

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

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему: **Забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»**



Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18м
спеціальності
274 – «Автомобільний транспорт»
Сафронюк М.А.

Керівник: канд. техн. наук, ст. викл.
Галущак О.О.

Рецензент: _____

Вінниця – 2019 року

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ	9
1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»	9
1.2 Аналіз дорожньо-транспортної аварійності на автомобільному транспорті	13
1.3 Аналіз факторів, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів.....	16
1.4 Огляд методів і засобів діагностування елементів, які впливають на стійкість і керованість автотранспортних засобів	19
1.5 Огляд методів коригування періодичності технічних впливів	21
1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження.....	28
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ І РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ	30
2.1 Закономірності формування люфтів в передній підвісці і рульовому керуванні з гідропідсилювачем	30
2.2 Аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці і рульовому механізмі автобусів	35
2.3 Вибір і обґрунтування діагностичних параметрів при оцінці стійкості і керованості автобусів	43
2.4 Висновки до розділу 2	52
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ	53
3.1 Експлуатаційна надійність елементів передньої підвіски і рульового керування автобусів	53

3.2	Визначення діагностичних параметрів, які оцінюють технічний стан елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів	59
3.3	Алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів	62
3.4	Обґрунтування оптимальної періодичності діагностування передньої підвіски і рульового керування автобусів	67
3.5	Оцінка економічної ефективності запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів	70
3.6	Висновки до розділу 3	73
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....		
4.1	Аналіз умов праці.....	75
4.2	Виробнича санітарія.....	76
4.2.1	Мікроклімат.....	76
4.2.2	Освітленість.....	77
4.2.3	Розрахунок загального штучного освітлення	78
4.2.4	Шум	81
4.2.5	Вібрація	81
4.3	Техніка безпеки	82
4.3.1	Електробезпека.....	83
4.4	Пожежна безпека.....	83
4.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях	85
4.5.1	Призначення пункту спеціальної обробки в загальному комплексі дезактивації.....	85
4.5.2	Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки	86
4.5.3	Організація і розробка ПуСО на ділянці дороги Вінниця - Бар.....	87
4.6	Висновки до розділу 4	90
ВИСНОВКИ.....		
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		
ДОДАТКИ.....		

ВСТУП

Актуальність теми. Автомобільний транспорт являється однією з найбільших галузей виробництва, що впливає на всі сфери діяльності людини і розвиток суспільства в цілому. На частку автомобільного транспорту в Україні припадає більше половини обсягу всіх пасажирських перевезень, що здійснюються наземним пасажирськими транспортом загального користування. Разом з тим залишається невирішеним завдання зниження високої дорожньо-транспортної аварійності.

За статистикою близько 15% випадків ДТП від загальної їх кількості відбуваються внаслідок експлуатації транспортних засобів з несправностями систем, що впливають на їх активну безпеку. Рульове управління і передня підвіска відносяться до вузлів, що безпосередньо впливають на безпеку, і підтримка їх в технічно справному стані протягом усього періоду експлуатації - одне з найважливіших умов зниження аварійності.

Якісне та своєчасне виконання необхідних технічних впливів дозволяє запобігти виїзд несправного транспортного засобу на лінію і суттєво зменшити кількість ДТП.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до науково-дослідної тематики кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-14 від 05.12.2012 р.; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення технічної готовності передньої підвіски та рульового керування автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці і рульовому механізмі автобусів;
- здійснити вибір і обґрунтування діагностичних параметрів, які оцінюють технічний стан елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів;
- розробити алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів;
- здійснити оцінку ефективності запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів;
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження – процес діагностування передньої підвіски і рульового керування автобусів.

Предмет дослідження – діагностичні параметри, які оцінюють технічний стан елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів.

Методи досліджень. Методологічною основою роботи є використання системного підходу, аналізу проблем з технічної, математичної і інформаційної точок зору. В роботі використовуються наступні методи досліджень: матричний аналіз, моделювання, ймовірно-статистичний та регресійний аналізи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Запропоновані підходи по діагностуванню передньої підвіски та рульового керування за попереднім контролем «уводу» автобуса від заданої траєкторії руху.

Практична значимість отриманих результатів.

Розроблено алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за допомогою

розроблених у роботі методів, з відомими.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (Вінниця: ВНТУ, 2019).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в одній публікації [1].



РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ

1.1 Загальна характеристика комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія»

Комунальне підприємство (КП) «Вінницька транспортна компанія» є одним з кращих підприємств міського пасажирського транспорту України. Основним її видом діяльності є здійснення перевезень пасажирів міським електричним (трамвай, тролейбус) та автомобільним транспортом. Історія КП «Вінницька транспортна компанія» починається з 1913 року, коли перші сім вагонів бельгійського виробництва розпочали свій рух вулицями міста.

У 2009 році підприємство почало здійснювати перевезення пасажирів муніципальними автобусами. У 2014 році завершено будівництво автобусного парку КП «ВТК». Також, з проведенням транспортної реформи, покладається контроль за роботою автомобільного транспорту загального користування інших перевізників. З лютого 2014 року комунальне підприємство "Аеропорт Вінниця" стає підрозділом КП "ВТТУ". Тому стара назва підприємства вже не відповідає тим завданням, які виконує підприємство, та отримує назву - комунальне підприємство "Вінницька транспортна компанія" [2].

На сьогоднішній день КП «Вінницька транспортна компанія» є базовим транспортним підприємством міста із загальною кількістю робітників, що перевищує 2000 осіб. На лінію випускається 74 од. трамвайних вагонів, 131 од. тролейбусів, 66 од. автобусів. КП «Вінницька транспортна компанія» налічує 5 трамвайних, 14 тролейбусних та 15 автобусних маршрутів, на яких перевозиться більше 400 тис. пасажирів за добу. Завдяки потужній ремонтній базі КП «Вінницька транспортна компанія» власними зусиллями виконує всі види ремонтів рухомого складу, в тому числі капітально-відновлювальні ремонти трамваїв та

тролейбусів, трамвайних колій. Колектив підприємства здійснює головну задачу – стабільне перевезення пасажирів. КП «Вінницька транспортна компанія» на протязі багатьох років займає перші місця серед споріднених підприємств.

Комунальне підприємство «Вінницька транспортна компанія» розташоване за адресом: м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе. 29 Україна, 21036.

Предметом діяльності підприємства є:

- пасажирський наземний транспорт міського і приміського сполучення, у тому числі:

- міський електричний транспорт;
- міський автомобільний транспорт загального користування.
- вантажний автомобільний транспорт;
- забезпечення експлуатації і функціонування аеродрому, будівель, споруд, інженерних мереж та інших об'єктів аеродромного обладнання пасажирського та вантажного терміналів, а також засобів механізації і спеціалізованого транспорту;
- прийняття та відправлення повітряних суден із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів, вантажів, багажу та пошти необхідними засобами;
- допоміжне обслуговування авіаційного транспорту.
- технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів;
- ремонт і технічне обслуговування інших транспортних засобів;
- інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;
- надання в оренду й експлуатацію власного чи надання в суборенду орендованого майна;
- надання в оренду автомобілів і легкових автотранспортних засобів;
- надання в оренду вантажних автомобілів;

Власником даного підприємства, є територіальна громада міста Вінниці в особі Вінницької міської ради. Органом, за яким закріплено функції управління підприємством, є Департамент енергетики, транспорту та зв'язку міської ради.

