdot V_{\max}^2 \cdot q_{e\min}}{V_h \cdot \eta_{mp}} \cdot (0,011 \cdot G_{II} + 0,003 \cdot kF \cdot V_{\max}^2), \quad (2.36)$$

де A – постійний коефіцієнт для даного автомобіля;

V_{\max} – максимальна швидкість руху автомобіля, км / год;

V_h – об'єм двигуна, л;

$q_{e\min}$ – найменша питома витрата палива, г·кВт/год;

η_{mp} – ККД трансмісії;

G_{II} – вага порожнього автомобіля, Н;

kF – фактор обтічності автомобіля, Н·м².

Одним з важливих інструментів оптимізації потреби в запасних частинах є розрахунок оптимального розміру поставки запчастини конкретного найменування. Визначення економічного розміру замовлення на поставку запчастин засноване на мінімізації загальної вартості двох видів витрат, витрат на зберігання запчастин, прямо пропорційних кількості необхідних запчастин і витрат на розміщення замовлення, тобто загальні витрати складуть

$$C_{\text{обц}} = C_p + C_x + C_z, \quad (2.37)$$

де $C_{\text{обц}}$ – сумарні витрати за певний період часу (місяць, квартал, рік) грн.;

C_p – витрати на розміщення замовлення, грн.;

C_x – витрати на зберігання запасних частин, грн.;

C_z – витрати на закупівлю запасних частин, грн.

У розгорнутому вигляді формула (2.37) буде наступною

$$C_{\text{обц}} = \frac{z_3 N_z}{q} + \frac{C_z r q}{2} + N_z \cdot C_z, \quad (2.38)$$

де Z_3 – витрати на розміщення і виконання замовлення, грн.;

q – розмір одноразової партії деталей;

r – процентна ставка на зберігання запасних частин;

C_3 – ціна одиничної закупається деталі, грн.

Завдання визначення оптимального розміру поставки запасних частин, відповідного мінімальним сумарним витратам, полягає в пошуку мінімального значення функції шляхом дослідження. Мінімальне значення знаходиться в точці екстремуму. Досліджуючи функцію на інтервалі $(0; L_{кр})$ і диференціюючи її за розміром одноразової поставки (q) даного найменування деталі, похідну функції отримаємо у вигляді

$$C'_{обц} = \frac{3_3 N_3}{q^2} + \frac{r C_3 q}{2} + 0. \quad (2.39)$$

Для того, щоб стверджувати про знаходження екстремальної точки, перша похідна функції повинна мати рішення, а точка, в якій перша похідна дорівнює нулю, повинна бути стаціонарною. Тоді рівняння (2.39) має вигляд

$$-\frac{3_3 N_3}{q^2} + \frac{r C_3 q}{2} = 0. \quad (2.40)$$

Відповідно точка екстремуму функції, мінімум витрат і оптимальна кількість деталей необхідних на заданий період роботи рухомого складу буде знаходитися в точці q_{opt} . Вирішуючи рівняння (2.40) щодо q отримаємо

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{23_3 N_3}{r C_3}}. \quad (2.41)$$

Головний висновок, який стосується обмежень використання формули (2.41) полягає у тому, що функція витрат повинна бути безперечною і диференціюватися на інтервалі $(0; L_{кр})$. Відповідно завдання знаходження оптимальної кількості потрібних деталей буде вирішуватися на конкретний період. Зміна алгоритму розрахунку призводить до того, що у функції сумарних витрат з'являються точки розриву першого роду. Формально, така функція не підлягає диференціюванню. Рішення завдання полягає в пошуку мінімальних значень сумарних витрат на кожному з інтервалів між точками розриву і в самих точках. Але цей метод не буде дослідженням функції, а методом перебору значень. З огляду на зовнішні умови і період роботи АТЗ, оптимальна партія необхідних значень по групах складе

$$q_{opt} = \sqrt{\frac{0,02 \cdot 3_z H_{лcc} (1,045 - 0,003 t_B) n_z D_p \alpha_m}{r \Pi_z Q_c K_p}}, \quad (2.42)$$

де D_p – планований період роботи рухомого складу, дн.

Для визначення потреби в запасних частинах доцільно додатково розраховувати показники активності їх використання (попиту). Комплексний показник активності (тобто попиту) запасних частин A^t_k , що складається з коефіцієнта активності поставок (q) і попиту (s) будь-якої запасної частини в t -м ретроспективному інтервалі експлуатації АТЗ, розраховується за формулами:

$$A^t(q)_k = \sum_{i=1}^k \gamma^t(q) \cdot M^t(q) i, \quad (2.43)$$

$$A^t(s)_k = \sum_{i=1}^k \gamma^t(s) i \cdot M^t(s) i, \quad (2.44)$$

де $M'(q)ik$, $M'(S)ik$ - пріоритет k -го агрегата, системи по i -й деталі відповідно процесам поставок і витрати;

$\gamma'(q)i$, $\gamma'(S)i$ - коефіцієнти відносної важливості i -ї деталі характеристики поставок і витрати.

Аналіз аналітичного виразу комплексного показника показав, що процеси поставок і витрати запасних частин досить описувати такими характеристиками: об'єм (q , s), частота (n_q , n_s), середньозважений інтервал (\overline{Uq} , \overline{Us}). Чим більше обсяг і частота поставок (попиту) конкретної деталі, вузла, тим вище їх пріоритет щодо інших деталей, так як вона активніше використовується при обслуговуванні та ремонті АТЗ; для \overline{Uq} и \overline{Us} - зворотна залежність.

Коефіцієнт активності використання k -ї деталі в t -м ретроспективному інтервалі експлуатації АТЗ (декада, місяць, квартал) дорівнює сумі коефіцієнтів активності поставок і витрати:

$$A_k^t = A^t(q)k + A^t(S)k \quad (2.45)$$

Комплексний коефіцієнт активності використання k -го агрегата, системи в ретроспективному періоді має вид:

$$Ak = \sum_t A_k^t \quad (2.46)$$

Необхідною умовою обґрунтованої оцінки рівня використання запасних частин транспортними підприємствами і прийняття рішення по оперативному обґрунтуванню потреби в межах СТО або АТП є оцінка інтенсивності використання номенклатури запасних частин АТЗ. Для цього слід застосувати коефіцієнт інтенсивності використання номенклатури запасних частин, який визначається як відношення обсягу реалізації зі складу за аналізований період і надходження на склад протягом даного періоду

$$K_{uz} = \frac{Q}{O_c + \Pi_p}, \quad (2.47)$$

де Q – витрата запасних частин; O_c – початковий залишок запасних частин; Π_p – надходження запасних частин.

Очевидно, коефіцієнт K_{uz} краще відображає використання запасних частин протягом року, ніж коефіцієнт оборотності. Віддалення величини K_{uz} від нуля означає активізацію використання деталей, але це зростання лише до певної межі можна вважати позитивним. Ця ситуація відповідає двом якісно різним випадкам задоволення потреб, тобто $K_{uz}=1,0$ може означати, що має місце повне задоволення потреб в запасних частинах або повне використання запасних частин, що надійшли протягом обумовленого періоду, і початкового залишку. В іншому випадку, рівність одиниці означає повне використання запасних частин, що надійшли протягом певного періоду (року, кварталу, місяця) і початкового залишку, проте цього може виявитися недостатньо для повного задоволення попиту і виникає дефіцит. Тому рівняння (2.47) представимо з урахуванням витрат палива на момент планування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

$$K_{исп} = \frac{H_{лcc} B}{Q_{изр} \cdot (O_c + \Pi_p)}, \quad (2.48)$$

де $B = \frac{0,01(1,045 - 0,03t_B)n_3 D_{pn} \alpha_T}{Q_c K_p}$ - постійна складова для заданих умов експлуатації.

З рівняння (2.48) випливає, що ефективність системи поставок запасних частин буде, якщо $K_{исп} > 1,0$. Це можливо в разі

$$O_c = \frac{H_{лc} B}{Q_{узр}} - \Pi_p \geq 1,0, \quad (2.49)$$

Тобто надходження запасних частин за заданий проміжок часу експлуатації транспортних машин не повинно перевищувати

$$P_p \leq \frac{H l_c B}{Q_{uzp}}. \quad (2.50)$$

У зв'язку з цим доцільно використовувати коефіцієнт попиту запасних частин за певний період

$$K_{cp} = \frac{N_{zc} - P_p}{C}, \quad (2.51)$$

де N_{zc} – попит на запасні частини протягом планового періоду;

P_p – надходження запасних частин протягом планового періоду.

Усі вхідні в номенклатуру запасні частини, що зберігаються на складі, виходячи з вимог експлуатації автомобілів, видів виконуваних послуг і умов роботи АТП, СТО, діляться по їх функціональному призначенню на три групи: А, В і С. До груп А і В належать запасні частини, необхідні для проведення робіт з технічного обслуговування і ремонту автомобілів та усунення несправностей вузлів і механізмів, що забезпечують безпеку руху, охорону навколишнього середовища та економію паливо - мастильних матеріалів. До групи С відносяться запасні частини, які необхідні для проведення робіт по усуненню несправностей автомобілів, крім номенклатури, що входить в групи А і В. Критерієм віднесення деталі до відповідної групи є коефіцієнт оборотності

$$K_o = \frac{K_3}{K_{ск}}, \quad (2.52)$$

де K_3 – кількість деталей, які потребували заміни за певний період;

$K_{ск}$ – кількість деталей даного найменування, які пройшли через склад.

При $K_o = 1,5 \dots 5,0$ деталь відноситься до групи В, а при K_o більше 5,0 – до групи А або при менших значеннях K_o – до групи С. Процентне утримання груп А, В, С, знаходяться на складі, і чисельні значення коефіцієнта K_o уточнюються по кожному АТП, СТО після початку експлуатації складу і постійно коригується. Зношені деталі (агрегати) в процесі виконання технічного обслуговування і усунення несправностей попередньо дефектуються і повертаються на фірму для подальшого відновлення (при можливості). Номенклатура запасних частин груп А і В, наявних на центральному складі за заявкою клієнтів, витрачається в основному через склад СТО, АТП. В окремих випадках допускається видача запасних частин зі складу СТО як продукції з урахуванням вартості доставки.

Індивідуальний підхід до визначення потреби в запасних частинах недоцільно використовувати по всіх деталях, вузлах автомобіля, так як зазвичай це пов'язано з великими витратами часу і праці. Тому доцільно проводити такий розрахунок тільки для тих деталей, вузлів і агрегатів, які мають найбільш важливу роль в підтримці технічного стану автомобілів. По А, В, С - аналізу всі деталі, що утворюють запасні частини до силових агрегатів поділяються на три групи: А - нечисленні, але найбільш затребувані запасні частини, на які припадає більша частина вкладень (75-80%); В - запасні частини, які є другорядними і затребувані в меншій мірі, ніж запчастини групи А. Зазвичай на придбання деталей групи В витрачається до 20%; С - складають значну частину номенклатури всіх використовуваних запасних частин, але ці деталі недорогі, і на них припадає менша частина вкладень в запаси (5%).

Аналіз XYZ використовується для оцінки значущості запчастин в залежності від частоти їх споживання на підприємстві. Він дозволяє виявити групи деталей і комплектуючих, на які є постійний і стабільний попит на підприємстві, витрата яких піддана коливанням, а також ті, витрата яких носить випадковий характер. На основі аналізу формуються групи X, Y і Z.

X – деталі, споживання яких носить постійний характер або піддано випадковим і незначним коливанням, а тому з високою точністю піддається

прогнозуванню. Питома вага цих деталей в загальній номенклатурі зазвичай не перевищує 50%. Ці матеріали при розрахунках показують найнезначніші коефіцієнти варіації споживання (0-10).

Y – деталі, попит на які або здійснюється періодично, або в перебігу року зростає або убиває. Прогнозування попиту на ці деталі має нижчу ступінь точності. Питома вага їх у загальному обсязі – 30%.

Z – деталі, за якими неможливо виявити закономірність в споживанні, тому прогнозування їх витрати теж практично неможливо. Ці ресурси становлять 15% всієї номенклатури споживаних на підприємствах.

Основним критерієм, за допомогою якого можна віднести товар до тієї чи іншої групи є коефіцієнт варіації:

$$v = (\delta / n_{cp}) \cdot 100, \quad (2.53)$$

де v – коефіцієнт варіації споживання матеріальних ресурсів (чим він нижчий, тим більш прогнозованим є споживання);

δ – середнє відхилення, що визначає ступінь фактичної витрати матеріальних ресурсів у порівнянні з його середньою величиною в звітному періоді;

n_{cp} – середня величина витрачання матеріалів за період.

Методика проведення XYZ - аналізу включає етапи:

1. Встановлюється середня витрата кожної деталі за ряд місяців або кварталів.
2. Розраховується середньоквадратичне відхилення попиту на деталі від його середньої величини.
3. Розраховується коефіцієнт варіації по кожній деталі.
4. Деталі, вузли розташовуються у напрямку зниження коефіцієнта варіації.
5. Дані про кількість деталей підсумовуються і розподіляються по групах в залежності від значень коефіцієнта варіації.

Таким чином, XYZ - аналіз є засобом прийняття рішень при плануванні попиту на запчастини. В результаті аналізу для деталей, які потрапили до групи X, рекомендується здійснювати закупівлі відповідно до запланованих потреб, які розраховуються на підставі індивідуальних норм витрати запчастин при технічному обслуговуванні та ремонті автомобіля. Відносно деталей, які потрапили до групи Y, можливе створення сезонних запасів відповідно до нормативів. У групі Z матеріали повинні бути придбані тільки в міру виникнення потреби в них. Створення запасів цих ресурсів вважається неприпустимим.

2.4 Результати експериментальних досліджень

Перевірка і реалізація розроблених теоретичних положень щодо прогнозування потреби в ЗЧ деталей сполучень двигунів і трансмісій вантажних автомобілів потребувала проведення експериментальних досліджень, в результаті яких отримані необхідні дані, що дозволяють оцінити придатність побудованої математичної моделі прогнозування в реальних умовах експлуатації.

Експериментальні методи дослідження розрізняють лабораторні, дорожні, експлуатаційні. З аналізу існуючих методів експериментальних досліджень випливає, що лише по лабораторним і за даними експлуатаційних випробувань, незважаючи на їх тривалість, можна отримати досить повну і надійну інформацію про якість і властивості досліджуваних об'єктів або процесів. В ході експлуатаційних випробувань проводиться накопичення даних про відмови, зноси і несправності, та іншої необхідної інформації за весь період спостережень за підконтрольної партією досліджуваних силових агрегатів, що і є основою для побудови фізичної моделі досліджуваного процесу. Збір інформації про умови руху автомобілів і її обробка, аналіз здійснювалися за допомогою вбудованої інформаційно-виміральної системи (бортового комп'ютера МК-93).

За виміряним значенням параметрів і поточного часу пристрій обробки інформації обчислює ряд параметрів, необхідних для оцінки зовнішніх умов роботи автомобіля. Так, шляхом диференціювання шляху по часу визначається швидкість руху автомобіля, шляхом диференціювання кількості витраченого палива за часом - витрата палива, а з пройденого шляху - витрата палива на 100 км. Шляхом інтегрування визначаються пройдений шлях і загальна кількість витраченого палива. Часові інтервали для інтегрування і диференціювання параметрів задавалися таймером і встановлювалися на заданий період вимірювань. У табл. 2.4 представлені параметри, які вимірювалися і розраховувалися інформаційно-вимірювальною системою і надавалися водієві на дисплей. Режим роботи дослідного автомобіля і порядок виведення параметрів на дисплей задавалися з пульта управління (клавіатури).