У 2014 році завершено будівництво муніципального автобусного парку КП «Вінницька транспортна компанія», який знаходиться за адресом: м. Вінниця, вул. Сабарівське шосе, 19.

Кожного року автобусний парк КП «Вінницька транспортна компанія» оновлює свій рухомий склад та матеріально технічну базу. У 2015 році підприємством закуплено підйомник та шиномонтажне обладнання для автобусів, відремонтовано приміщення контрольно-пропускового пункту, та зовнішнє освітлення території і тд. (рис.1.1, 1.2).



Рисунок 1.1 - Підйомник для автобусів



Рисунок 1.2 – Рухомий склад автобусного парку
КП «Вінницька транспортна компанія»

В автобусному парку КП «Вінницька транспортна компанія» налічується 66 автобусів, що здійснюють пасажирські перевезення в м. Вінниця. З них автобусів Богдан А70132 – 30 од., Богдан А70130 – 4 од., Богдан А70110 – 16 од. та автобусів ЛАЗ – А183 – 8 од (рис. 1.3). Дані автобуси використовують дизельне паливо в якості палива для двигунів автомобілів.



а)



б)

Рисунок 1.3 – Рухомий склад автобусного парку КП «ВТК»:

а) Богдан А70132; б) ЛАЗ – А183

В складі підприємства є також 8 автобусів АТАМАН (ISUZU) A092G6 (рис. 1.4). Дані автобуси працюють на газовому паливі. Автобуси мають понижену підлогу та спеціальний пандус для людей на візках і розраховані для перевезення 42-х пасажирів.



Рисунок 1.4 – Автобуси АТАМАН (ISUZU) A092G6, що працюють на газовому паливі

1.2 Аналіз дорожньо-транспортної аварійності на автомобільному транспорті

Автомобільний транспорт - це одна з найбільших галузей що, впливає на всі сфери діяльності людини і розвиток суспільства в цілому. На частку автомобільного транспорту в Україні припадає більше половини обсягу пасажирських перевезень, що здійснюються наземним пасажирським транспортом загального користування. Основними перевагами пасажирських перевезень на автомобільному транспорті автобусами є висока мобільність, можливість організації перевезень в короткі терміни, великі обсяги. Ці та інші переваги обумовили широке використання автомобільного транспорту в усьому світі та з кожним роком йде зростання кількості автомобілів в країні.

Громадський пасажирський транспорт займає основне місце в транспортному обслуговуванні населення. Згідно з статистичними даними по галузі автомобільного транспорту за 2018 р. у міському сполученні перевезено 4632 млн. пасажирів (рис. 1.5), з них [3]:

- автомобільним транспортом (автобусами) 2575 млн.;
- тролейбусами 1300 млн.;
- трамваями 757 млн.;

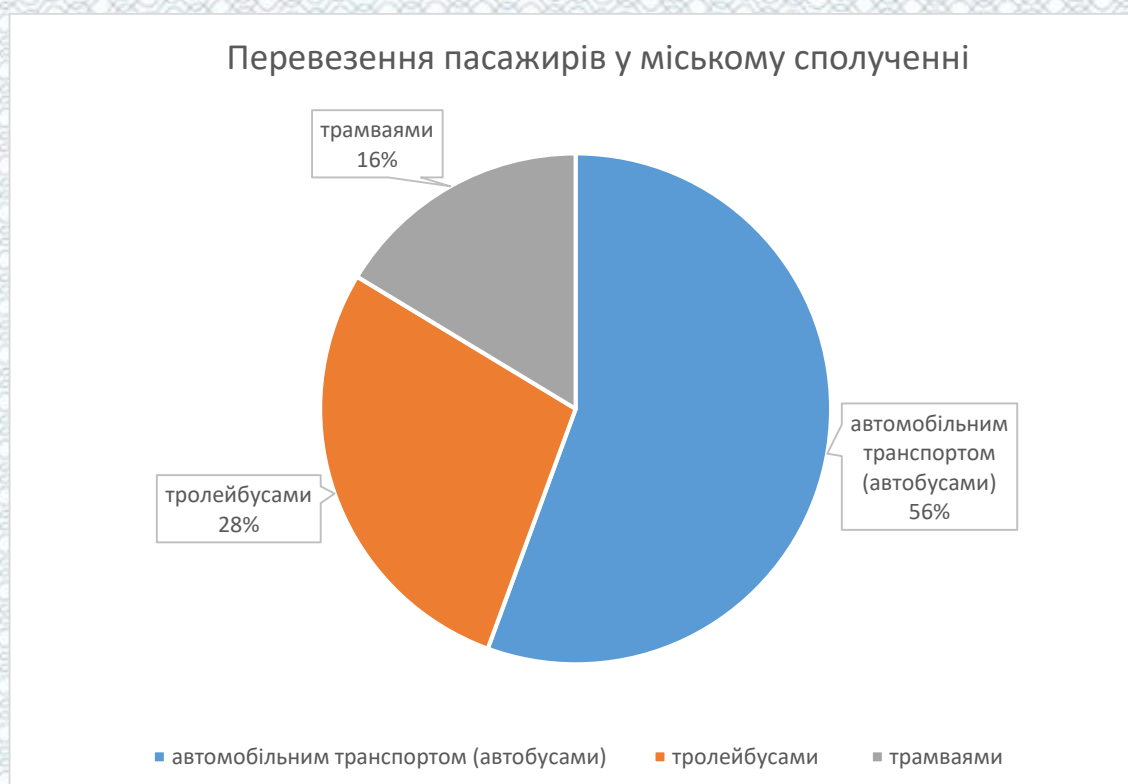


Рисунок 1.5 - Перевезення пасажирів у міському сполученні

З ростом кількості рухомого складу на пасажирських перевезеннях зростає інтенсивність руху на дорогах, в якому приймають участь велика кількість транспортних засобів (ТЗ) та мільйони людей. Тому попередження аварійності на дорогах є одною з важливих соціальних та економічних проблем.

Аналіз статистичних даних кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП) за останні десять років показує, що проблема забезпечення безпеки автомобільних

перевезень в Україні, залишається невирішеною. Кількість ДТП з 2009 року по 2018 р. представлена в таблиці 1.1.

З табл. 1.1 видно, що кількість ДТП починаючи з 2009 року та, відповідно, і кількість загиблих та травмованих людей зменшується. Проте показники аварійності залишаються досить високими.

Таблиця 1.1 – Аварійність на території України за 2009-2018 роки

Рік	Кількість ДТП	Загинуло, осіб	Травмовано, осіб
2009	229885	5348	45675
2010	204242	4875	38975
2011	186225	4908	38178
2012	196410	5131	37519
2013	191010	4833	37521
2014	153217	4483	32395
2015	134193	3970	31467
2016	158776	3410	33613
2017	162562	3432	34667
2018	150120	3350	30884

Високі показники аварійності на автомобільному транспорті в Україні поряд з об'єктивними причинами (високими темпами автомобілізації, поганим станом доріг і т.д.) пов'язані також з низьким рівнем технічної готовності автотранспортних засобів до експлуатації. Кількість ДТП, що відбулись внаслідок технічних несправностей транспортних засобів хоча і знижується в останні роки, але залишається досить великою, частка цих подій від загальної кількості ДТП досягає 15%.

Оскільки зниження аварійності на автомобільному транспорті є пріоритетною соціально-економічною задачею, для її вирішення потрібно, перш за все, підвищення експлуатаційної безпеки шляхом контролю і відновлення

працездатного стану відповідних систем автотранспортних засобів. Своєчасне і якісне виконання ТО і ремонту автотранспортних засобів, постійний і ретельний контроль їх технічного стану; застосування новітніх методів і сучасних засобів їх діагностики, дотримання правил дорожнього руху та інших нормативних документів, що регламентують вимоги безпеки автомобіля в експлуатації, є основними інструментами зниження аварійності, викликані несправностями автомобільного парку.

Основними видами несправностей транспортних засобів, через які сталися дорожньо-транспортні пригоди, були поломки гальмівної системи і освітлювальних приладів. З цими несправностями пов'язані відповідно 20,0% і 23,2% ДТП від загальної кількості пригод через технічні несправності транспортних засобів. Причиною 15,0% дорожньо-транспортних пригод послужили знос протектора шин і причиною 10,5% - несправність рульового управління та підвіски автомобіля.

1.3 Аналіз факторів, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів

Керованість і стійкість транспортних засобів безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху. Результати дослідження в області безпеки дорожнього руху показують, що основними причинами ДТП є невідповідність темпів розвитку дорожньо-транспортної системи темпам автомобілізації країни, складні дорожньо-кліматичні умови, а також технічні несправності транспортних засобів. Підтримка їх в технічно справному стані протягом усього періоду експлуатації - одне з найважливіших умов зниження аварійності.

На стійкість і керованість транспортних засобів здійснюють вплив велика кількість різних факторів. Основні з них розділені на три групи [4]:

- керовані (залежать від роботи технічної служби автотранспортного підприємства);

- частково керовані (умови експлуатації, конструктивні особливості елементів транспортних засобів та ін.);

- некеровані (дорожні та кліматичні умови, дорожнє покриття та ін., тобто ті, що не залежать від роботи технічної служби АТП).

Вплив факторів визначається рядом параметрів (рис. 1.6), відхилення кожного з яких від оптимальних значень викликає погіршення керованості і стійкості транспортних засобів. Вплив першої групи факторів може бути повністю усунуто шляхом вдосконалення системи ТО і ремонту транспортних засобів. Вплив другої групи факторів може бути повністю або частково усунуто. До третьої групи факторів відносяться ті, які не усуваються, але повинні враховуватися при коригуванні періодичності технічних впливів.

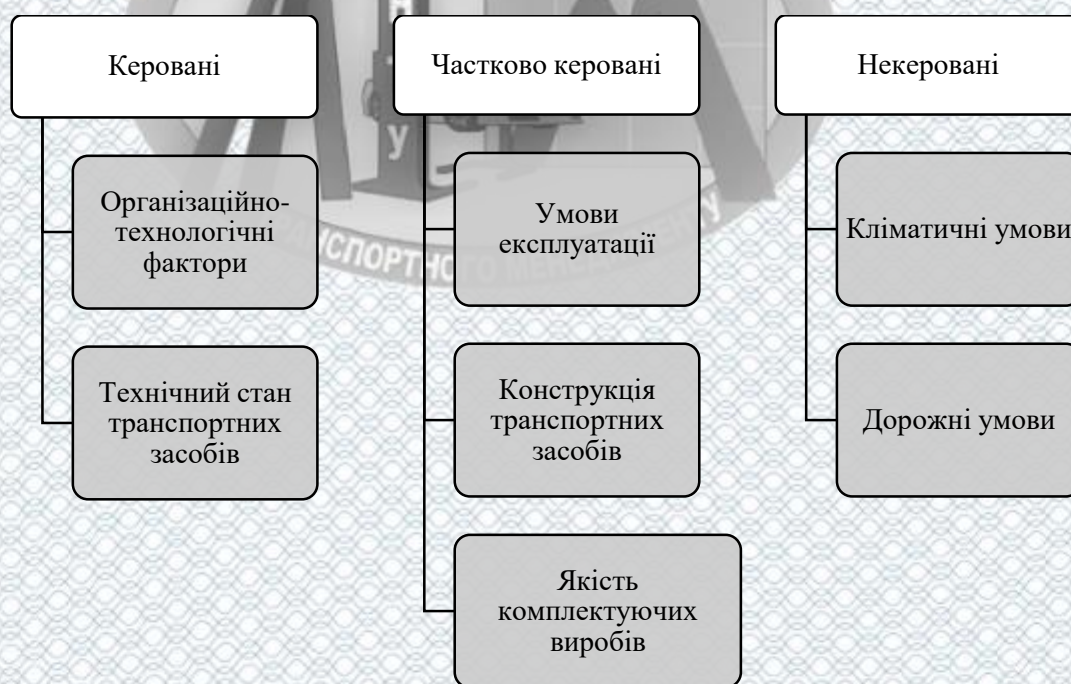


Рисунок 1.6 – Фактори, що впливають на стійкість і керованість транспортних засобів

Стійкість і керованість транспортного засобу в значній мірі залежить від експлуатаційних факторів. Під експлуатаційними факторами мається на увазі інтенсивність експлуатації (швидкісний режим і кваліфікація водія). Останнє обумовлено неправильним вибором швидкості при проходженні поворотів.

Однак основними факторами, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів є їх технічний стан; а також періодичність і обсяг технічних впливів (діагностичні, регулювальні, ремонтно-відновлювальні роботи). Це ті фактори, управління якими дає реальне підвищення стійкості і керованості транспортного засобу.

Рульове керування здійснює великий вплив на керованість транспортного засобу. Параметр, що характеризує технічний стан рульового управління - сумарний люфт рульового колеса.

До основних несправностей рульового управління можна віднести:

- збільшений вільний хід рульового колеса, причинами якого є люфти в карданних з'єднаннях, шарнірах рульового приводу, зубчастих зачеплення рульового механізму і т.д.;

- підвищене зусилля на рульовому колесі, причинами якого є: надмірний натяг в зубчастих зачепленнях рульового механізму; недостатній рівень масла в системі гідروпідсилювача керма; відсутність тиску в системі гідропідсилювача; порушення герметичності системи.

Причиною зниження стійкості і керованості транспортного засобу може бути і технічний стан підвіски, від якого залежать такі властивості, як стійкість, безпека, стомлюваність водія і пасажирів і т.д.

До основних несправностей передньої підвіски можна віднести: знос деталей, деформацію і руйнування елементів підвіски, порушення регулювань кутів встановлення коліс. В процесі експлуатації транспортних засобів зношуються підшипники маточин коліс, виходять з ладу амортизатори, виходять з ладу пневмобалони, відбувається знос пальців кульових шарнірів, поломка пружин, руйнування гумових елементів підвіски.