Таблиця 2.4 – Параметри, розраховані інформаційно-вимірювальною системою автомобіля

Параметр	Клавіша вибору	Межі значень	Клавіша відліку
Поточний час доби, год-хв	«Н»	00,00...23,59	1
Поточна витрата палива, л/100 км	«МОМ»	0...62,5	0,1
Середня витрата палива за поїздку, л/100 км	«L/100»	0...99,9	0,1
Сумарна витрата палива за поїздку, л	«L»	0...624,9	0,1
Пробіг поїздки, км	«КМ»	0...999,9	0,1
Середня швидкість поїздки, км / год	«КМ/Н»	0...199,9	0,1
Час поїздки, год-хв	«Т»	00,00...99,59	1

Обробка отриманої інформації здійснювалася за програмами, закладеними в пам'ять МП. Включення системи в роботу здійснювалося через вимикач замку запалювання. Резервний оперативно-запам'ятовуючий пристрій (ОЗУ) постійно підключено до мережі живлення, що забезпечувало збереження необхідної інформації при виключенні замку запалювання. На рисунках 2.4-2.8 представлений загальний вид бортового комп'ютера, датчики витрати палива і швидкості руху автомобіля, схема підключення бортового комп'ютера, а також

принципова схема інформаційно - вимірювальної системи. На схемі вказані датчики D_n і $D_{p.m}$; формувачі сигналів від датчиків витрати палива і швидкості, що включають в себе фільтри Z_1 , Z_2 і обмежувачі сигналів $U_1...U_3$; мікропроцесор, дисплей і клавіатура.



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд бортового комп'ютера



Рисунок 2.5 – Датчик пройденого шляху



Рисунок 2.6 – Датчик витрати палива

Режим виведення параметра на чотирьохрозрядний індикатор НГ визначається положенням перемикачів на пульті управління, яке встановлюється за допомогою сигнальних світлодіодних індикаторів HL1 ... HL10. Вимірювальні перетворювачі об'єднані в одній мікросхемі з МП. Конструктивно плати процесорного блоку, клавіатури, індикатора і блоку живлення розміщені в пластмасовому кожусі, на лицьовій панелі якого поміщені кнопки управління, світлодіоди і табло цифрового індикатора. Датчик кількості палива встановлювався в паливну магістраль між паливним баком і насосом. Він перетворює витрата палива F_m в (одиничний) n – розрядний код N_1^n . Цей датчик має коефіцієнт перетворення 16000 імпульсів на 1 л палива, що протікає. Датчик шляху встановлюється на привід спідометра біля коробки передач. Він перетворює кутове переміщення колеса, відповідне лінійному переміщенню G автомобіля, в унітарний (одиничний) m - розрядний код N_1^m . Датчик виробляє 10 імпульсів на один оборот валу спідометра, що відповідає одному метру пройденого шляху. Вихідні сигнали від датчиків витрати палива і шляху, пройденого автомобілем, надходили на МП через формувачі імпульсів, що складаються з вихідних фільтрів Z_1 , Z_2 та обмежувачів U_1 , U_2 .

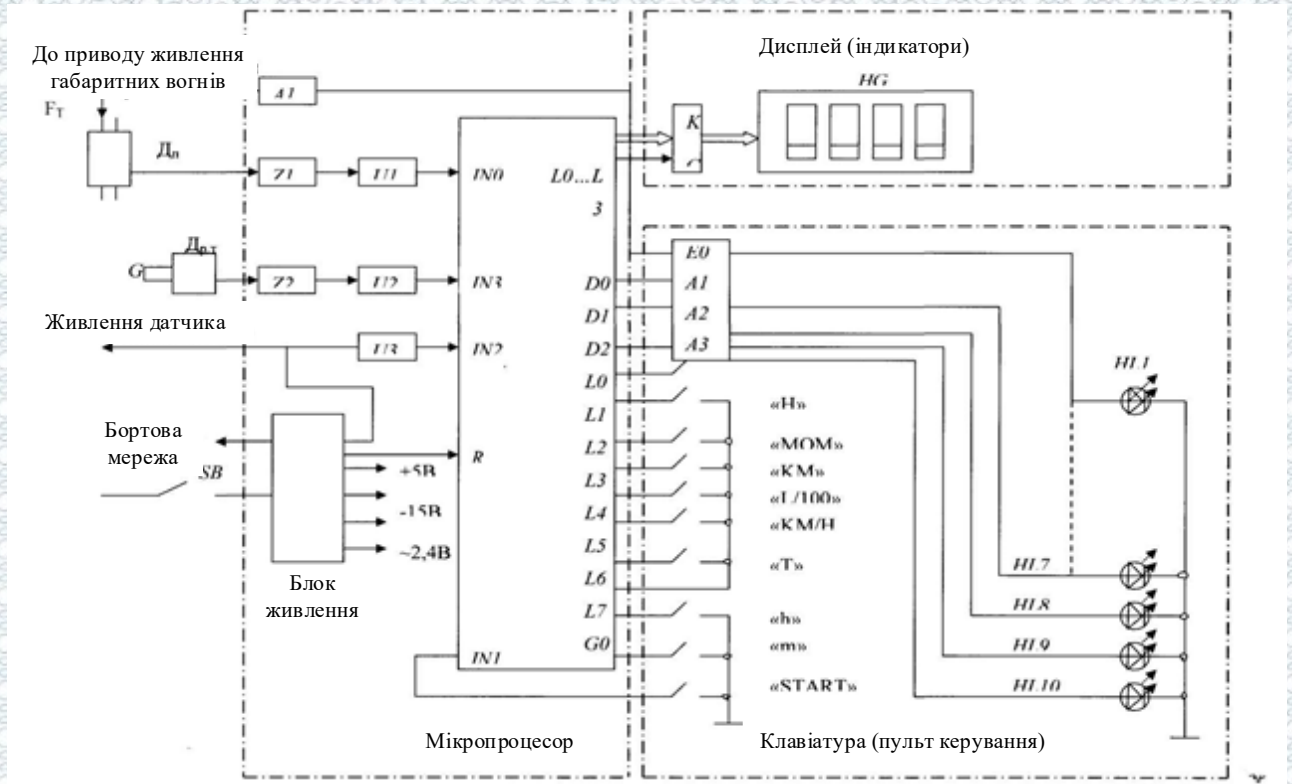
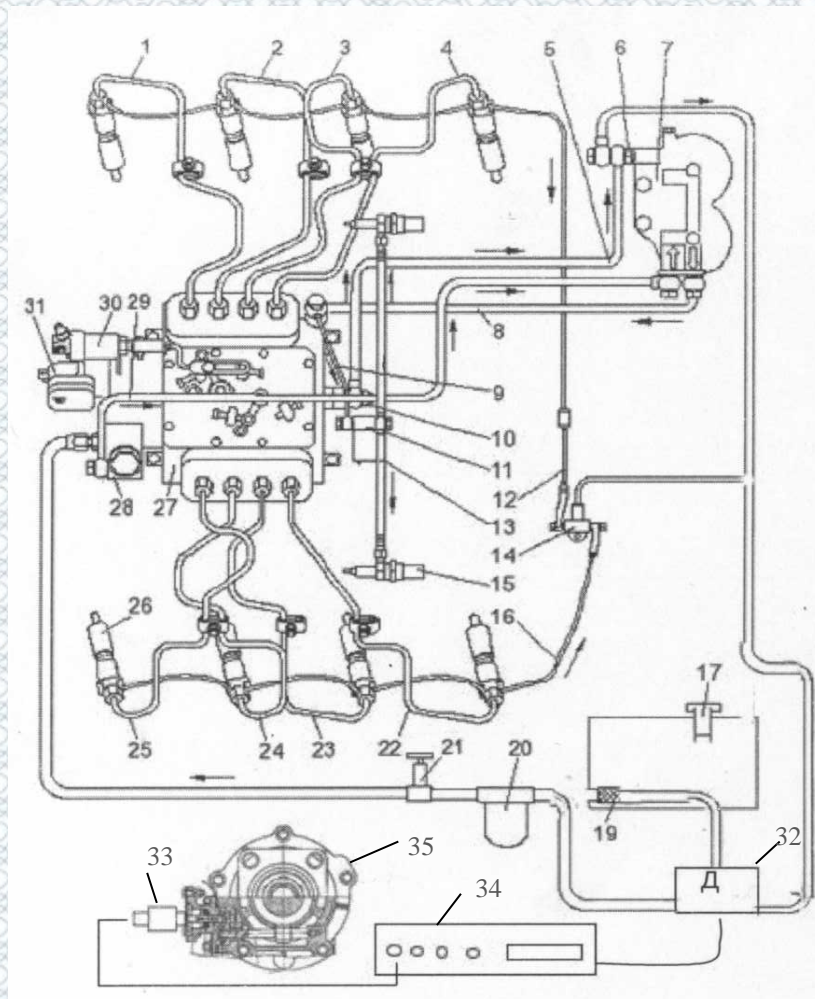


Рисунок 2.7 – Принципова схема маршрутного комп'ютера





1-4, 22-25 - паливні трубки високого тиску; 5 - відвідна трубка паливного насоса; 6 - клапан-жиклер; 7 - фільтр тонкого очищення палива; 8 - підвідна паливна трубка ТНВД; 9 - трубка підведення палива до клапану ЕФУ; 10 - перепускний клапан ТНВД; 11 - клапан ЕФУ; 12 - трубка паливна дренажна форсунок правих головок; 13 - трубка паливна від магнітного клапана до свічок ЕФУ; 14 - трійник; 15 - свічка ЕФУ; 16 - трубка паливна дренажна форсунок лівих головок; 17 - заправна горловина з сітчастим фільтром; 18 - паливний бак; 19 - паливозабірні трубка з сітчастим фільтром; 20 - фільтр грубого очищення палива; 21 - насос передпусковий прокачування палива; 26 - форсунка; 27 - ТНВД; 28 - паливопідкачувальний насос; 29 - відвідна паливна трубка ТНВД; 30 - пневматичний циліндр зупинки двигуна; 31 - коректор подачі палива по тиску надувочного повітря; 32 - датчик витрати палива; 33 - датчик швидкості; 34 - бортовий комп'ютер; 35 - КПП

Рисунок 2.8 – Схема підключення бортового комп'ютера

Сигнал від замка запалювання *SB* надходить на блок живлення і переводить МП з режиму чергування в робочий. Всі вузли процесора і датчики живляться від стабілізованого джерела живлення, підключеного до бортової мережі автомобіля, що забезпечує напруги: +5 В, - 15 В і ~ 2,4 В для живлення

люмінесцентного індикатора. При русі автомобіля МП відповідно до записаної в ньому програми обробляє інформацію, що міститься в сигналах, які надходять з датчиків шляху і витрати палива, а також від годинника, що перебуває всередині МП. На підставі отриманих даних розраховувалися параметри, що характеризують умови роботи силових агрегатів.

Транспортна машина, як об'єкт дослідження при впливі різних факторів є погано організованою системою, тобто дифузійною, в якій важко виділити ступінь впливу певних факторів. Основним методом дослідження таких систем є статистичний [49].

Основною метою даного експериментального дослідження є отримання необхідної статистичної інформації та відповідна обробка її для визначення фактичної потреби в запасних частинах і характеристик надійності силових агрегатів в різних умовах експлуатації, а також для перевірки математичної моделі методу прогнозування потреби в запасних частинах.

Для здійснення статистичного дослідження були виконані наступні етапи:

- виявлення і формулювання основних вимог до статистичної інформації та методикою її збору;
- вибір методики обробки статистичної інформації;
- аналіз отриманих результатів.

З метою отримання обґрунтованих даних, необхідних для побудови моделі оптимального прогнозування потреби в запасних частинах, статистична інформація повинна відповідати таким вимогам:

- відомості, що збираються повинні бути достовірними;
- інформація повинна бути повною. В статистичній інформації повинні знаходити відображення зовнішні умови (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні, культура експлуатації), а також витрата палива, швидкість руху, завантаження, пробіг і момент виникнення відмови тощо;
- збір інформації повинен проводитися своєчасно і регулярно, тобто інформація повинна бути безперервною;

- матеріали спостережень повинні заноситися до єдиних форм обліку.

З урахуванням вищезазначених вимог і вимог ГОСТ 27.310-95, ДСТУ 3004-95, була розроблена форма обліку напрацювань, пошкоджень і відмов. Форма передбачає облік кожного відмови (поломка, знос, порушення і т.п.), пробіг автомобіля, сумарний витрата палива до моменту виникнення відмови, причину і коротку характеристику природи виникнення відмови, умови експлуатації.

Завдання перевірки коректності побудованої математичної моделі прогнозування потреби в запасних частинах полягає в доказі правильності покладеного в основу побудови моделі допущення про те, що критерієм втрати працездатності силових агрегатів є знос сполучень механізмів, і встановлення адекватності результатів, отриманих при розрахунку по математичної моделі в процесі експлуатації. Відповідно до поставлених цілей і завдань експлуатаційні дослідження проводилися в два етапи: підконтрольна експлуатація; експлуатаційні спостереження.

Перший етап проводився для перевірки прийнятого допущення про критерії виходу з ладу деталей силових агрегатів і визначення чисельних значень швидкості зношування, а також характеристик умов експлуатації, що входять в розрахункові залежності. Завданням другого етапу експлуатаційних досліджень була перевірка застосовності отриманих розрахункових залежностей прогнозування потреби в запасних частинах в реальних умовах експлуатації.

В основу експлуатаційних досліджень були покладені звітні дані товариства з обмеженою відповідальністю «Вінницька птахофабрика» місто Ладизин.

Спостереження велися за силовими агрегатами (двигун, коробка передач, головна передача) автомобілів, що працюють в різних експлуатаційних умовах. Для диференціювання режимів роботи за умовами експлуатації були визначені дві характеристики групи автомобілів по переважній експлуатації: на замських (міжміських, міжнародних) і міських дорогах.

При дослідженнях надійності сполучень двигуна і трансмісії буває невідомо, яким законом розподілу може підкоритися досліджуваний параметр. В цьому

випадку рекомендується визначати число підконтрольних N сполучень, деталей по наближеною формулі:

$$N = \lg(1 - P_x) / \lg(1 - \varepsilon_x) \quad (2.54)$$

Обробка дослідних даних про технічний стан і показників умов експлуатації силових агрегатів автомобілів заснована на використанні основних завдань математичної статистики, метою якої є знаходження параметрів і визначення закону розподілу, найбільш точно описує статистичний матеріал. Методика рішення задач обробки вихідних даних про надійність силових агрегатів автомобілів розроблена [50, 51] і включає процеси отримання і обробки даних, які діляться на блоки (рис. 2.9): 1 - збір даних про технічний стан і їх систематизація; 2 - статистична обробка вибірок для визначення параметрів і видів законів розподілу; 3 - визначення параметрів генеральної сукупності; 4 - розробка висновків і пропозицій по номенклатурі запасних частин.

На підставі зібраних даних по вивченню потреби в запасних частинах контрольних груп автомобілів ПАЗ (48 одиниць) і МАЗ (40 одиниці) побудовані діаграми накопичених частот, розподілу пробігів до заміни запасних частин по групах А, В, С для силових агрегатів, а також розподілу витрат часу на поставки запасних частин. Для досягнення поставленої в роботі мети був проведений збір даних по деталях, що вимагає заміни при виникненні дефектів і несправностей в силових агрегатах; виконані розрахунки характеристик розподілу пробігів і сумарної витрати палива при яких потрібна заміна деталей і встановлені закономірності в їх потреби; проаналізовані та узагальнені отримані результати.