«Увід» транспортного засобу від заданої траєкторії руху може бути викликаний різницею тисків пневмобалонів, зносом гумових втулок стабілізатора поперечної стійкості і неправильним монтажем шин на ободі.

Втрата стійкості і керованості може також бути наслідком перекосу або зміщення осей, викликаних порушенням геометрії кузова або елементів підвіски.

Зсув осей і порушення геометрії кузова виникають внаслідок недотримання технологічних допусків при їх виготовленні підвищених динамічних і статистичних навантаженнях при русі, різного роду зіткнень та ДТП.

1.4 Огляд методів і засобів діагностування елементів, які впливають на стійкість і керованість автотранспортних засобів

Усі несправності і відмови, що виникають в процесі експлуатації транспортних засобів, супроводжуються шумами, вібраціями, стуками, змінами функціональних показників (потужності, тягового зусилля, тиску та ін.). Ознаками цих несправностей можуть служити діагностичні параметри, які побічно характеризують працездатність елемента, вузла або системи автомобілів.

Діагностичний параметр - непряма величина, пов'язана зі структурними параметрами, що несе достатньо інформації про технічний стан об'єкта. В якості діагностичних параметрів можуть виступати як структурні, так і вихідні параметри. Діагностичними параметрами можуть бути параметри робочих і супутніх процесів, а також геометричні параметри. Параметри вихідних робочих процесів, що визначають основні функціональні властивості об'єкта (гальмівний шлях, відхилення автобуса від прямолінійного руху) дають узагальнену інформацію про його стан в цілому. Ця інформація є основою для подальшої та поелементної діагностики.

Параметри супутніх процесів (нагрів, шуми, вібрації) дають більш вузьку інформацію про технічний стан об'єкта діагностування. Вони досить універсальні та широко застосовуються для поелементного діагностування важких систем. Геометричні параметри, що визначають окремі елементарні зв'язки між деталями механізму (зазори, люфти, неспіввісності т.д.), дають обмежену, але конкретну інформацію про стан об'єкта.

Комплекс діагностичних параметрів обирається, як правило, з використанням структурно-наслідкової схеми [5] та подальшою їх перевіркою за критеріями стабільності; однозначності, значущості; чутливості, інформативності;

об'єктивності і роздільної здатності. Перераховані критерії обумовлюють їх вибір при створенні тієї чи іншої діагностичної системи.

Методи діагностування елементів, які впливають на стійкість, керованість, безпеку руху АТЗ по типу діагностичних параметрів поділяються на дві групи. В першу групу включені методи, засновані на визначенні вихідних параметрів транспортного засобу при імітації швидкісних і навантажувальних режимів роботи. Друга група заснована на об'єктивній оцінці ряду геометричних параметрів елементів транспортного засобу. Методи цієї категорії є найбільш поширеними на підприємствах автомобільного транспорту в даний час. Вони прості і при відповідному рівні організації діагностування мають високу ефективність.

Засоби технічного діагностування (ЗТД) являють собою пристрої, призначені для вимірювання поточних значень діагностичних параметрів. Комплекс ЗТД елементів, які впливають на стійкість і керованість транспортних засобів, представлений на рисунку 1.7.

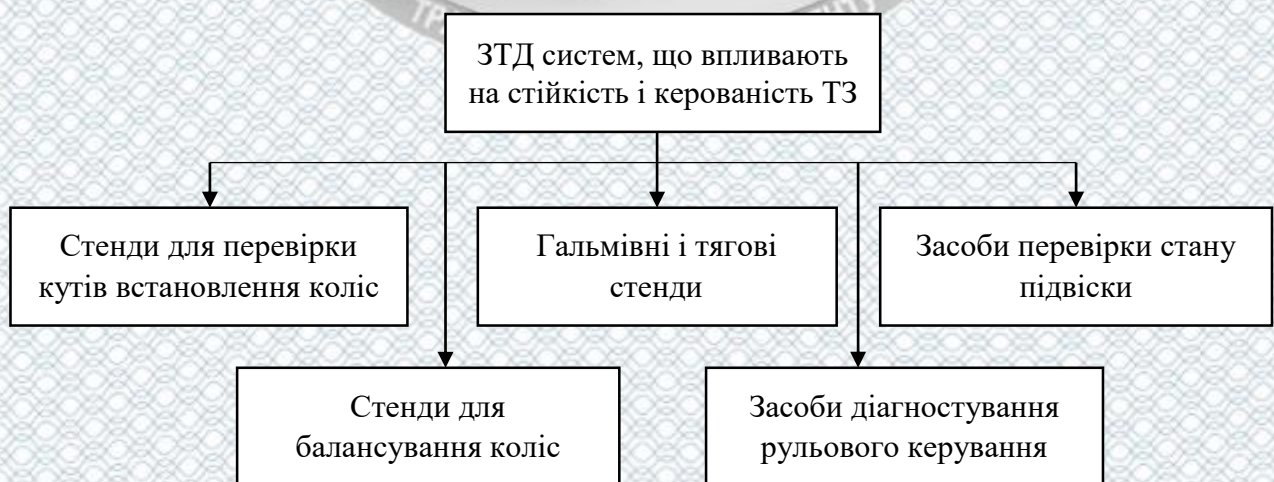


Рисунок 1.7 - Комплекс засобів діагностики систем, що впливають на стійкість та керованість ТЗ

Залежно від основного принципу роботи стенди підрозділяються на дві групи - статичні та динамічні. До статичних відносяться стенди для перевірки кутів встановлення коліс, що знаходяться в стані спокою. До динамічних - стенди, що фіксують параметри на обертових колесах ТЗ.

За видами вимірювальних пристроїв статичні стенди контролю кутів встановлення коліс поділяються на оптичні, механічні та електронні. Вони вимірюють такі параметри: сходження обох коліс або кожного з них; розвал кожного колеса; поздовжній, поперечний кут нахилу осей повороту коліс; поздовжній, поперечний кут нахилу осі повороту коліс.

Динамічні стенди за параметрами, що вимірюються, поділяються на силові і не силові; за типом опорно-сприймаючих пристроїв - на роликові і майданчикові; за приводом – з електропроводом та без приводу.

Рульове керування діагностують за допомогою люфтомірів і динамометрів. На сьогоднішній момент існують механічні та електронні люфтоміри з навантажувальним пристроєм і без нього. При діагностуванні необхідно використовувати тільки ті вимірювальні прилади, у яких похибка вимірювання сумарного люфту в рульовому керуванні не більше одного градуса, та не більше 7% похибки у навантажувальному пристрою люфтоміру.

Найкращий результат можна досягти при використанні електронних методів вимірювання та електронної апаратури (обчислювальних машин на базі персональних комп'ютерів). Використання комп'ютерів дозволяє виконувати діагностичні роботи швидко і якісно, з високою точністю вимірювання, і можливістю аналізувати відразу кілька діагностичних параметрів.