Спостережуваний в експлуатації попит на запасні частини по групах А, В, С, викликаний причиною втрати працездатності силових агрегатів, яку з системних позицій слід розділити на п'ять основних груп:

- погіршення показників екологічної безпеки (підвищена токсичність відпрацьованих газів);

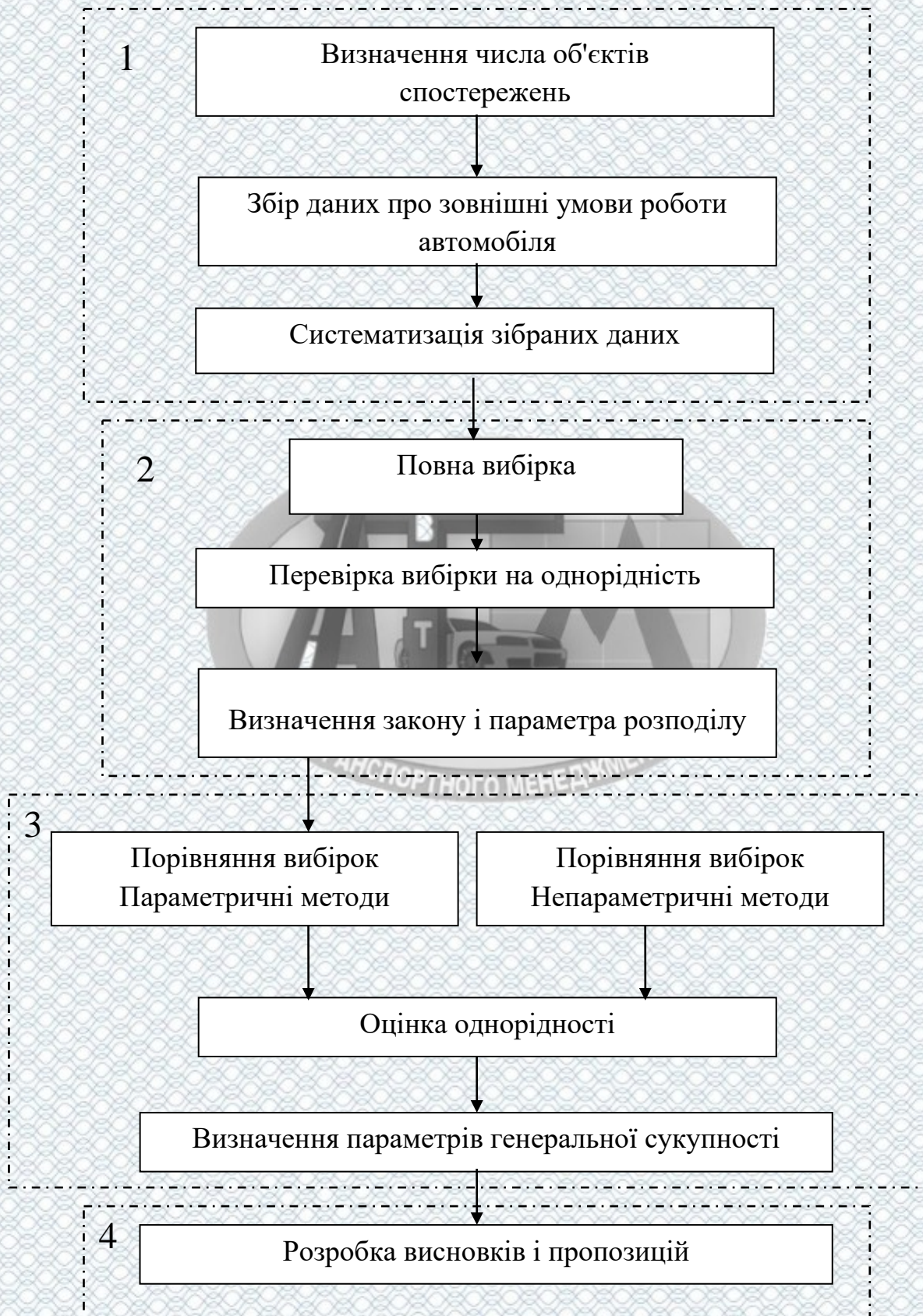
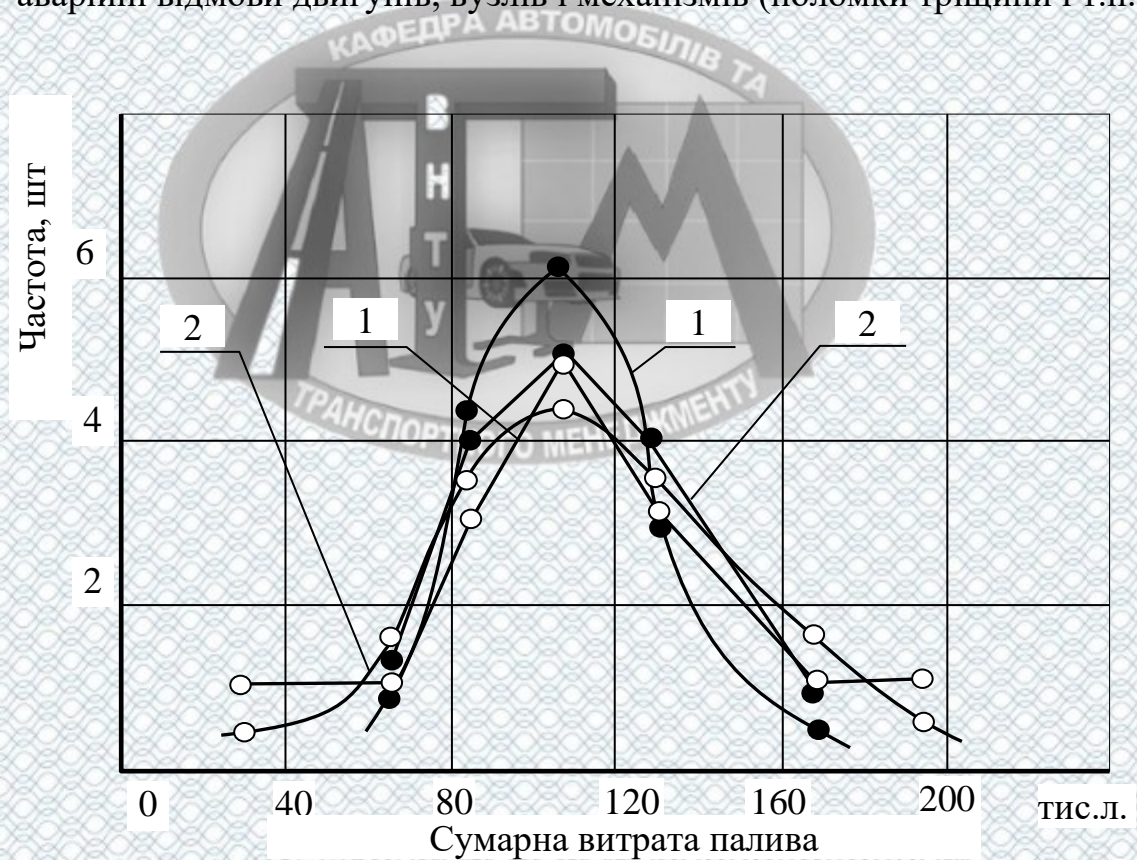


Рисунок 2.9 – Принципова схема обробки даних по вивченню потреби в запасних частинах

- зниження експлуатаційних якостей, тягово-економічних показників;
- зміна параметрів робочих і супутніх процесів: розгерметизація камер внутрішнього згоряння, систем охолодження і змащення, втрата працездатності змащувального середовища агрегатів (через збільшення концентрації продуктів зносу в ньому, її окислення і забруднення); перегрів або підвищена вібрація двигуна, коробки передач і ведучих мостів;
- зміна геометричних параметрів: зміна зазорів і люфтів, перекося осей ведучих мостів;
- аварійні відмови двигунів, вузлів і механізмів (поломки тріщини і т.п.).



1 – полігон розподілу;

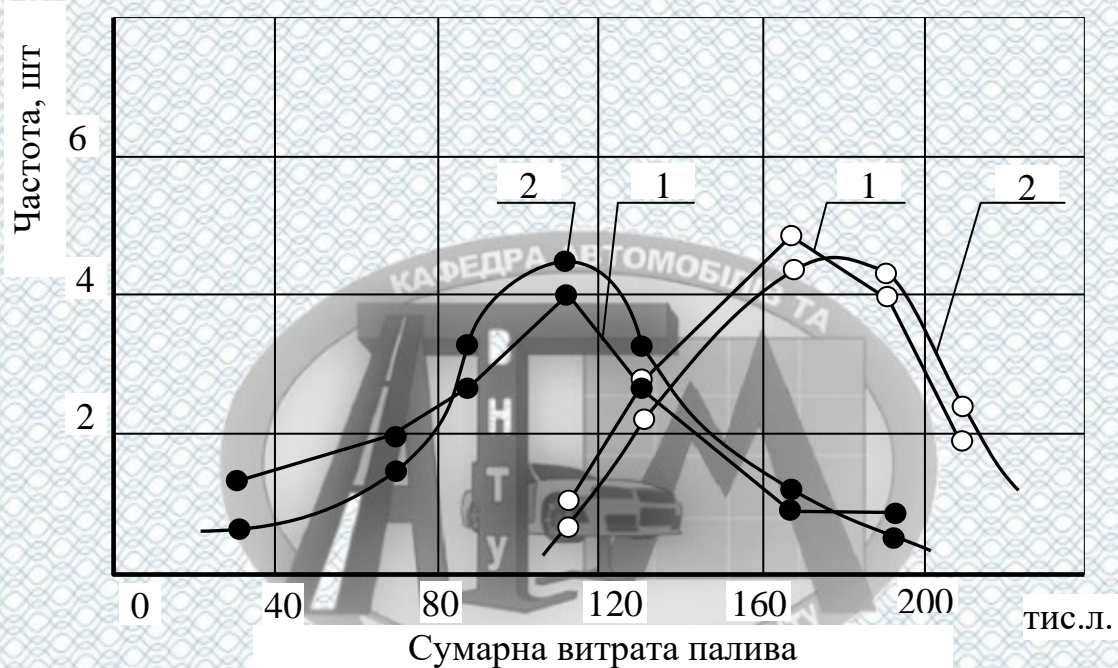
2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.

○ – деталі середнього моста;

● – деталі заднього моста

Рисунок 2.10 – Розподіл попиту на деталі групи А ведучих мостів автомобіля МАЗ

В результаті експлуатаційних спостережень була отримана статистична інформація про потреби в запасних частинах до силових агрегатів. Деталі групи В автомобілів МАЗ більш довговічні з даної групи основних деталей силових агрегатів. Ресурс деталей групи С приблизно однаковий для обраних категорій експлуатації.



1 – полігон розподілу;

2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.

—○— – деталі групи С;

—●— – деталі групи В.

Рисунок 2.11 – Розподіл попиту на деталі групи В і С двигуна АТЗ

Розрахунок статистичних характеристик емпіричних рядів і вирівнювання емпіричних частот по найбільш поширеним теоретичним законам на ЕОМ показав гарну згоду дослідного розподілу теоретичному нормальному закону з наступними значеннями його параметрів:

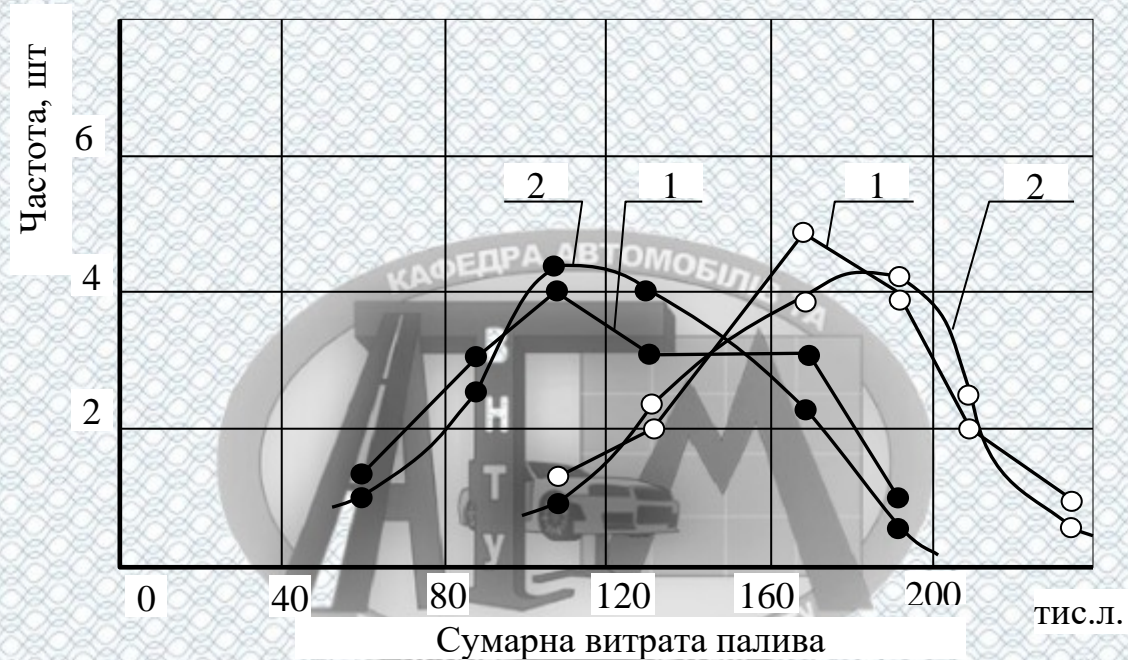
– для автомобілів першої групи – $Q_{\text{сум}} = 162000$ л,

$\delta = 6900$ л. і $V = 0,213$;

– для автомобілів другої групи – $Q_{\text{сум}} = 170000$ л,

$$\delta = 10500 \text{ л.} \quad i = V = 0,30.$$

На рис. 2.12 показані полігон розподілу і диференціальна функція теоретичного закону розподілу попиту на деталі групи А силових агрегатів автомобілів МАЗ, що експлуатуються в обраних категоріях експлуатації.



1 – полігон розподілу;

2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.

○ – деталі коробки передач;

● – деталі головної передачі.