1.5 Огляд методів коригування періодичності технічних впливів

Періодичність технічних впливів - це нормативне напрацювання (в кілометрах пробігу або години роботи) між двома послідовно проведеними однорідними роботами Д або ТО [6]. Коригування повинно бути направлено на збільшення ролі і значення діагностичних робіт за рахунок скорочення робіт по ТО і ремонту.

Коригування технічних впливів стає можливим завдяки системі звітної документації по фактичним пробігам ТЗ, витрат на їх ремонт, систематичного аналізу одержуваної інформації про зміни їх технічного стану.

Згідно [7, 8] розрізняють такі методи коригування періодичності технічних впливів: найпростіші (методи аналогії за прототипом); аналітичні, засновані на результатах спостережень і закономірності зміни параметрів технічного стану; імітаційні, що базуються на моделюванні випадкових процесів. Найбільш поширеними і кращими є аналітичні методи. Розглянемо найбільш відомі з них.

Метод визначення періодичності технічних впливів за допустимим рівнем безвідмовності. Цей метод заснований на виборі періодичності технічних впливів, при якій ймовірність відмови F елемента не перевищує заздалегідь заданої величини, званої ризиком (рис. 1.8).

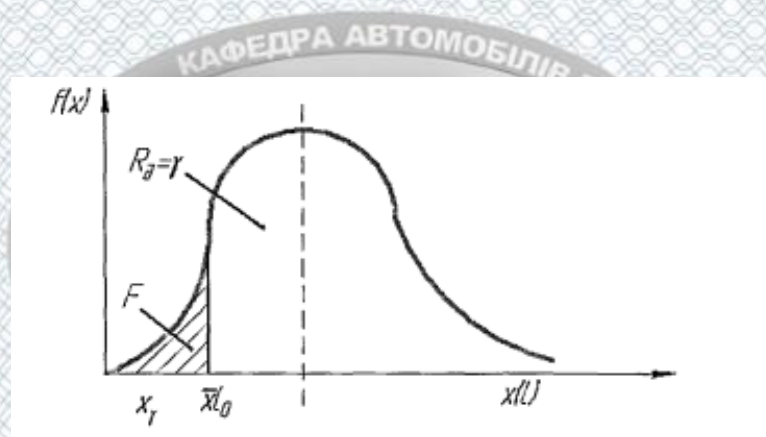


Рисунок 1.8 - Визначення періодичності ТВ по допустимому рівню безвідмовності

Ймовірність безвідмовної роботи P_0 , при якій напрацювання на відмову більше призначеної періодичності обслуговування l_0 , визначає безвідмовність елементів транспортних засобів.

$$P_d\{X_i \geq l_0\} \geq R_d = \gamma, \quad l_0 = X_\gamma \quad (1.1)$$

де X_i - напрацювання на відмову;

R_0 - допустима ймовірність безвідмовної роботи;

l_0 - періодичність ТО;

X_γ - гамма-відсотковий ресурс;

F - ймовірність відмови.

Для агрегатів і механізмів, що забезпечують безпеку руху, $R_d = 0.9 \div 0.98$. Для інших вузлів та агрегатів $R_d = 0.85 \div 0.90$.

Визначена таким чином періодичність значно менше середнього напрацювання на відмову X та пов'язана з нею в наступним способом:

$$l_0 = \beta \cdot \bar{x}, \quad (1.2)$$

де β - коефіцієнт раціональної періодичності, що враховує величину і характер варіації напрацювання на відмову, а також прийняту допустиму ймовірність безвідмовної роботи R_d .

Метод визначення періодичності технічних впливів за закономірністю зміни параметра технічного стану та його допустимого значення [8].

Цей метод вважається статично-аналітичним. Зміна будь-якого параметру технічного стану у групі транспортних засобів відбувається по-різному (лінії 1-3, 5-7, рис. 1.9). Випадок, який відповідає більшій інтенсивності зміни параметра технічного стану, ніж середня по групі спостережуваних ТЗ, називають максимально допустимим:

$$\alpha_d = \mu \cdot \bar{\alpha}, \quad (1.3)$$

де $\alpha_d, \bar{\alpha}$ - допустиме та середнє значення параметра;

μ - коефіцієнт максимальної інтенсивності зміни параметра технічного стану.

В цьому випадку необхідно дотримуватися умови:

$$1 - P_d\{\alpha_i \geq \alpha_d\} = 1 - F = P_d, \quad (1.4)$$

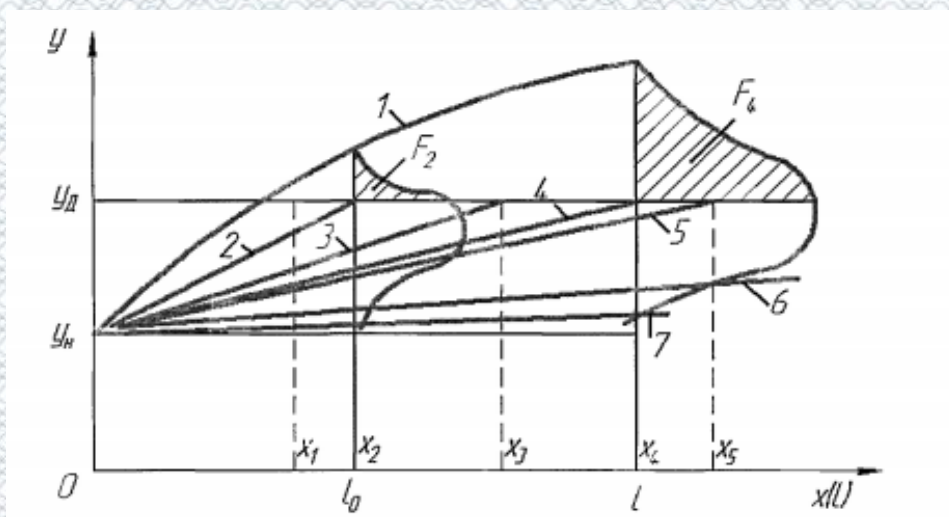


Рисунок 1.9 - Визначення періодичності технічних впливів по допустимому значенні і закономірності зміни параметра технічного стану

Для нормального закону розподілу:

$$\mu = 1 + t_d \cdot V, \quad (1.5)$$

де $t_d = (a_d - \bar{a}) / \sigma$ - нормоване відхилення, що відповідає довірчому рівню ймовірності.

У цьому випадку для визначення оптимальної періодичності l_0 необхідно мати вибірку значень параметра, визначити величини σ та V , розрахувати інтенсивність зміни параметра у функції пробігу, задати необхідний рівень ймовірності і розрахувати

$$l_0 = \frac{x_i}{\bar{a} + t_d + \sigma}, \quad (1.6)$$

де x_i - значення випадкової величини.

Методи визначення періодичності технічних впливів за закономірністю зміни параметра технічного стану та допустимого рівня безвідмовності володіють тим недоліком, що визначаються за середніми показники періодичності.

Техніко-економічний метод [8]. Цей метод зводиться до визначення сумарних питомих витрат на діагностику, ТО та ремонт ТЗ та їх мінімізації. Мінімальним сумарним витратам відповідає оптимальна періодичність технічних впливів l_b . При цьому питомі витрати на технічних впливів складають:

$$C_{TB} = d / l_b, \quad (1.7)$$

де l_b –періодичність технічних впливів;

d - вартість виконання операції технічних впливів.