Рисунок 2.12 – Розподіл попиту на деталі групи А головної передачі і коробки передач

Для оцінки близькості дослідного розподілу до теоретичного закону був застосований критерій згоди Пірсона – χ^2 , чисельне значення якого для групи автомобілів, які не були в капітальному ремонті, склало $\chi^2 = 1,1$, а для автомобілів, які пройшли капітальний ремонт, $\chi^2 = 1,9$. Ймовірність збігу дослідних і теоретичних даних, тобто ймовірність підпорядкування їх закону нормального розподілу при чисельному значенні $\chi^2 = 1,1$ склала 61%, а для

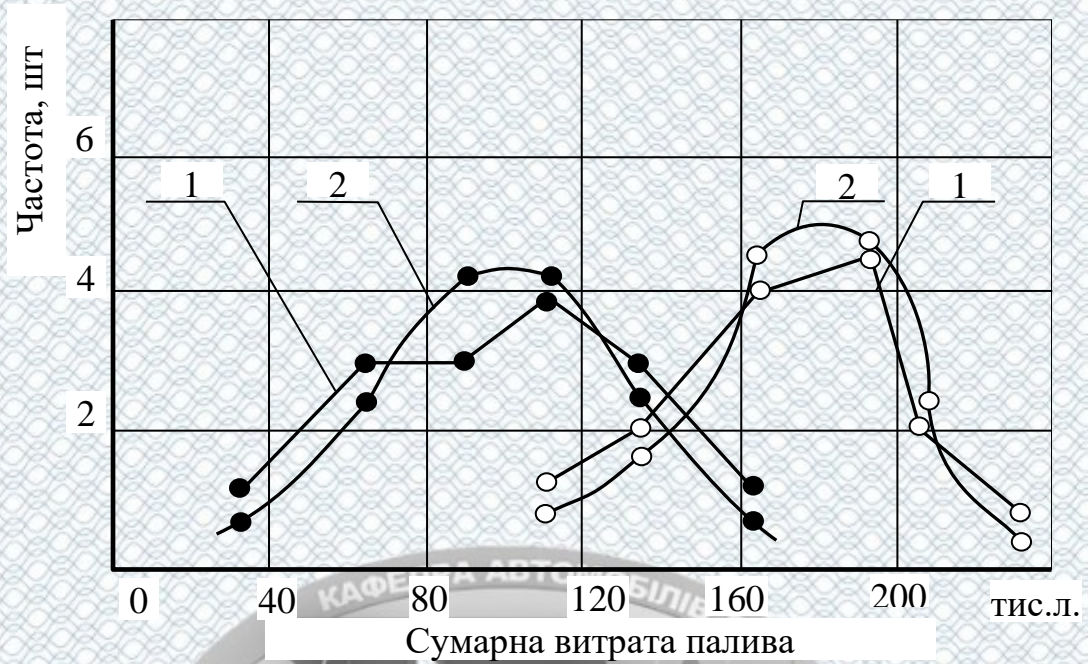
$\chi^2 = 1,9$ – 93%. Критичною ймовірністю збігу прийнято вважати ймовірність 10% [49]. Якщо ймовірності менше 10%, обраний теоретичний закон вважається непридатним. Таким чином, можна стверджувати, що дослідні дані про попит на запасні частини групи С автомобілів МАЗ добре узгоджуються з теоретичним нормальним законом, обчислені параметри якого наведені в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристика розподілу потреби на запасні частини групи С силових агрегатів автомобілів, що працюють в різних умовах експлуатації

Найменування силових агрегатів	Характеристика розподілу потреби в запасних частинах до силових агрегатів						Теоретичний закон розподілу
	Середнє значення $Q_{сум}$ тис.	Границі при $P_k = 0,9$		Середнє квадратичне відхилення, δ тис. л	Коефіцієнт варіації, V	Критерій згоди, χ^2	
		нижня $Q_{сум}^n$ тис.	верхня $Q_{сум}^в$ тис.				
Циліндро-поршнева група	<u>108,0</u> 113,0	<u>98,26</u> 98,15	<u>117,72</u> 127,84	<u>23,0</u> 35,0	<u>0,21</u> 0,30	<u>1,1</u> 1,9	Нормальний
Кривошипно-шатунний механізм	<u>173,0</u> 111,0	<u>160,70</u> 95,72	<u>185,30</u> 126,27	<u>28,0</u> 36,0	<u>0,16</u> 0,32	<u>0,5</u> 1,0	Нормальний
Коробка передач	<u>176,0</u> 122,0	<u>161,58</u> 107,6	<u>190,42</u> 126,42	<u>34,0</u> 34,0	<u>0,19</u> 0,28	<u>0,6</u> 0,7	Нормальний
Ведучий міст	<u>117,0</u> 152,0	<u>107,67</u> 139,3	<u>126,33</u> 164,7	<u>22,0</u> 30,0	<u>0,18</u> 0,20	<u>2,5</u> 1,7	Нормальний

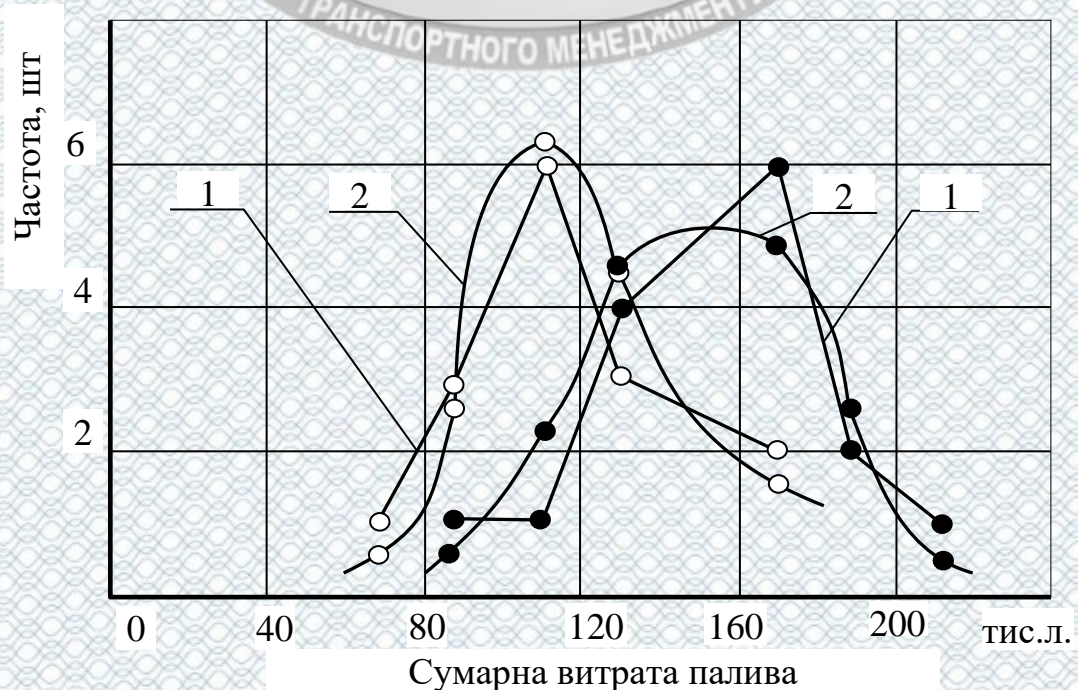
У чисельнику значення, отримані при роботі автомобілів в першій групі умов експлуатації, в знаменнику - у другій групі.

Порівнюючи отримані результати статистичної обробки даних експериментальних спостережень для деталей груп С автомобілів нових з результатами для автомобілів, які пройшли капітальний ремонт силових агрегатів, що величини $Q_{сум}^{кр}$, $Q_{сум}^n$ відрізняються незначно. Це говорить про те, що висновки, зроблені про попит на запасні частини групи С, правомірні і для силових агрегатів, які пройшли КР, тому що попит на ці деталі приблизно однаковий.



1 – полігон розподілу; 2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.
 ○ – деталі групи С; ● – деталі групи В;

Рисунок 2.13 – Розподіл попиту на деталі групи В, С коробки передач автомобіля МАЗ



1 – полігон розподілу; 2 – диференціальна функція теоретичного закону розподілу.
 ○ – деталі групи С; ● – деталі групи В;

Рисунок 2.14 – Розподіл попиту на деталі групи В, С ведучих мостів автомобіля

Зовнішні умови роботи автомобілів визначають навантажувально-швидкісний режим роботи автомобіля, який в залежності від зовнішніх умов роботи автомобіля, відповідно до рівнянь (2.48), (2.50), може бути охарактеризований експлуатаційними чинниками: витратою палива (Q) в л/100 км пробігу, повною вагою (G_a) і швидкістю руху автомобіля (V_a). Експлуатаційні чинники Q , V_a , G_a постійно змінюються в деяких межах навіть при роботі автомобіля на постійному маршруті. При роботі групи автомобілів протягом року на постійному маршруті значення повної ваги, швидкості руху і витрати палива автомобілів відрізнялися відповідно на 10,8 ... 15,4%, 15,1 ... 20,7%, 12,8 .. 14,2%, а потреба в запасних частинах групи А для силового агрегату - на 10,8 ... 18,8%.

Загальний аналіз показує, що попит на запасні частини групи А залежить в основному від навантажувально-швидкісного режиму і індивідуальних особливостей конкретного двигуна. Яскраво виражена загальна тенденція зміни потреби в запасних частинах на протязі всього пробігу при зміні витрати палива, повної ваги і швидкості руху автомобіля.

Практична діяльність людини в галузі прогнозування попиту на запасні частини по групах А, В, С для транспортних машин має ряд особливостей, що впливають із того, що ця галузь людської діяльності не піддається суворій алгоритмізації. Процес постановки прогнозу експертом в більшій мірі ґрунтується на його досвіді і інтуїції, ніж на строгому аналізі всіх фізичних і хімічних процесів, що протікають в силових агрегатах автомобіля.

Однією з проблем, яка виникає на автомобільному транспорті, є аналіз складної і суперечливої інформації, що надходить до керівників автопідприємств, об'єднань і необхідність прийняття рішень в швидкоплинній обстановці. Основна складність полягає в тому, що для прийняття правильного рішення потрібно переробити величезну кількість інформації, що надходить, зіставляючи її з уже наявною, зробити оцінки в різних аспектах і т.д.

Використання для цього теорії евристичних рішень дозволяє автоматизувати процес, залишивши за керівником тільки морально-правову оцінку можливих дій, запропонованих ЕОМ, і їх результатів.

Евристичні методи оцінки попиту на запасні частини відображають індивідуальну думку фахівців щодо майбутнього технічного стану агрегатів і сполучень автомобіля і засновані на мобілізації професійного досвіду і інтуїції. Евристичний підхід доцільно використовувати для оцінки попиту на запасні частини групи А для агрегатів і систем автомобіля, які або повністю або частково не піддаються математичній формалізації, тобто для яких важко розробити адекватну модель.

Аналіз залежності зміни ресурсу двигуна і трансмісії від середньої технічної швидкості руху, повної ваги автомобіля, витрати палива в літрах на 100 км пробігу, а також конструктивних і експлуатаційних факторів показує істотний вплив їх на прогноз залишкового ресурсу сполучень двигуна і трансмісії. Тому при евристичній оцінці потреби в запасних частинах груп А і В для силових агрегатів слід використовувати закономірності зношування сполучень від названих чинників. У зв'язку з цим безпосередня робота експерта над оцінкою потреби в запасних частинах для силових агрегатів здійснюється за кількістю рухомого складу на підставі рівняння

$$N_{34}'' = \frac{m_3 A_{en}}{100} K_{ey}, \quad (2.55)$$

або за сумарною витратою палива за рівнянням

$$N_{34}'' = \frac{100 Q_{сум}'' K_{ey}}{H}, \quad (2.56)$$

де N_{34}'' - нормативна потреба в запасних частинах груп А і В, силових агрегатів для заданих умов експлуатації;

$K_{\text{ев}}$ - коефіцієнт, що враховує зовнішні умови на майбутні періоди експлуатації.

Встановити чисельні значення коефіцієнта, який характеризує зовнішні умови експлуатації силового агрегату автомобіля, можна за такою залежності

$$K_{\text{ев}} = 1,1V_{\text{онт}} / V_a - 0,1(G_a / G_n - 1). \quad (2.57)$$

З метою спрощення процедури оцінки попиту на запасні частини груп А і В для силового агрегату експертом можуть використовуватися значення коефіцієнтів, наведених в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнта, що враховує зовнішні умови експлуатації

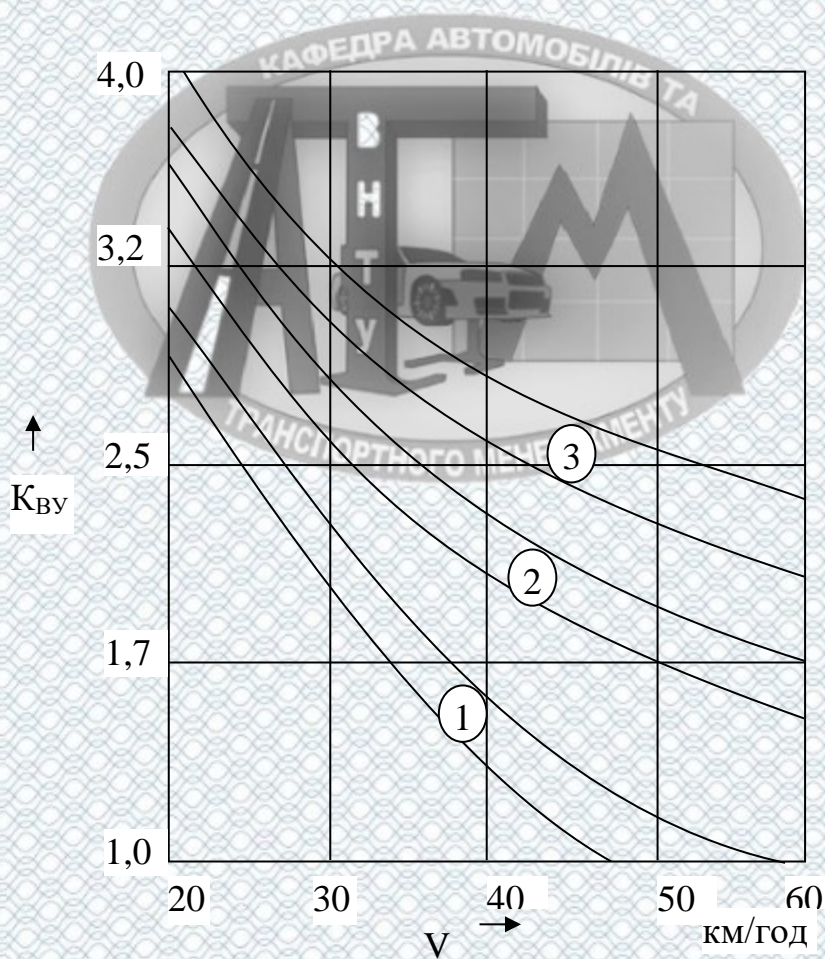
Умови експлуатації	Середня технічна швидкість руху автомобіля, км / год	Маса автомобіля	Коефіцієнт, що враховує зовнішні умови експлуатації $K_{\text{ев}}$
I	45...55	Порожній	0,97...1,05
		з вантажем	1,20...1,30
		з причепом	1,40...1,60
II	35...45	Порожній	1,05...1,15
		з вантажем	1,30...1,70
		з причепом	1,70...2,05
III	28...35	Порожній	1,15...1,50
		з вантажем	1,70...2,05
		з причепом	2,05...2,56
IV	23...28	Порожній	1,30...1,70
		з вантажем	2,05...2,56
		з причепом	1,56...3,30
V	20...23	Порожній	2,05...2,00
		з вантажем	2,56...2,90
		з причепом	3,30...3,90

Оптимальне значення середньої технічної швидкості руху автомобіля визначається наближено з рівняння

$$V_{\text{онт}} = (0,6...0,7)V_{\text{max}} \text{ [км/год.]}, \quad (2.58)$$

Менше значення оптимальної середньої технічної швидкості руху слід приймати для порожнього автомобіля, а проміжні і великі оптимальні значення відповідно для автомобіля з вантажем і з причепом.

Запропоновані евристичні методи прогнозування можуть використовуватися фахівцями автомобільного транспорту для планування і управління технічною службою автопідприємств, а також при виборі зовнішніх умов експлуатації з метою збільшення ресурсу силового агрегату.



1 – порожній автомобіль; 2 – повністю завантажений;
3 – повністю завантажений з причепом

Рисунок 2.15 – Залежність коефіцієнта зовнішніх умов від швидкості руху та завантаження автомобіля

Висновки до розділу 2

1. Встановлено закономірності оцінки потреби в запасних частинах, які є індивідуально-детермінованими, і містять коефіцієнт коригування від зовнішніх умов.

2. Розроблено закономірності прогнозування потреби в запасних частинах по групах А, В, С для силових агрегатів, які базуються на енергетичних витратах на транспортну роботу, конструктивних особливостях автомобілів.

3. В якості енергетичних витрат на транспортну роботу прийняті сумарна витрата палива, середня швидкість руху автомобіля, обсяг перевезеного вантажу. Тому для формування номенклатури запасних частин, в яких виникає попит, слід використовувати показники зміни ресурсу сполучень в магістральному і міському циклах з різним ступенем завантаження.

4. Виконані експериментальні дослідження показали, що найбільш прийнятними для визначення оптимальної потреби в запасних частинах по групах А, В, С є розрахункові методи, засновані на використанні фізичної сутності явищ, які обумовлюють відмови.

5. Розроблено методику статистичних досліджень у визначенні потреби в запасних частинах до силових агрегатів по групах деталей. Визначено закони розподілу потреби в запасних частинах груп А, В, С деталей по енергетичних параметрах (витрати палива, середньої швидкості руху і обсягу виконаної транспортної роботи).

6. Встановлено закономірності визначення потреби в запасних частинах по групах деталей силових агрегатів, за кількістю рухомого складу і за сумарною витратою палива, кореговані коефіцієнтом, що враховує зовнішні умови на заданий період експлуатації автомобілів.

РОЗДІЛ 3.

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТРЕБИ В ЗАПАСНИХ ЧАСТИНАХ

3.1 Методика прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів автотранспортних засобів

В основу методики покладено процеси функціонування силових агрегатів АТЗ, пов'язані з підтриманням і втратою їх працездатності. Тому від точності аналізу зовнішніх умов і технічного стану АТЗ залежить якість прогнозу потреби в запасних частинах і, отже, ефективність управління надійністю рухомого складу. До складу системи аналізу працездатності АТЗ повинні входити основні блоки спеціальних програм, подані на рис. 3.1.

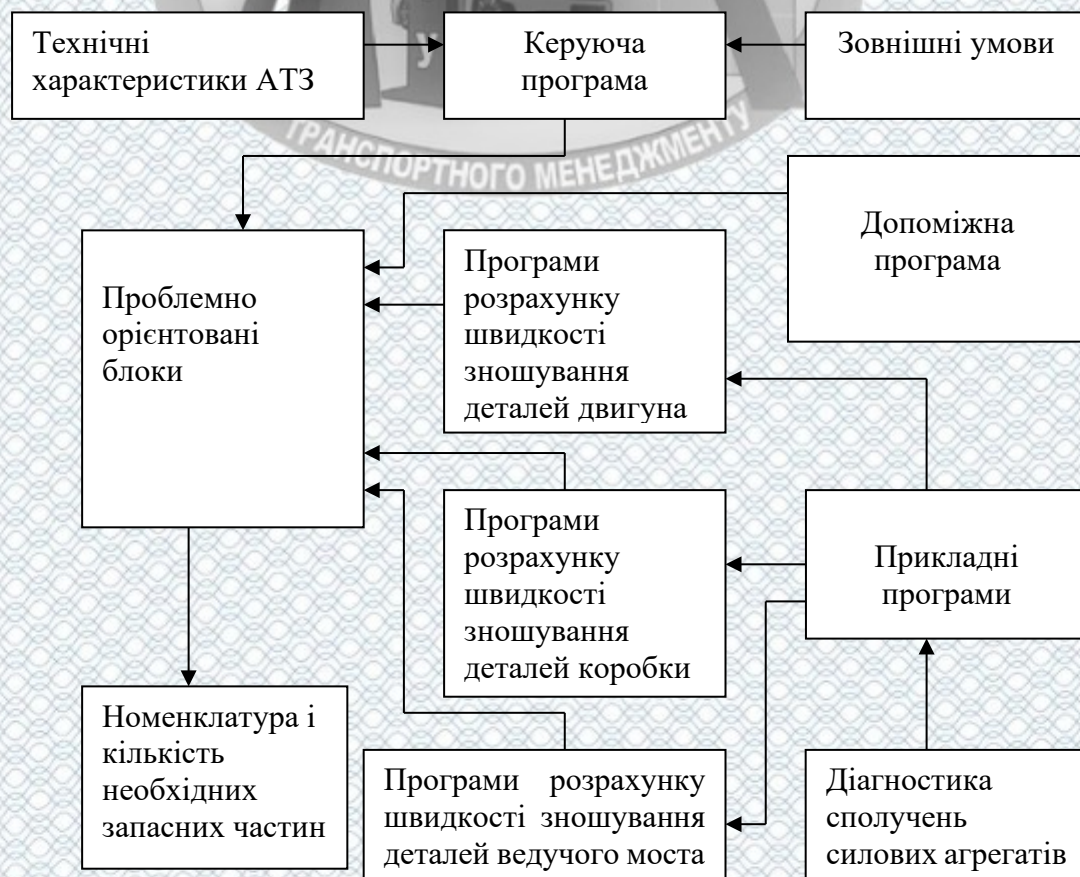


Рисунок 3.1 – Структурна схема методу прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

Керуюча програма, що забезпечує можливість встановити взаємозв'язки елементів системи як головна, виробляє їх інформаційне стикування. У програмі передбачаються введення і контроль всіх вихідних даних, а структуру генерує при її постановці і в подальшому зазнає незначних змін. Найважливіша її функція - захист внутрішніх блоків системи від випадкового руйнування, а також виведення інформації, отриманої в результаті розрахунку системи управління, і її попередній аналіз.

Проблемно-орієнтовані блоки призначені для розрахунків потреби в запасних частинах до силових агрегатів конкретного транспортного засобу. Ці блоки, які мають основне навантаження в процесі аналізу функціонування АТЗ, складають основу її змісту. Окремі блоки повинні поповнюватися інформацією від керуючої програми, яка підключає їх до роботи і керує ними. Блоки генеруються на стадії розробки методики, але на відміну від керуючої програми мають менш стаціонарну структуру, в них можна вносити зміни в міру вдосконалення математичних моделей швидкості зношування деталей (сполучень) силових агрегатів і застосовуваних методів і засобів діагностування їх технічного стану.

Виведення інформації, отриманої в результаті роботи блоків, здійснюється керуючою програмою. У самих блоках передбачений лише виведення контрольної інформації, що дозволяє оцінити правильність їх функціонування.

Для управління роботою проблемно-орієнтованих блоків використовуються допоміжні програми, що утворюють розрахункові структури, які дозволяють уточнювати потреби і номенклатуру запасних частин для конкретних силових агрегатів даного АТЗ, з урахуванням проведених модернізацій вузлів, систем тощо.

Пакет прикладних програм призначений для оцінки ступеня зношеності сполучень силових агрегатів за результатами діагностики. Склад цього пакета може розширитися у міру вдосконалення методів і засобів діагностування сполучень силових агрегатів.

Як випливає з вищевикладеного, основними є проблемно-орієнтовані блоки, призначені для встановлення необхідної номенклатури запасних частин до конкретного АТЗ, і в цілому управління обсягами поставок запасних частин по маркам і моделям силових агрегатів для парку конкретних АТЗ. У повну систему визначення необхідної номенклатури запасних частин і прогнозування їх потреби на певний проміжок часу за попередніми оцінками необхідно об'єднувати до 4 - 5 окремих проблемно-орієнтованих блоків.

При розробці методики прогнозування потреби в запасних частинах слід виходити з того, що ЕОМ на будь-якій стадії свого розвитку залишається лише інструментом, більш-менш досконалим, який виконує тільки ті функції, які закладені в нього працівником на стадії генерації. Своєю логікою прийняття рішення щодо складання номенклатури попиту запасних частин, груп АВС обчислювальна машина виробити не може, це функція управління. Тому для створення логіки машинного управління, яку можна закласти в основу системи автоматизованого визначення номенклатури запасних частин по групам і конкретним автомобілям, необхідно встановити і проаналізувати всі основні етапи її розробки.

Початком процесу розробки методики є формування переліку деталей, вузлів по групах А, В, С, які визначають номенклатуру необхідних запасних частин. Цей перелік, як правило, встановлює завод-виробник і може коригуватися користувачем транспортного засобу в період експлуатації в даних зовнішніх умовах. Так як цей аналіз може виконуватися і за допомогою ЕОМ, то створюються певні передумови для автоматизації нульового етапу.

Наступний етап - вибір підтипу системи, який найбільш відповідає вимогам нормативної бази. В даному випадку є потреба в пошуку принципово нового або такого, що відрізняється істотною новизною методу діагностичної оцінки ступеня зношеності деталей, вузлів, агрегатів автомобіля. При розробці методики оцінки потреби в запасних частинах до силових агрегатів не завжди прийнятні існуючі методи діагностики ступеня зношеності сполучень.

Енергетична концепція [49] прогнозування потреби в запасних частинах потребувала створення принципово нових моделей визначення швидкості зношування сполучень силових агрегатів, які базуються на результатах діагностичної оцінки ступеня зношеності сполучень. Подібного роду завдання відносяться до четвертого і п'ятого рівня складності і автоматизації підлягають при розробці лише частково. З урахуванням класу складності завдань, що вирішуються на цьому етапі розробки методики, визначають можливу ступінь автоматизації оцінки потреби в запасних частинах.

3.2 Розробка структури інтернет-служби забезпечення запасними частинами для автотранспортних засобів

При зростаючій конкуренції автомобільні компанії змушені знаходити нові форми організації збуту продукції і послуг, нові способи доступу і зв'язку зі структурними підрозділами систем автосервісу, орієнтованих на ефективну роботу з клієнтом. Таким чином, в автосервісі виник новий напрям, що активно розвивається - надання інформаційних послуг.

Одне з таких сучасних рішень нам надає організація на базі існуючих дилерських автосервісних центрів будь-якого масштабу спеціального підрозділу служби забезпечення запасними частинами. Основним інструментом такого підрозділу повинен стати сучасний сайт, розміщений на сервері з доступом через Інтернет. Структура сайту приведена нижче (рис. 3.2).

Створення сайту і його подальша підтримка повинні проводитися із залученням організацій, що спеціалізуються на випуску запасних частин до автомобілів. При спільній роботі над проектом повинно бути поставлено і вирішено ряд завдань: розробка функціональної структури служби, постановка цілей і формулювання основних принципів роботи, створення сайту і його розміщення, можливість надання послуг з оплати через мережу тощо.

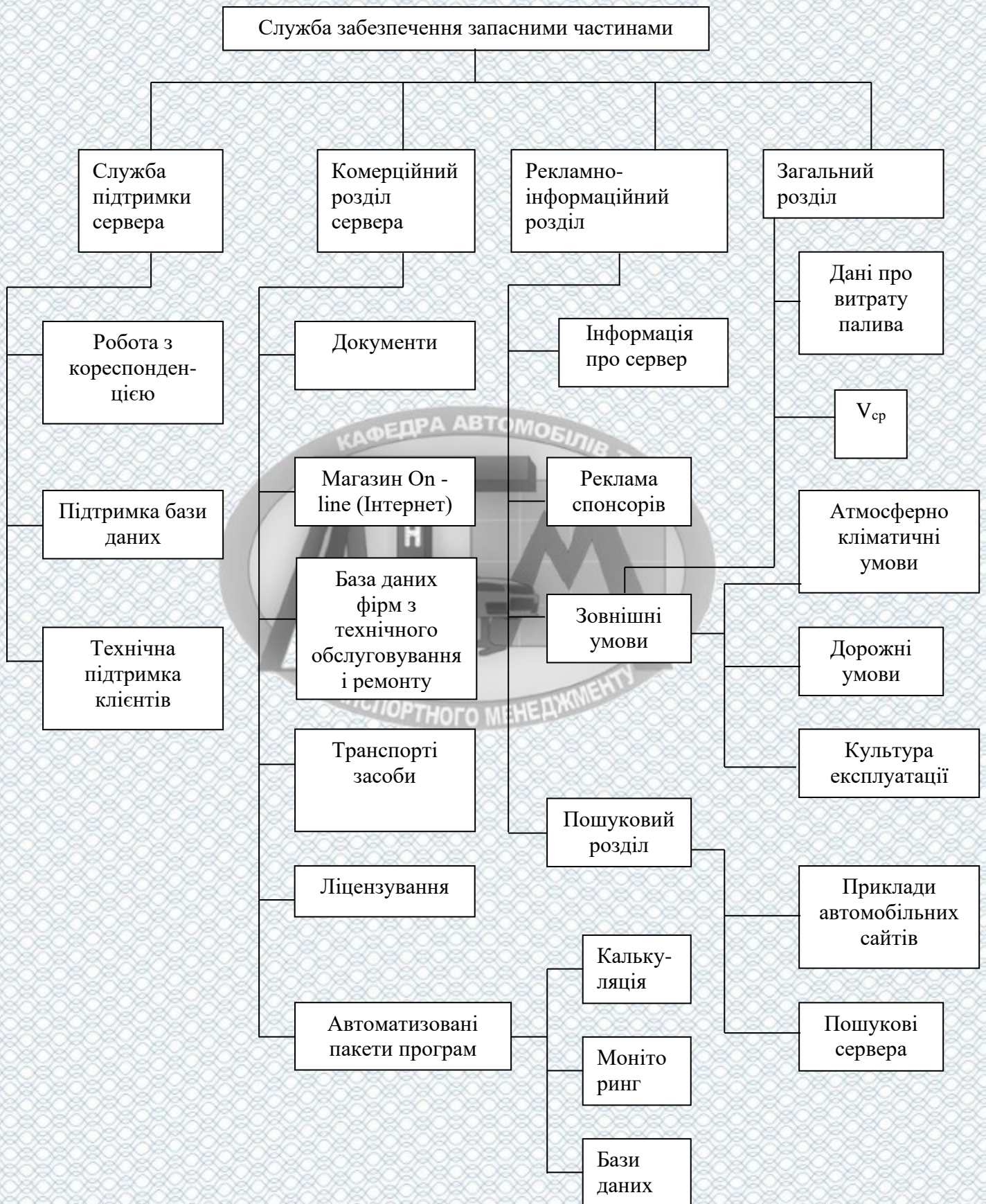


Рисунок 3.2 – Принципова схема структури сайту забезпечення запасними частинами

При розвитку дилерського центру, регіонального або зонального складу обсяги продажів можуть різко зростати, може відбуватися збільшення асортименту та кількості запасних частин, що зберігаються на складі. Разом з тим, при досить стабільному зростанні обсягів реалізації запасних частин, не завжди можливо оперативно збільшувати потужності складів. Отже, при обмеженнях на обсяги зберігання запасних частин та агрегатів скорочується періодичність замовлень, скорочуються поставки. Тобто, частота замовлень на поповнення складу збільшується. У разі програмної реалізації функції автоматичного складання замовлення, навантаження на ПК, що займається розрахунком обсягів поставки запасних частин, значно зростає. Це призводить до затримок видачі необхідної інформації на замовлення. Необхідно відзначити, що на обчислювальні потужності ПК можуть впливати множинні чинники, наприклад, установка нового програмного комплексу управління складом.

Існує кілька варіантів вирішення проблеми нестачі обчислювальних потужностей: заміна застарілого обладнання або придбання додаткового, перехід на програмні рішення з меншими системними вимогами. У зв'язку з цим пропонується такий підхід до вирішення даного завдання. Результати проведених досліджень по ряду офісних комп'ютерів на підприємстві дозволили встановити, що обчислювальні потужності більшості ПК, що знаходяться в локальній мережі задіяні не більше ніж на 12%, в той час як сервер повністю завантажений. Очевидно, необхідно перерозподілити навантаження між серверами і іншими комп'ютерами в мережі за рахунок модернізації алгоритму розв'язання задачі по забезпеченню запасними частинами таким чином, щоб вона могла вирішуватися паралельно на багатьох комп'ютерах, тобто створити систему розподіленого обчислення. Система розподіленого обчислення може ґрунтуватися на наявному сервері клієнта, станціях обслуговування автомобілів, складів запасних частин і засобах комунікації (локальної мережі, інтернет). Сервер розподіляє завдання між клієнтами, клієнти отримують частини загального завдання, розраховують їх і повертають серверу.

Програмне забезпечення сервера побудовано на основі систем управління базами даних і виконує наступні функції: поділ задач на частини і надання їх клієнтам; прийом від клієнтів затребуваного переліку запасних частин по маркам автомобіля; перевірку оригінальності кожної деталі, агрегату, для виключення дублювання; зведення воедино затребуваних запасних частин по групам і загальний розрахунок спожитої кількості запасних частин відповідно до номенклатури; ведення статистики по клієнтам, затребував запасні частини.