Збільшення періодичності технічних впливів, призводить до скорочення ресурсу деталі або агрегату та зростання питомих витрат на ремонт:



$$C_p = C/L, \quad (1.8)$$

де C - разові витрати на ремонт;

L - періодичність.

Цільова функція, екстремальне значення якої відповідає оптимальному вирішенню, визначається виразом:

$$u = (C_d + C_{TO}) + C_p \rightarrow \min \quad (1.9)$$

Мінімум цільової функції і, отже, оптимальне значення періодичності технічних впливів знаходиться графічним методом, використовуючи графік, що представлено на рисунку 1.10.

Економіко-імовірнісний метод [8]. Цей метод об'єднує попередні і враховує економічні і ймовірнісні фактори, а також дозволяє порівнювати різні стратегії і системи підтримки і відновлення працездатності транспортного засобу.

Одна зі стратегій (C_p) зводиться до усунення несправностей виробів в міру їх виникнення.

Питомі витрати при цьому:

$$U_P = C_P = \frac{C}{X} = \frac{C}{\int_{X_{min}}^{X_{max}} xf(x)dx} \quad (1.10)$$

де X , X_{min} , X_{max} - середнє, мінімальне та максимальне напрацювання на відмову;
 C - разові витрати на усунення відмови.

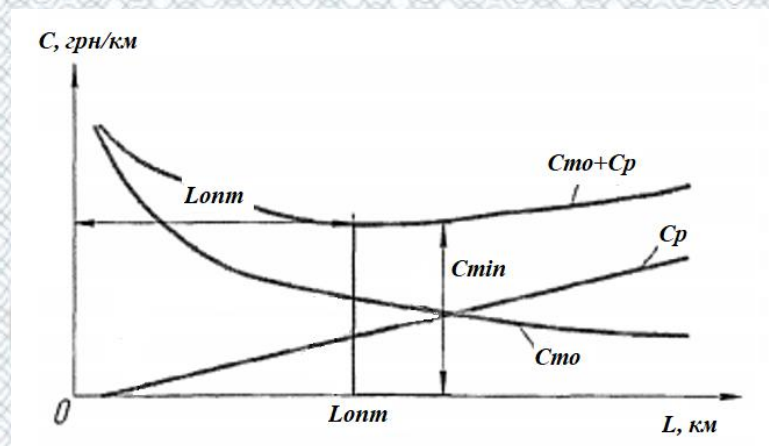


Рисунок 1.10 - Визначення періодичності технічних впливів техніко-економічним методом

Альтернативна стратегія $C_{тв}$ передбачає попередження відмов і несправностей відновленням вихідного або близького до нього стану деталі до того, як буде досягнуто ідеальний стан. Середнє напрацювання, з якої ці відмови усунені, визначається виразом:

$$l_P^I = \frac{\int_{X_{min}}^{X_{max}} If(l)dl}{\int_{X_{min}}^{X_{max}} f(l)dl} \quad (1.11)$$

При цій стратегії питомі витрати на попередження та усунення відмов визначаються як відношення вартості однієї операції діагностування, технічного огляду і ремонту до напрацювання виконання операції технічних впливів:

$$U_{TB} = C_{TB} = \left[\frac{cF+dR}{l_B R + l_B^l F} \right], \quad (1.12)$$

де $cF + dR$ - середньозважена вартість виконання операції Д, ТО, Р;

R - ймовірність виконання операції технічного впливу;

d - разова вартість технічного впливу;

F - ймовірність відмови при виконанні технічного впливу з періодичністю l_B і ймовірність виконання ремонтної операції;

c - вартість усунення відмови;

$l_B R + l_B^l F$ - середньозважене напрацювання до виконання операцій Д, ТО, Р;

l_B - періодичність технічних впливів;

l_B^l - середнє напрацювання елементів, що відмовили з ймовірністю F .

Економіко-ймовірнісний метод визначає раціональні шляхи вдосконалення організації технічних впливів. При періодичності l_B фактично вимагають запобіжного впливу ті агрегати, потенційна відмова яких може виникнути з певною ймовірністю R_1 (рис. 1.11) при напрацюванні $l_B < X_i < 2l_B$ без урахування варіації оптимальної періодичності. Ймовірність цієї події $R_2 = R - R_1$, тому при другому способі реалізації попереджувальної стратегії необхідно розділяти вироби (агрегати) першої і другої групи, що здійснюються за допомогою діагностування, яке вимагає додаткових витрат.

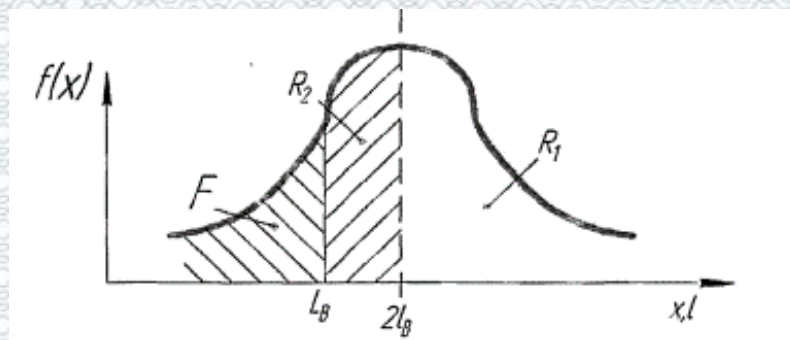


Рисунок 1.11 - Система забезпечення працездатності за технічним станом

Метод визначення періодичності технічних впливів по діагностичній інформації [8]. Для встановлення періодичності технічних впливів необхідно мати

дані про стан окремих елементів транспортного засобу в функції пробігу. Гранична та допустима періодичності технічних впливів визначаються за наступними формулами:

$$l_{\text{гр}} = l_i \cdot \sqrt{\frac{x_i - x_0}{x_{\text{гр}} - x_0}}; \quad (1.13)$$

$$l_{\text{д}} = l_{\text{гр}} - \Delta l, \quad (1.14)$$

де $l_{\text{гр}}$ - гранична періодичність даного елемента, відповідна граничному стану;

l_i – поточний пробіг транспортного засобу між технічними впливами;

$x_0, x_i, x_{\text{гр}}$ - початковий, проміжний та граничний стан елемента;

$l_{\text{д}}$ - допустима періодичність технічних впливів.

Кількість відмов і періодичність технічних впливів визначаються на основі аналізу статистичних даних про відмови вузлів і систем ТЗ, а також, напрацювань на ці відмови. При скороченні Δl збільшується робота вузла і одночасно витрати на саму профілактику, яку доводиться проводити частіше. Збільшення періодичності, скорочує витрати на діагностику і ТО, але одночасно збільшує ризик відмови, тому важливим елементом в забезпеченні працездатності виробу чи агрегату є визначення раціональної періодичності технічних впливів.