Даний спосіб вирішення проблеми нестачі обчислювальних потужностей має ряд переваг перед іншими варіантами, такі як менші витрати на впровадження, велику гнучкість, можливість розширення.

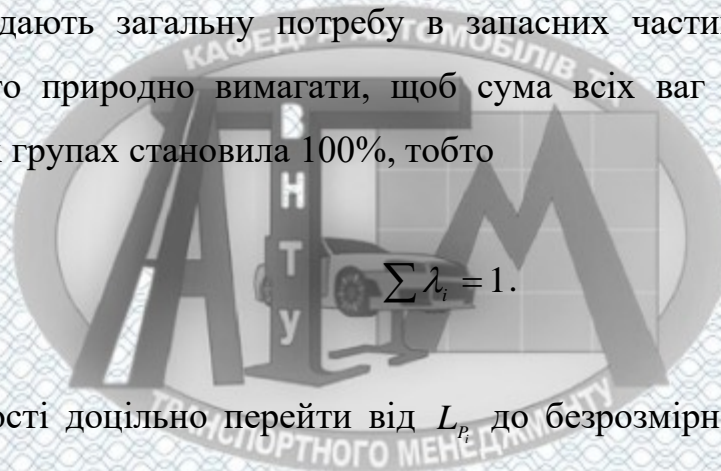
3.3 Керування потребою в запасних частинах

Управління експлуатацією АТЗ здійснюється через відповідні норми (нормативи). Чим об'єктивніше норми, тим оптимальніше управління, тим вище результативність перевезень і нижче витрати трудових, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів. В експлуатації машин нормується періодичність ТО, витрата запасних частин, термін служби автомобілів і агрегатів та ін. Залежно від тривалості і умов експлуатації норми коригують, а також прогнозують на майбутній період. При цьому враховують рівень надійності автомобілів. Як правило, автомобілі різних марок і моделей мають різний рівень надійності, що вимагає різних значень коефіцієнтів коригування. Збереження надійності автомобіля за рахунок економічного витрачання ресурсу силових агрегатів - важливий засіб підвищення ефективності транспортного процесу. Позитивний ефект досягається шляхом зниження негативного впливу технологічних, експлуатаційних факторів і управління навантажувально-швидкісним режимом роботи автомобілів в конкретних зовнішніх умовах.

Потребу в запасних частинах до силових агрегатів слід оцінювати за параметрами, які визначають навантажувально-швидкісний режим роботи

автомобіля (агрегату): швидкість руху автомобіля, витрата палива, повна вага автомобіля, конструктивні особливості автомобіля тощо в залежності від заданих умов експлуатації.

Витрата ресурсу агрегату в цілому складається з показників ресурсу окремих деталей силового агрегату L_p . Таким чином, утворюється система різнорідних показників витрати ресурсу деталей силового агрегату по групах А, В, С. Тепер потрібно ще вказати вагу λ_i показника ресурсу по кожній групі деталей в загальному балансі витрат запасних частин. Оскільки прийнято, що всі λ_i разом повністю складають загальну потребу в запасних частинах за весь період експлуатації, то природно вимагати, щоб сума всіх ваг показників ресурсу деталей по всіх групах становила 100%, тобто



Для зручності доцільно перейти від L_p до безрозмірних величин R_i . При цьому рекомендується дотримуватись таких вимог:

- якщо L_p має початкове значення L_n , то йому відповідає на початок введення в експлуатацію значення R_i , рівне 0;
- якщо L_p має значення $L_{кр}$, при якому потрібний ремонт силового агрегату, то йому відповідає значення R_i , рівне 1, тобто повний обсяг деталей груп А, В, С;
- при витрачанні ресурсу L_p величина R_i зростає.

Тут доречно зазначити наступне. При переході від L_p до R_i величина $L_{кр}$ переходить в граничне значення R_i *пред*. При цьому, якщо дотримуються рекомендовані вимоги, $L_{кр} = 0$ являє собою мінімально допустиме значення R_i .

Наведемо конкретний спосіб переходу від $L_{кр i}$ до R_i . В даному випадку можна використовувати різні варіанти: за сумарною витратою палива, по пробігу

силового агрегату з початку експлуатації або за результатами діагностичної оцінки ступеня зношеності сполучень силового агрегату.

Для агрегату (сполучення) перехід від $L_{кр i}$ до R_i складає:

по пробігу

$$R_i = \left(\frac{L_H}{L_{кр i}} \right) \quad (3.1)$$

по сумарній витраті палива

$$R_i = \left(\frac{Q_{изр}}{Q_{сум}} \right) \quad (3.2)$$

за результатами діагностичної оцінки ступеня зношеності сполучень

$$R_i = \left(\frac{\delta_{изм}}{\delta_{доп}} \right), \quad (3.3)$$

де L_H – пробіг агрегату з початку експлуатації, км;

$L_{кр i}$ – нормативне значення ресурсу агрегату до капітального ремонту, км;

$Q_{изр}$ – витрачений кількість палива з початку експлуатації агрегату (автомобіля), л;

$Q_{сум}$ – сумарний витрата палива, при якому агрегат зажадає капітального ремонту, л;

$\delta_{изм}, \delta_{доп}$ – відповідно виміряне і допустиме значення діагностичного параметра ступеня зношеності сполучень силового агрегату для деталей групи С.

Для визначення сумарної витрати палива доцільно вибирати режими роботи двигуна, при яких значення питомої витрати палива мінімальні, тобто $g_e = g_{e\min}$. При такому режимі значення середнього ефективного тиску рівні

$P_e = 0,5P_{e\max}$, а швидкості обертання колінчастого вала – $n = 0,6n_{\max}$, тоді потужність $N_{\text{дв}}=0,3N_{\max}$, при якій питома витрата палива буде мінімальний. Крім того, слід прийняти швидкість руху автомобіля відповідну найбільшому ресурсу силового агрегату, тобто $V_a = DV_{\max}$, км.

Отже

$$Q_{\text{сум}} = \frac{0,3N_{\max} g_{e\min} L_n}{\rho_m \delta V_{\max}}, \text{ л.} \quad (3.4)$$

Значення сумарної витрати палива представлені для базових вантажних автомобілів в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення сумарної витрати палива

Марка автомобіля	Сумарний витрата палива, л
МАЗ 103	88300
ТАТА LPT 1116	74500
МАЗ 6312	112500
ПАЗ 4234	85900

Сумарна витрата палива на транспортну роботу за планований період роботи рухомого складу визначається так

$$Q_{\text{тр}} = L_{\text{пл}} H = L_{\text{пл}} (H_o + H_{\text{д}} q_{\text{ср}} \gamma \beta), \text{ л} \quad (3.5)$$

де $L_{\text{пл}}$ – пробіг автомобілів на планований період, км;

$H_o, H_{\text{д}}$ – відповідно основна (л / 100 км) і додаткова (л / 100 км) норми;

$q_{\text{ср}}$ – середня вантажопідйомність автомобіля, т;

γ, β – коефіцієнти використання відповідно вантажопідйомності і пробігу.

Додаткові норми витрати палива за перевезений вантаж в л / 100 ткм для карбюраторних і дизельних автомобілів розраховуються за формулами

$$H_{\text{д}}^{\text{к}} = 1,12V_{\max} / V_a,$$

$$H_{\text{д}}^{\text{д}} = 0,64V_{\text{max}}/V_{\text{а}}. \quad (3.6)$$

Показник потреби в запасних частинах для силових агрегатів по автомобілю в цілому рекомендується знаходити за формулою

$$K_{\text{р}}^{\text{т}} = \sum_{i=1}^n \lambda_i R_i, \quad (3.7)$$

тобто як суму частинних показників R_i потреби в запасних деталях окремих силових агрегатів з урахуванням відповідних ваг.

Номенклатура запасних частин, наведена на 100 автомобілів, коригується показником потреби в запасних частинах

$$N_3 = n_3 \cdot K_n / A_{\text{ен}}, \quad (3.8)$$

де n_3 - кількість запасних частин на 100 автомобілів.

Експертна оцінка показала, що значення ваг показників ресурсу деталей розподіляється по силовим агрегатам в співвідношенні, представленому в таблиці 4.2.

Таблиця 3.2 – Значення ваг показників ресурсу силових агрегатів

Кількість осей автомобіля		Групи деталей					
		Двовісний			Тривісний		
		А	В	С	А	В	С
Силовий агрегат	ЦПГ	0,30	0,25	0,20	0,30	0,20	0,20
	КШМ	0,20	0,25	0,20	0,20	0,20	0,20
	КПП	0,20	0,25	0,15	0,20	0,20	0,20
	Середній міст	–	–	–	0,10	0,20	0,20
	Задній міст	0,20	0,25	0,20	0,10	0,20	0,20

Витрата палива і швидкість руху є енергетичними показниками використання АТЗ в конкретних умовах експлуатації. Автомобілі з меншою витратою палива і великими швидкостями руху мають великий ресурс силових

агрегатів. Ресурс АТЗ можна виразити через витрату палива, яку витрачено на пробіг з початку експлуатації і до її списання (зняття з експлуатації), капітального ремонту.

З огляду на вирази (3.2) і (3.3), критерій потреби в запасних частинах з урахуванням витрат палива і швидкості для АТЗ буде мати вигляд

$$K_n = 1 / [Q_\phi V_a / 0,7 \cdot Q_{\min} V_{\max}] \geq 1,0, \quad (3.9)$$

де Q_ϕ, Q_{\min} - фактична і мінімальна сумарна витрата палива АТЗ, л;

V_a, V_{\max} - відповідно середня технічна швидкість і максимальна швидкість АТЗ, км / год.

Для бортових вантажних автомобілів і сідельних тягачів у складі автопоїздів, автомобілів-фургонів та вантажопасажирських автомобілів, які виконують роботу, що враховується в тонно-кілометрах, нормативні витрати палива розраховуються за формулою

$$Q_H = 0,01(H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01K_\Sigma), \text{ л} \quad (3.10)$$

де H_{san} - лінійна норма витрати палива на пробіг, л/100 км ($\text{м}^3/100 \text{ км}$);

H_w - норма на транспортну роботу, л/100 т · км;

W - обсяг транспортної роботи, т · км;

$$W = q_H \cdot \gamma \times \beta \cdot L_H, \quad (3.11)$$

де q_H - номінальна вантажопідйомність, т;

γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності;

β - коефіцієнт використання пробігу.

Критерій потреби в запасних частинах до силових агрегатів для вантажних автомобілів і сідельних тягачів у складі автопоїздів, автомобілів-фургонів з урахуванням виразів (3.8), (3.10), (3.11), перетворень визначається за формулою

$$K_{n_{гА}} = 1 / \left[\frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta}{N_{\max} \cdot g_{e \min}} \times (H_{san} + H_w \cdot q_H \cdot \gamma \cdot \beta)(1 + 0,01K_{\Sigma}) \right] \leq 1,0. \quad (3.12)$$

Для автомобілів-самоскидів і самоскидальних автопоїздів нормативні витрати палива визначаються за формулою

$$Q_H = 0,01H_{sanc} \cdot S \cdot (1 + 0,01K_{\Sigma}) + H_Z \cdot Z, \quad (3.13)$$

де H_{sanc} - лінійна норма витрати палива самоскидного автопоїзда, л/100 км;

H_Z - норма витрати палива на їзду з вантажем автомобіля-самоскида, л;

Z - кількість поїздок з вантажем, од.

Критерій потреби в запасних частинах для автомобілів - самоскидів і самоскидальних автопоїздів з урахуванням виразів (3.8), (3.12) буде мати вигляд

$$K_{nc} = 1 / \left\{ \frac{0,05V_a \cdot \rho_m \cdot \delta}{N_{\max} \cdot g_{e \min}} \times [H_{sanc} (1 + 0,01K_{\Sigma}) + H_Z \cdot Z] \right\} \leq 1,0. \quad (3.14)$$

Наведений критерій характеризує організацію транспортного процесу (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Характеристика організації транспортного процесу

Характеристика транспортного процесу	Відмінна	Хороша	Задовільна	Не задовільна
Показник потреби в запасних частинах	1,00 1,05	1,06 1,35	1,36 1,66	1,67 $i >$

Проаналізувавши дані табл. 3.3, можна зробити висновок, що будь-які заходи, спрямовані на зменшення витрат палива або підвищення швидкості руху транспортної машини приведуть до зменшення потреби в запасних частинах силових агрегатів.

Слід розрізняти поряд із зазначеним вище показником ресурсу автомобіля в цілому і експлуатаційний показник ресурсу автомобіля. Експлуатаційний показник ресурсу автомобіля встановлюється за мінімальним значенням R_i одного з силових агрегатів, тобто

$$K_p^{\partial} = R_{i \min} \quad (3.15)$$

Показник витрачання ресурсу силових агрегатів для парку автомобілів, наприклад, АТП, регіон і т.п., визначається з рівняння

$$K_{АТП}^T = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi}^T A_i}{A_n}, \quad (3.16)$$

де A_n – облікова кількість автомобілів.

Експлуатаційний показник витрачання ресурсу силових агрегатів для парку автомобілів встановлюється за експлуатаційним розрахунковим значенням автомобіля з рівняння

$$K_{АТП}^{\partial} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{ip}^{\partial}}{A_n}. \quad (3.17)$$

Для кількісної оцінки технічного стану парку автомобілів в даний час використовується коефіцієнт технічної готовності.

Коефіцієнт технічної готовності не відображає повною мірою справжній технічний стан парку, наприклад, термін експлуатації, пробіг, ступінь зношеності сполучень агрегатів тощо.

Для об'єктивної оцінки технічного стану парку доцільно використовувати таку залежність

$$K_{II} = K_{III}^3 / \alpha_T, \quad (3.18)$$

де α_T - коефіцієнт технічної готовності.

Як показали розрахунки і експериментальні дослідження, значення $K_{II} \geq 1,70$ вказують на необхідність списання парку.

Ефективність експлуатації автомобілів є відношенням показника потреби запасних частин до силових агрегатів до показника Z витрат на технічне обслуговування, запасні частини, експлуатаційні матеріали тощо, тобто

$$E = \frac{K_{II}}{Z}, \quad (3.19)$$

де Z – показник витрат на технічне обслуговування.

Методика визначення Z викладена у відповідних нормативних документах.

На відміну від коефіцієнта технічної готовності показник потреби в запасних частинах оцінює технічний стан рухомого складу не тільки в даний момент часу, але і на майбутній період експлуатації (місяць, квартал, рік тощо) з урахуванням майбутніх умов експлуатації автомобілів.

3.4 Розрахунок техніко-економічної ефективності виконаних досліджень

На підставі результатів теоретичних і експериментальних досліджень потреби в запасних частинах до силових агрегатів було встановлено, що при впровадженні методів нормування і прогнозування витрат запасних частин

економічний ефект досягається за рахунок збільшення часу роботи автомобілів на лінії та скорочення збитків від простоїв внаслідок дефіциту запасних частин необхідного найменування. Тоді, економічний ефект від впровадження результатів дослідження складе

$$E = (P_2 - P_1) \cdot A_{cn} = \Delta P \cdot A_{cn}, \quad (3.20)$$

де E – річний економічний ефект, грн.;

P_1, P_2 – прибуток від використання результатів дослідження та при використанні методики нормування та прогнозування потреби в запасних частинах, грн;

A_{cn} – облікова кількість рухомого складу, од.

Слід зазначити, що капітальні вкладення для реалізації результатів досліджень не потрібні.

Згідно роботі [52] прибуток при роботі автомобіля визначається так

$$P = D - Z_m - Z_c - Z_{ш} - Z_{то} - Z_n - Z_o - Z_{зн}, \quad (3.21)$$

де D - дохід від транспортної роботи автомобіля, грн;

Z_m - витрати на паливо, грн;

Z_c - витрати на мастильні матеріали, грн;

$Z_{ш}, Z_{то}$ - витрати, відповідно, на шини та технічне обслуговування, грн;

Z_n - накладні витрати, грн;

Z_o - плата за основні фонди, грн;

$Z_{зн}$ - заробітна плата водія без простою, грн.

Введення витрат на ТО і ремонт в зазначену групу пов'язано з тим, що несправності, а тим більше знос сполучень силових агрегатів автомобіля, виникають внаслідок його роботи, тобто виконання транспортної роботи. Крім того, виконання ТО і ремонту служить для забезпечення працездатного стану автомобіля. У разі простою автомобіль доходу не приносить, але витрати при цьому мають місце.

До них слід віднести: накладні витрати, плату за основні фонди, амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу і зарплату водієві, яка нараховується в залежності від характеру виконаної ним роботи.

В цьому випадку збиток при простої автомобіля визначається як

$$П = Д - З_n - З_a - З_o - З_{zn}^{np}, \quad (3.22)$$

де Z_{zn}^{np} - зарплата водія при простої автомобіля в ремонті, грн;

Z_a - амортизаційні відрахування на повне відновлення рухомого складу, грн.

Витрати на ТО і ремонт при простої автомобіля дорівнюють нулю, так як автомобіль не зношується (старіння в розрахунок не береться).

Віднімаючи з виразу (4.21) вираз (4.22), отримаємо величину збитку від простою

$$\Delta П = Д - З_m - З_c - З_{ш} - З_{то} - З_{zn} - З_{zn}^{np}. \quad (3.23)$$

Дохід, отриманий автовласником від одного автомобіля при його роботі протягом дня, визначається з виразу

$$Д = l_c \cdot C_{km}, \text{ грн} \quad (3.24)$$

або

$$D = T_{\text{раб}} \cdot C_{\text{ч}}, \text{ грн} \quad (3.25)$$

де l_c - добовий пробіг автомобіля, км;

$T_{\text{раб}}$ - час роботи автомобіля у клієнта, год;

$C_{\text{км}}, C_{\text{ч}}$ - тариф вартості, відповідно, одного кілометра, грн / км, або однієї години роботи, грн / год.

Всі складові наведених рівнянь визначаються на підставі звітних даних автопідприємства. Простої в ТО і поточного ремонту, що приносять збитки, це наднормативні

$$P_y = P_f - P_n, \quad (3.26)$$

де P_f, P_n - фактичний і нормативний простій автомобіля, дн / тис.км.

Простої, що приносять збитки внаслідок відсутності запасної частини i -го найменування

$$P_{y_{\text{зч}}} = P_f \cdot K_i, \quad (3.27)$$

де K_i - частка простою автомобіля, викликана відсутністю на складі запасної частини i -го найменування.

За рік такі збитки через відсутність на складі необхідних деталей силових агрегатів складуть на один автомобіль

$$P_{\text{зч}} = P_{y_{\text{зч}}} \cdot \bar{L}_2, \quad (3.28)$$

де \bar{L}_2 - середній пробіг автомобілів за рік, тис.км.

Таким чином, величина збитку від простою автомобіля внаслідок відсутності деталей необхідного найменування за рік складе

$$\Delta\Pi_z = \Delta\Pi + \Pi_{z_{3ч}}. \quad (3.29)$$

За умови своєчасного постачання запасних частин необхідного найменування в результаті використання розробленої методики річний економічний ефект у витраті на один автомобіль складе

$$\mathcal{E}_z = \Pi_z. \quad (3.30)$$

У табл. 3.4 наведені деякі вихідні дані і основні результати розрахунку економічної ефективності нормування і прогнозування потреби в запасних частинах на один автомобіль.

Таблиця 3.4 – Економічна ефективність нормування і прогнозування потреби в запасних частинах до силових агрегатів

Найменування показників	Умовні позначення	Кількісні показники
1. Величина втрат від простою автомобіля, грн/день	$\Delta\Pi$	465
2. Нормативний простій автомобіля, дн / тис.км	Π_n	0,30
3. Фактичний простій автомобіля, дн / тис.км	Π_f	0,65
4. Частка простою автомобіля через відсутність деталей силових агрегатів досліджуваного найменування, %	K_i	3,1
5. Простій через відсутність деталей, вузла i -го найменування дн / тис.км	$\Pi_{y_{3ч}}$	0,0203
6. Середній річний пробіг автомобіля, тис. км	\bar{L}_z	40
7. Простій автомобіля за рік через відсутність деталей необхідного найменування, дні / тис.км	$\Pi_{zy_{3ч}}$	0,11
8. Економічний ефект загальний, грн / рік	E	3250

Отримані результати (табл. 3.4) свідчать про високу економічну ефективність нормування і прогнозування необхідної потреби в запасних частинах деталей конкретної групи для силових агрегатів з урахуванням

зовнішніх умов роботи і необхідності практичної реалізації цього значного резерву підвищення експлуатаційної надійності автомобіля.

Висновки до розділу 3

1. Сформульовано вимоги до сучасних систем управління постачання запасними частинами АТЗ. Встановлено, що визначення попиту запасних деталей, вузлів, агрегатів по конкретному автомобілю можуть бути ефективно вирішені індивідуальними методами з енергетичних витрат на транспортну роботу. Це дозволяє реалізувати проекти по автоматизації складання замовлень по необхідним запасних частин, збільшуючи швидкість обробки даних і точність постановки прогнозу потреби в запасних частинах на заданий період.

2. Встановлено, що потребу в запасних частинах до силових агрегатів слід оцінювати за показником потреби в запасних частинах. На відміну від коефіцієнта технічної готовності показник потреби в запасних частинах оцінює технічний стан рухомого складу не тільки в даний момент часу, але і на майбутній період експлуатації автомобілів.

3. Економічна політика автосервісу, при якій необхідний перехід на наступний щабель розвитку бізнесу за допомогою ефективності нормування і прогнозування необхідної потреби в запасних частинах для силових агрегатів на один автомобіль становить 3250 грн.

4. Потреба в запасних частинах до силових агрегатів оцінюється показником витрати запасних частин. При значеннях показника витрати запасних частин більше 1,70 виникає необхідність зняття з експлуатації або списання силового агрегату (автомобіля).

РОЗДІЛ 4.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці – як галузь людської діяльності – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарногігієнічних та лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини у процесі її трудової діяльності. Основною метою охорони праці є створення безпечних умов трудової діяльності людини, забезпечення її високої та ефективної працездатності.

В даній роботі розглядаються умови праці працівника під час розробки шляхів підвищення ефективності експлуатації автомобілів товариства з обмеженою відповідальністю "Вінницька птахофабрика" місто Ладижин шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах.

Можливий вплив на працівників небезпечних та шкідливих виробничих факторів. До небезпечних виробничих факторів відносять фактори, вплив яких на працюючих приводить до травм, а шкідливих – фактори які приводять до захворювання.

В приміщенні на працюючих діють тільки дві групи небезпечних та шкідливих виробничих факторів відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 – фізичні та психофізіологічні.

До групи фізичних небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечних факторів відносять такі підгрупи небезпечної дії:

- підвищена чи понижена вологість повітря;
- підвищена чи понижена температура повітря;
- недостатність природного освітлення;
- недостатність освітлення робочого місця;
- підвищена чи понижена рухомість повітря.

Групу психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів по характеру дії поділяють на такі підгрупи: фізичні та нервово – психічні

перевантаження. До фізичних перевантажень відносять – статичне; до нервово – психічних – монотонність праці, розумові навантаження, емоційні переживання.

Відповідно до визначених факторів формуємо рішення щодо безпечного виконання роботи.

4.1 Технічні рішення щодо безпечного виконання роботи

Обладнання приміщення та робочого місця.

Для оцінки умов праці обираємо робоче місце на етапі обробки результатів наукового дослідження за місцем функціонування підприємства у м. Ладижин Вінницької області.

Приміщення, де відбувалася обробка результатів наукового дослідження повинні в першу чергу відповідати кількості робітників і наявному комплекту технічних засобів. Площа на одного співробітника, який працює за ПК, повинна складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм – не менше 20 м^3 . Площа приміщень з ПК повинна розраховуватися не більш як на 12 чоловік відповідно до вимог НПАОП 0.00-7.15-18.

Перевіримо виконання даних вимог. Площа даного приміщення становить $18,2 \text{ м}^2$, об'єм – $60,8 \text{ м}^3$. відповідно на одного працівника припадає $6,07 \text{ м}^2$ площі і $20,27 \text{ м}^3$ об'єму повітря. Отримані дані повністю відповідають вимогам.

Робоче місце проектувальника і взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам ДСТУ 8604:2015. Велике значення має також характер роботи. Зокрема, при організації робочого місця проектувальника були дотримані наступні основні умови: оптимальне розміщення устаткування, що входить до складу робочого місця і достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення.

Раціональне планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для

виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Основні вимоги щодо роботи на ПК:

- не залишати працюючі ПК і їхні пристрої без нагляду;
- підключати і відключати роз'єм кабелів пристроїв ПК тільки при відключеній напрузі;
- подавати напругу на пристрої і окремі блоки ПК тільки після ретельної перевірки надійності кріплення провідників заземлення, справності кабелів і роз'ємів мережі електроживлення;
- при виявленні запаху горілого в пристроях ПК необхідно вимкнути апаратуру, повторно не включати і звернутися до спеціаліста з технічного обслуговування ПК;
- для профілактики порушень і підтримання працездатності проектувальника повинні бути введені додаткові регламентовані перерви для відпочинку;
- у період роботи за дисплеєм необхідно передбачити через кожні 40 – 45 хв три-п'ятихвилинні перерви для відпочинку. Середня сумарна тривалість роботи за монітором за день не повинна перевищувати 4 год, а за тиждень 20 год.

Електробезпека приміщення.

Приміщення із робочими місцями користувачів комп'ютерів для забезпечення електробезпеки обладнання, а також для захисту від ураження електричним струмом самих користувачів ПК повинні мати достатні технічні засоби захисту відповідно до ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Категорія приміщення з електробезпеки – без підвищеної небезпеки, згідно ПУЕ.

В даному приміщенні наявні такі небезпечні фактори:

- а) наявність електричних розеток;
- б) наявність освітлювальних пристроїв;
- в) наявність оргтехніки.

Виходячи з перелічених факторів згідно ДСТУ Б В.2.5-82:2016 вибираємо спосіб захисту – занулення.

Лінія електромережі для живлення приладів, периферійних пристроїв ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів.

ПК, периферійні пристрої ПК та устаткування для обслуговування, ремонту та налагодження ПК, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники тощо), електропроводи та кабелі за виконанням та ступенем захисту мають відповідати класу зони за ПУЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів.

Живлення обладнання здійснюється від трифазної мережі з заземленою нейтраллю. Потужність обладнання до 4 кВт.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

Мікроклімат.

Нормування мікроклімату на робочому місці відбувається згідно ДСН 3.3.6.042-99. Оптимальні показники мікроклімату розповсюджуються на всю виробничу зону, допустимі показники встановлюються диференційно для робочих місць.

Витрата енергії складає: $(150 - 200 \frac{\text{ккал}}{\text{год}})$. Робоче місце постійне. Категорія робіт: легка 1б. До даної категорії відноситься робота, що виконується сидячи і не потребує переміщення.

Інтенсивність теплового випромінювання працівників від нагрітих поверхонь технологічного обладнання, освітлювальних пристроїв на постійних

робочих місцях не повинна перевищувати $100\text{Вт}/\text{м}^2$ при опроміненні 25% поверхні тіла.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря на робочому місці приміщення повинна відповідати нормам, вказаним в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Показники мікроклімату

Період року	Категорії праці	Температура					Відносна вологість		Швидкість руху	
		Оптимі- альна	max		min		Опти- мальна	Допустима не більше	Опти- мальна	Допусти- ма не більше
			пост	непост	пост	непост				
Холодний	Легка Іб	21-23	25	27	20	17	40-60	75	0,1	0,2
Теплий	Легка Іб	22-24	28	29	21	18	40-60	24-75 25-70 26-65 27-60 28-55	0,2	0,1-0,3

В приміщенні повинні підтримуватись оптимальні параметри мікроклімату. Так як робота пов'язана з нервово-емоційною напругою.

В холодну пору року в приміщенні застосовується комбіноване опалення.

Системи опалення, вид і параметри теплоносія передбачаються з урахуванням теплової інерції огорожуючи конструкцій і у відповідності з характером і призначенням споруд і будівель. Згідно цього вибираємо водяне опалення, для даного приміщення розташування радіаторів вибираємо на стінах або нішах стін, коли стіни не несуть основних навантажень.

Вентиляція.

Для очищення повітря в приміщенні застосовується вентиляційна система: природна (неорганізована).

При природній вентиляції повітрообмін проходить внаслідок різниці температур повітря в приміщенні і зовні, а також в результаті дії повітря. В якості природної вентиляції використовуємо неорганізовану вентиляцію при якій попадання або видалення повітря проходить через нещільності і пори зовнішніх огорожень, через вікна.

Склад повітря робочої зони.

ГДК шкідливих речовин, які знаходяться в досліджуваному приміщенні, наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 2.2 – ГДК шкідливих речовин у повітрі

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4
Озон	0,16	0,03	1
Вуглекислий газ	3	1	4

Забезпечення складу повітря робочої зони здійснюється за допомогою системи кондиціювання та вологого прибирання.

Виробниче освітлення.

Освітлення в приміщенні і аудиторії відповідають ДБН В.2.5-28:2018.

Розряд зорової роботи II. Нормування освітленості і КПО проводимо в горизонтальній площині на висоті 0,8 м від підлоги. Природне освітлення (КПО, e_n^{III} %) при бічному освітлені $e_n^{III} = 2.0\%$.

Так як місто Вінниця знаходиться в IV світловому кліматі:

$$e_n^{IV} = e_n^{III} \cdot m \cdot c; \quad (4.1)$$

$$e_n^{IV} = 2.0 \cdot 0.9 \cdot 0.75 = 1.35\%.$$

де $m=0.9$ -коефіцієнт світлового клімату для IV сонячного поясу;

$C=0.75$ – коефіцієнт сонячного клімату, азимут 90^0 .

Штучне освітлення. Загальна освітленість приміщення – 500 лк.

Для збільшення освітленості робочої поверхні слід застосовувати місцеве освітлення. Показник дискомфорту не повинен перевищувати 40.

Для загального штучного освітлення слід передбачити газорозрядні лампи, незалежно від джерела світла місцевого освітлення. Коефіцієнт пульсації освітленості при освітленні приміщення не повинен перевищувати – 10%.

Виробничий шум.

Походження шумів у даному приміщенні пов'язано з роботами у прилеглих приміщеннях. Дані в таблиці 4.3 відповідають виду трудової діяльності, що потребує сконцентрованості над виконанням всіх видів робіт на постійних робочих місцях (згідно ДСН 3.3.6.037-99).

Таблиця 4.3 – Характеристика шумового навантаження

Рівні звукового тиску в октавних полосах з середньо геометричними частотами									Еквівалентні рівні звуку в дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
93	76	70	63	59	54	51	50	40	60

Методи і засоби боротьби з шумом:

Для захисту від шуму в приміщенні аудиторії, який виникає від неякісної роботи оргтехніки слід застосовувати столи з спеціальним відділенням для встановлення системних блоків.

Зниження шуму на шляху його розповсюдження в значній мірі досягається проведенням будівельно-акустичних заходів з застосуванням звукоізолюючих перегородок між приміщеннями.

Виробничі випромінювання.

Під час виконання роботи із використанням ПК на працівника діє підвищений рівень електромагнітного поля. Випромінювання ПК можуть бути небезпечними для здоров'я. Низькочастотні поля при тривалому опроміненні сидять біля ПК людей можуть привести до порушень фізіологічних процесів.

Монітор ПК є джерелом електростатичного поля; слабких електромагнітних випромінювань в низькочастотному і високочастотному діапазонах (2 Гц – 400кГц); ультрафіолетового проміння; інфрачервоних променів; випромінювання видимого діапазону.

Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань на робочому місці наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Допустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань

Найменування параметра	Допустимі значення
Напруженість електричної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	10В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля на відстані 50см від поверхні відеомонітора	0,3А/м
Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	
для дорослих користувачів	20кВ/м
для дітей дошкільних установ і що вчаться середніх спеціальних і вищих навчальних закладів	15кВ/м

Для зменшення впливу електромагнітного випромінювання на проектувальника слід дотримуватися раціонального режиму роботи та відпочинку.

Психофізіологічні фактори.

Оцінка психофізіологічних факторів під час проектування об'єкта будівництва здійснюється відповідно до Гігієнічної класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

Загальні енергозатрати організму: до 174 Вт.

Стереотипні робочі рухи (кількість за зміну): до 40 000.

Робоча поза: вільна зручна поза, можливість зміни пози («сидячи – стоячи») за бажанням працівника; перебування в позі «стоячи» до 40% часу зміни.

Нахили тулуба (вимушені, більше 30°), кількість за зміну: до 50 раз.

Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження:

– зміст роботи – творча діяльність, що вимагає вирішення складних завдань за відсутності алгоритму;

– сприймання інформації та їх оцінка – сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальними значеннями.

Заключна оцінка фактичних значень параметрів;

– розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка.

Сенсорні навантаження:

– зосередження (%за зміну) – до 5-75%;

– щільність сигналів (звукові за 1 год) – до 150;

– навантаження на слуховий аналізатор (%) – розбірливість слів та сигналів від 50 до 80 %;

– спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) – 4-6 год.

– навантаження на голосовий апарат (протягом тижня) – від 16 до 20.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за функціональну якість основної роботи; ступінь ризику для власного життя – вірогідний.

Режим праці:

– тривалість робочого дня – більше 8 год;

– змінність роботи – однозмінна (без нічної зміни).

За зазначеними показниками важкості та напруженості праці, робота, яка виконується належить до допустимого класу умов праці (напруженість праці середнього ступеня).

4.3 Пожежна безпека

За вибухопожежною і пожежною небезпекою приміщення відноситься до категорії Д. До категорії приміщення Д відносяться приміщення з наступною характеристикою речовин і матеріалів, які знаходяться у приміщенні: Негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Будівля, де знаходиться приміщення відноситься до I ступені вогнестійкості. До ступені вогнестійкості I відносяться будівлі з штучними і відгороджуваними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитних негорючих матеріалів.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год. (над ризикою) і максимальні межі розповсюдження вогню по ним, см. (під ризикою):

- стіни несучі і сходинові клітини - 2,5/0;
- стіни самонесучі - 1,25/0;
- стіни зовнішні не несучі (у тому числі з навісних панелей) - 0,5/0;
- стіни внутрішні ненесучі (перегородки) - 0,5/0;
- колони - 2,5/0;
- сходинові площадки, косоури, ступені, балки і марші сходинових клітин - 1/0;
- плити, настили (у тому числі з утеплювачем) і другі несучі конструкції перекриття - 1 /0;
- елементи покриття: плити, настили (у тому числі з утеплювачем) і прогони - 0,5/0;
- елементи покриття: балки, ферми, арки, рами - 0,5/0.

Для категорії приміщення Д, ступені вогнестійкості I допустима кількість поверхів 10, площа поверху в межах пожежного відсіку не обмежується.

Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до ближчого евакуаційного виходу із приміщення безпосередньо зовні чи в сходинову клітину

не обмежується незалежно від об'єму приміщення для категорії приміщення Д і ступені вогнестійкості будови І.

Ширину евакуаційного виходу (дверей) із приміщення необхідно приймати в залежності від загальної кількості людей, які евакуюються через цей вихід і кількості людей на 1 м ширини вихода (дверей). Для категорії приміщення Д, ступені вогнестійкості І, незалежно від об'єму кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу (дверей) повинна бути не менше 260 чол./м.

Для виробничих будов, споруд категорії Д норми первинних засобів пожежогасіння приведені в табл. 4.4 (ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Таблиця 4.4 – Характеристика та норми оснащення приміщення

Категорія приміщення	Гранична захищена площа, м ²	Пінні та водні вогнегасники місткістю 10 л	Порошкові вогнегасники місткістю, л		
			2	5	10
Д	1800		1+	2+	

Протипожежний захист приміщення забезпечується шляхом:

1. Створення умов для успішного гасіння пожежі (пожежної автоматики).
2. Обмеження розмірів та поширення пожежі (облаштування систем автоматичної пожежної сигналізації та пожежогасіння).
3. Безпечної евакуації людей та майна (аварійного вимкнення устаткування).

Висновки до розділу 4

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні роботи по підвищенню ефективності експлуатації автомобілів шляхом вдосконалення методів визначення потреби в запасних частинах було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, запропоновано протипожежні заходи. Отже поставлені завдання виконані.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз показав, що діючі методики не враховують фактори, які впливають на витрату запасних частин. Це призводить до розриву між фактичною і нормативною потребою в запасних частинах. Ця різниця між нормою і поточною потребою запасних частин може досягати більше 100%. В розрахунках відсутній облік фізичних параметрів умов експлуатації, що призводить до суттєвих похибок при встановленні нормативної потреби в запасних частинах по групах А В С.

2. Розроблено вирішення наукового завдання щодо проблеми комплексного управління забезпечення запасними частинами силових агрегатів, яке підвищує продуктивність та технічну готовність АТЗ. Підтримка працездатності силових агрегатів здійснюється на основі розроблених методів і моделей, які використовуються для визначення необхідної номенклатури запасних частин.

3. Визначено перелік та проведено кількісне оцінення конструктивних факторів, які сприяють зміні потреби в запасних частинах по певному автомобілю. Виявлено взаємозв'язок між потребами в запасних частинах для силових агрегатів по групах А, В, С та умовами експлуатації рухомого складу.

4. Розроблено методику прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів по групах А, В, С, в якій враховується технічний стан силового агрегату, виконана транспортна робота, а також зовнішні умови експлуатації певного АТЗ (обсяг вантажу, що перевозиться, швидкість руху, витрата палива), технічний стан та особливості конструкції конкретного автомобіля.

5. Створено методику прогнозування оптимальної потреби в запасних частинах силових агрегатів АТЗ по групах деталей А В С, яка базується на врахуванні впливу енергетичних витрат на виконання транспортної роботи, конструктивно-технологічних параметрів, ступеня зношеності вузлів, агрегатів і культури експлуатації АТЗ.

6. Оцінена значимість чинників зовнішніх умов (швидкість руху автомобіля, лінійний витрата палива) при експлуатації, які впливають на потребу в запасних частинах для силових агрегатів.

7. При експлуатації АТЗ найменша потреба в запасних частинах спостерігається на швидкостях, які відповідають мінімальній витраті палива – $(0,6 \dots 0,7) V_{max}$. Такий режим експлуатації АТЗ слід приймати за базовий. Якщо середня швидкість руху автомобіля відхилиться від оптимальної на 20-30 км/год, то потреба в запасних частинах збільшиться на 150-370%. Збільшення лінійної витрати палива має аналогічний ефект.

8. Зміна конструкції АТЗ (ККД трансмісії автомобіля, радіус кочення колеса, передавальні числа головної передачі), призводить до підвищення попиту на запасні частини до 12%. Рух АТЗ з оптимальною швидкістю призводить до зниження попиту на запасні частини до силових агрегатів груп А, В у 1,3 ... 1,8 рази. Якщо швидкість руху менша ніж 20 км/год, то відбувається різке збільшення попиту на деталі до силових агрегатів групи С.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кашканов А.А., Омельченко Б.О. Методичні аспекти оцінювання якості функціонування автомобільного парку автотранспортних підприємств. Матеріали XIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (присвяченої сторіччю Державного університету «Житомирська політехніка»), м. Житомир, 26-28 жовтня 2020 року. URL: <https://conf.ztu.edu.ua/>.
2. Говорущенко Н.Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорту. Харків: РІО ХГАДТУ, 1998. 468 с.
3. Пеньшин Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте : монография. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. 224 с.
4. Кашканов А.А., Кашканова Г.Г., Стенжицька І.Є. Оцінка якості автотранспортного обслуговування пасажирських перевезень в умовах нечітко визначених очікувань споживачів. Наукові нотатки. 2010. Вип. 28. С. 246-251.
5. Принципи та інструменти управління якістю: Навчальний посібник / Укл.: С.І.Андрусенко, О.С.Бугайчук. К.: НТУ, 2006. 72 с.
6. Кашканов А.А., Грисюк О.Г. Критерії оцінювання якості розслідування та проведення автотехнічних експертиз дорожньо-транспортних пригод. Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. 2012. Вип. 134. С. 117-121.
7. Редзюк А.М. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку. К.: ДП «Державтотранс НДІ » 2005. 400с.
8. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника проектування транспортних машин. Учебное пособие. Изд. 3-е, испр. и доп. Харків: ХНАДУ, 2004. 208с.
9. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Підручник. К.: Знання–Принт, 2003. 511с.

10. Зарубин А.Г., Чернобородов П.Л. К вопросу определения потребности в запасных частях. В сб.: Повышение эксплуатационной надежности автомобилей. М.: Транспорт, 1973, С. 28-37.
11. Бажинов О.В. Наукові основи оцінки ресурсу силових агрегатів транспортних машин з урахуванням умов експлуатації. Автореферат дисертації докт. техн. наук: 05.22.20. ХНАДУ. Х., 2001. 32с.
12. Лукинский В.С., Котиков Ю.Г., Зайцев Е.И. Долговечность деталей шасси автомобиля. Л.: Машиностроение, 1984. 231с.
13. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1990. 448с.
14. Абрамов О.В., Розенбаум А.П. Прогнозирование состояния технических систем. М.: Наука, 1990. 126 с.
15. Гурвич И.Б., Сыркин П.Э. Эксплуатационная надежность автомобильных двигателей. М.: Транспорт, 1984. 141с.
16. Методика по составлению и уточнению номенклатуры и норм расхода автомобильных запасных частей. М.: НАМИ, 1996. 49с.
17. Карнушин М.Г., Любинецкий Я.Г., Майданчик Б.И. Жизненный цикл и эффективность машин. М.: Машиностроение, 1989. 312с.
18. Кравченко А.П., Мухин Р.Г., Мерьемов С.В. Систематизация отказов и неисправностей автомобилей-тягачей VOLVO. Збірник наукових праць Національного гірничого університету. Дніпропетровськ: НГУ. 2005. №21. С. 78-82.
19. Лукинский В.С., Сергеев В.И. Совершенствование методов расчета потребности в запасных частях к автомобильным двигателям. Двигателестроение. 1982, №9. С. 43-47.
20. Дыбская В.В. Логистика складирования. М.: Гу-ВШЭ, 1999. 223с.
21. Рыжиков Ю.И. Теория очередей и управление запасами. СПб.: Питер, 2001. 378с.

22. Сидоров И.И. Логистическая концепция управлением предприятием. СПб.: ДНТП общества «Знание», 2001. 368с.
23. РТМ 23/70.2 – 77. Методика разработки нормативов потребности в запасных частях и сборных единицах к сельскохозяйственным машинам на ремонтно-эксплуатационные нужды. М.: ГОСНИТИ, 1977. 36с.
24. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта. Харьков: ХГАДТУ, 2001. 271с.
25. Нормы расхода автомобильных запасных частей. М.: ЦНИИТЭН, 1970, ч. I-IV. 295с.
26. Дажин В.Г. Методика расчета потребности в запасных частях. Автомобильная промышленность, 1979. №10, с. 9-12.
27. Кокс Д.Р., Смит В.Л. Теория восстановления. М.: Советское радио, 1969. 299с.
28. Говорущенко Н.Я., Баранов В.В. Методика планирования расхода запасных частей. Автомобильный транспорт. К., 1970. Вып. 7, С. 19-24.
29. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей. М.: Транспорт, 1982. 488с.
30. Гнеденко Б.В. Обеспечение качества, надежности и долговечности массовой продукции и статистические методы исследования. М.: Стандартизация, 1965. №5, С.4-6.
31. Маринкевич Л.Т. Исследование надежности автомобилей в различных дорожных условиях и определение расхода запасных частей. Автореферат диссертации канд. техн. наук. М.: 1966. 21с.
32. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. М.: Транспорт, 1982. 224с.
33. Басков В.Н. Исследование влияния нестационарности режимов работы автомобильного двигателя на ресурс его основных сопряжений. Автореферат диссертации канд. техн. наук. Харьков, 1982. 23с.

34. Насонов В.С. О повышении надежности машинно-транспортного парка методом резервирования. Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1965. №6, С. 7-10.
35. Щербаков Д.А. Логистические методы и модели организации обслуживания и управления поставками в системах фирменного автосервиса. Диссертация канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2003. 142с.
36. Зайцев Е.И. Информационные технологии в управлении эксплуатационной эффективностью автотранспорта. СПб.: ИПК СПбГИЭА, 1998. 227с.
37. Власов В.М. Управление технологическими процессами технического обслуживания и ремонта автомобилей. М.: МАДИ, 1982. 78с.
38. Апанасенко В.С. Исследование нормирования запасных частей для автомобилей БеЛАЗ. Автомобильный транспорт и дороги. Минск: Высшая школа, 1984. С.31-33.
39. Кузнецов А.С., Белов Н.В. Малое предприятие автосервиса. М.: Машиностроение, 1995. 304с.
40. Лукинский В.С., Е.И. Зайцев, В.И. Бережной. Модели и алгоритмы управления обслуживанием и ремонтом автотранспортных средств. СПб.: СПбГИЭА, 1997. 95с.
41. Резар С.М. Управление транспортом за рубежом. М.: Наука, 1994. 315с.
42. Могилевич М.В. Управление автотранспортным производством. М.: Транспорт, 1986. 256с.
43. Яговкин А.И., Клейнер Б.С., Новоселов В.А. Организация и управление производством технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств. Красноярск: Красноярский Университет, 1989. 288с.
44. Сумец А.М. Прогнозирование потребности в запасных частях. Харьков: ОКО, 1997. 182с.

45. Авдонькин Ф.Н., Малышев А.И. Планирование затрат на запасные части. В сб.: Повышение эффективности использования автомобильного транспорта. Саратов, 1983. С. 3-11.
46. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля. М.: Транспорт, 1980. 86с.
47. Біліченко В.В., Варчук В.В., Вдовиченко О.В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 117 с.
48. Аксенова З.И., Бачурин А.А. Анализ производственно-хозяйственной деятельности автотранспортных предприятий: Учебное пособие для вузов. М. Транспорт. 2007. 352 с.
49. Гогайзель А.В., Кравченко А.П. Концепция и модели оперативного управления ресурсосбережением двигателей. Труды Таврийской государственной аграрной академии. т.9. Мелитополь: ТГАТА, 1999. Вып. 2. С. 3-7.
50. Веретельник Е.А., Дуда Д.В., Кравченко А.П. Исследование транспортного потока в третьем автомобильном коридоре в районе пограничного перехода. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Доля: Науковий журнал. Луганськ: СХУ ім. В.Даля, 2005. №6 (88). С. 158-161.
51. Высоцкий М.С., Гильбурт А.Е., Гилелес Л.Х., Кузнецов Е.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации. Под. ред. Е.С. Кузнецова. М.: Транспорт, 1977. 183 с.
52. Варфоломеев В.М., Волошина Н.А. Економіко-математичне моделювання в оптимізації функціонування транспортних машин. Харків: ХНАДУ, 2005. 160 с.