1.6 Висновки до розділу 1 та постановка завдань дослідження

На основі розглянутого в п. 1.1-1.4 можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз дорожньо-транспортної аварійності на автомобільному транспорті показав, що причиною понад 10% від усієї кількості ДТП є несправність рульового керування та підвіски автомобіля..

2. Визначено фактори, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів. Аналіз факторів показав, що найбільший вплив на керованість і стійкість транспортних засобів здійснює технічний стан їх рульового керування та передньої підвіски.

3. Значний економічний ефект в системі ТО і ремонту транспортних засобів може бути отриманий при використанні науково обґрунтованих методів і сучасних засобів діагностування систем, що забезпечують безпеку руху.

4. Забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування транспортних засобів можливе за рахунок оптимізації періодичності технічних впливів по фактичному стану.

Метою дослідження є підвищення технічної готовності передньої підвіски та рульового керування автобусів комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія».

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- здійснити аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці і рульовому механізмі автобусів;
- здійснити вибір і обґрунтування діагностичних параметрів, які оцінюють технічний стан елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів;
- розробити алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів;
- здійснити оцінку ефективності запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів;
- розробити заходи щодо забезпечення необхідного рівня охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

РОЗДІЛ 2

ОЦІНКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ І РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ

2.1 Закономірності формування люфтів в передній підвісці і рульовому керуванні з гідروпідсилювачем

Великий вплив на безпеку руху і керованість транспортного засобу здійснює геометрія передньої підвіски, сумарний люфт рульового керування і зусилля на рульовому колесі. У зв'язку з цим доцільно розглянути причини зміни цих параметрів в процесі експлуатації автобуса.

Основною причиною зміни кутів установки коліс є поступовий знос спряжених пар, що приводить до виникнення люфтів в шкворневому вузлі в поперечній рульовій тязі. Крім того, порушення геометрії кутів передньої підвіски може виникати через різного роду деформації і руйнувань елементів підвіски і рульового приводу, як наслідок ДТП та різного виду зіткнення, які мають випадковий характер.

Сумарний люфт в рульовому керуванні формується з люфтів в рульовому механізмі з розподільником гідропідсилювача, кутовому редукторі, карданній передачі, шарових опорах, поздовжній і поперечній рульових тягах, підшипнику маточини та ін.

Зусилля на рульовому колесі може змінюватися через люфт золотника розподільника гідропідсилювача, наявності повітря в системі гідропідсилювача, несправності насоса і негерметичність системи гідропідсилювача.

Основною причиною виникнення люфтів в спряжених парах механізмів є знос. При зносі поверхонь, що труться змінюється характер спряжених деталей, в результаті з'являються перекося, збільшуються зазори, змінюється геометрія елементів.

Найбільш загальним і поширеним методом визначення люфтів механізмів є диференційний метод. Сутність його полягає у визначенні функції положення

механізму в розмірній формі, яка може бути представлена наступним виразом:

$$Y = f(l_1, l_2 \dots l_n, x), \quad (2.1)$$

де Y - координата, що визначає положення веденого ланки;

x - координата ведучого ланки;

l_i - розміри ланок механізму.

В даному методі запропоновано величини ексцентриситетів в обертальних парах ланок шарнірних механізмів проектувати в напрямках цих ланок. Для отримання помилок механізму необхідно продиференціювати функцію положення і замість отриманих приростів розмірів вводити величини проєкцій ексцентриситетом. Даний метод спрощує розрахунок і рекомендується при виконанні досліджень шарнірних механізмів.

Для функції положення дійсного механізму параметри (положення ланок і їх розміри) повинні бути такими ж, як у теоретичного механізму, але з помилками, що викликаються зносом кінематичних пар (технологічні помилки не враховуються), в результаті яких виникають зазори в рухомих з'єднаннях.

$$y + \Delta y = f(l_1 + \Delta l_1, l_2 + \Delta l_2 + \dots + l_n + \Delta l_n, x + \Delta x), \quad (2.2)$$

де Δy - помилка положення веденої ланки;

Δx - помилка положення ведучої ланки;

Δl_i - помилка в розмірах ланки.

Помилки в параметрах ланок механізму впливають на величини кінцевих помилок (КП) від первинних помилок (ПП) інших ланок, але їх дія пропорційна другого ступеня первинної помилки і може при розрахунку не враховуватися. В якості ПП тут розуміється відхилення геометричного виду елементів ланок від заданих величин і зміщення однієї ланки відносно іншої.

Отже, одна наведена ПП дає одну КП і практично не робить істотного впливу на величини КП; отриманих від інших ПП. Це Подібний принцип названий

принципом незалежності дії ПП механізму. Він дає можливість визначати помилку даного положення механізму як суму його КП.

Розкладаючи формулу (2.1) в ряд Тейлора отримаємо наступні залежності:

$$y + \Delta y = y + \frac{dy}{dl_1} \Delta l_1 + \frac{dy}{dl_2} \Delta l_2 + \dots + \frac{dy}{dl_n} \Delta l_n + \frac{dy}{dx} \Delta x, \quad (2.3)$$

Звідки

$$\Delta y = \frac{dy}{dl_1} \Delta l_1 + \frac{dy}{dl_2} \Delta l_2 + \dots + \frac{dy}{dl_n} \Delta l_n + \frac{dy}{dx} \Delta x, \quad (2.4)$$

Похідні, що входять в формулу (2.4), являють собою коефіцієнти впливу (КВ) зведених до ПП і КП механізму можуть бути замінені відношенням швидкостей:

$$\frac{dy}{dl_1} = \frac{\Delta y_i}{\Delta l_i} = \frac{\frac{\Delta y}{\Delta t}}{\frac{\Delta l_i}{\Delta t}} = i_{li}, \quad (2.5)$$

Замінивши похідні на відповідний КВ формула 2.4 набуває вигляду:

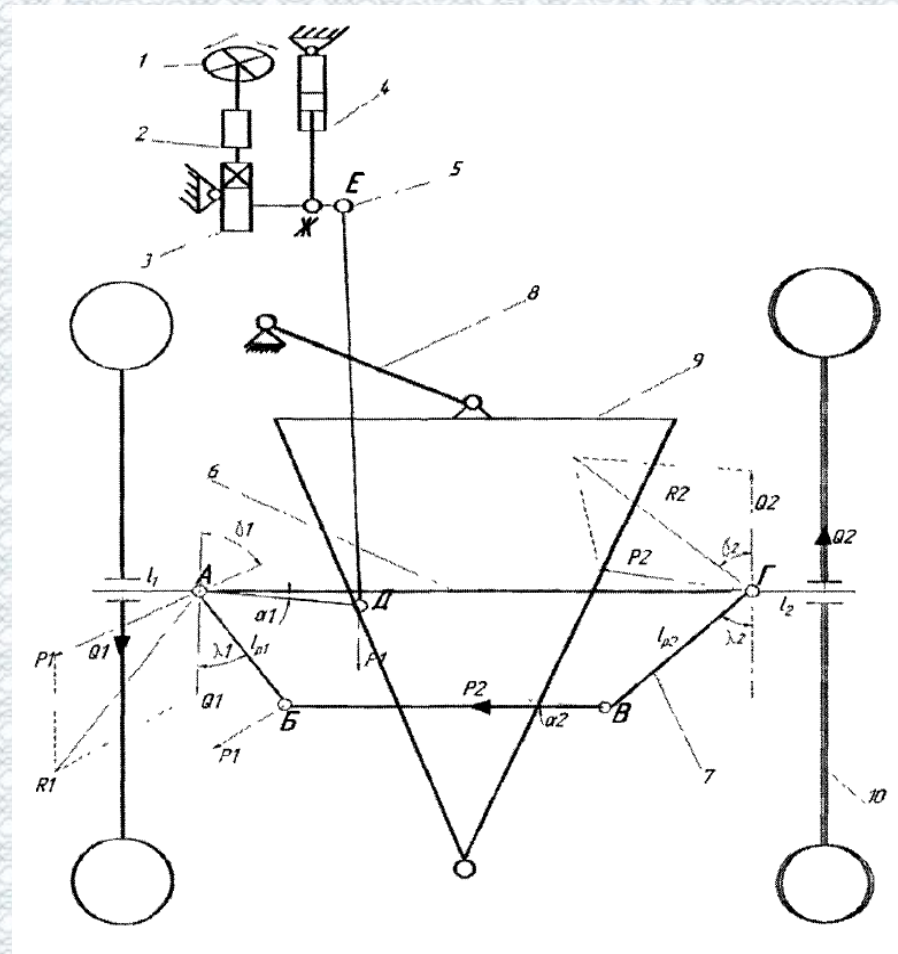
$$\Delta y = i_{li} \Delta l_i + i_{l2} \Delta l_2 + \dots + i_{ln} \Delta l_n + i_x \Delta x, \quad (2.6)$$

де i_{li} - коефіцієнт впливу ПП на КП механізму.

Вираз (2.6) характеризує люфт механізму в функції люфтів в кінематичних парах без урахування пружного люфту. Пружний люфт механізму пояснюється кінцевою жорсткістю його елементів, який змінюється в процесі експлуатації автобуса внаслідок зміни жорсткості кузова, пневмобалонів, тяг, важелів, шарових пальців і т.д. Надалі пружний люфт розглядатися не буде, так як сумарний люфт елементів, що впливає на кути установки і сумарний люфт у рульовому керуванні,

формується в основному люфтами в шарнірних з'єднаннях.

Розглянемо механізм формування люфту в передній залежній підвісці. Для зручності схему підвіски і рульового приводу (рис.2.1) представимо у вигляді елементарних механізмів: дволанкового шарнірного механізму, рульового механізму з гідропідсилювачем керма та ін.



1 - рульове колесо; 2 - кутовий редуктор; 3 - рульовий механізм; 4 - гідропідсилювач рульового керування; 5 - шаровий шарнір; 6 – поперечна балка рами; 7 - поворотний важіль; 8 - реактивна штанга; 9 – рама

Рисунок 2.1 - Схема передньої підвіски і рульового керування автобуса Богдан А70132

Для врахування впливу люфтів у обертальних парах проводимо силове дослідження механізму і отримуємо реакції методом розкладання сил.

Напрямок люфту в шкворневому вузлу А визначаємо, взявши суму моментів всіх сил щодо точки А:

$$Q_1 \cdot l_1 = P_2 \cdot l_{p1} \cdot \cos \lambda_1 \cdot \cos a_1, \quad (2.7)$$

Звідки

$$Q_1 = \frac{P_1 \cdot l_{p1} \cdot \cos \lambda_1 \cdot \cos a_1}{l_1}, \quad (2.8)$$

Скориставшись теоремою синусів:



$$\frac{P_1}{\sin \gamma_1} = \frac{R_1}{\sin(90 + a_1)}. \quad (2.9)$$

Знаходимо напрямок реакції R_1 або напрямок вибірки люфту в шкворневому вузлі, точці А:

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{\sin(90 + a_1)}{\sqrt{1 + \left(\frac{l_{p1} \cdot \cos \lambda_1 \cdot \cos a_1}{l_1}\right)^2 + \sqrt{2 \cdot \frac{l_{p1} \cdot \cos a_1 \cdot \cos(90 + a_1)}{l_1}}}}, \quad (2.10)$$

Аналогічно, розглядаємо суму моментів відносно точки Г. Тоді напрямок вибірки люфту в шкворневому вузлі Г визначаємо:

$$\gamma_1 = \arcsin \frac{\sin(90 + a_2)}{\sqrt{1 + \left(\frac{l_{p2} \cdot \cos \lambda_2 \cdot \cos a_2}{l_2}\right)^2 + \sqrt{2 \cdot \frac{l_{p2} \cdot \cos a_2 \cdot \cos(90 + a_2)}{l_2}}}}, \quad (2.11)$$

Люфт в рульовому керуванні автобуса при закріпленому лівому колесі визначається:

$$\alpha_n = \Delta r + \Delta u + i \cdot \left[\frac{\sin(\lambda_1 + \alpha_1)}{\cos \alpha_1} \Delta_2 + \frac{l_{p1} \cos(\lambda_1 + \alpha_1)}{l_1 \cos \alpha_1} \Delta_1 + \frac{1}{\cos \alpha_1} (\Delta_3 + \Delta_4) - \operatorname{tg} \alpha_1 \Delta d_1 \right], \quad (2.12)$$

та люфт в рульовому керуванні автобуса при закріпленому правому колесі:

$$\alpha_n = \Delta r + \Delta u + i \cdot \left[\frac{\sin(\lambda_{21} + \alpha_2)}{\cos \alpha_2} \Delta_2 + \frac{l_{p2} \cos(\lambda_2 + \alpha_2)}{l_2 \cos \alpha_2} \Delta_1 + \frac{1}{\cos \alpha_2} (\Delta_3 + \Delta_4) - \operatorname{tg} \alpha_2 \Delta d_1 \right], \quad (2.13)$$

де Δr і Δu - люфт в рульовому механізмі і люфт в кутовому редукторі, відповідно;
 i – передаточне число редуктора рульового механізму.

2.2 Аналіз причин виникнення відмов в передній підвісці і рульовому механізмі автобусів

Підвіска і рульове керування автобуса є системами, які забезпечують його стійкість і керованість, здійснюють істотний вплив на безпеку дорожнього руху, в зв'язку з чим до них пред'являються підвищені вимоги з позиції надійності.

Надійність – це властивість будь-якого виробу, в тому числі і автобуса, зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Вирішення складних проблем надійності неможливо без глибокого теоретичного вивчення фізико-хімічних процесів, що викликають зношування і поломку деталей передньої підвіски і рульового керування, розробки на цій базі рекомендацій з експлуатації автобусів.

Внаслідок неправильної експлуатації автобуса або його елементів, порушення режимів ТО і інших факторів відбувається збільшення експлуатаційних відмов. При цьому близько половини всіх відмов відносяться до поступових, з яких 60-65% безпосередньо залежать від регулярності та якості виконання операції ТО. Кількість раптових відмов, поява яких неможливо спрогнозувати за результатами статистичного аналізу, становить близько 20%. Група умовно-раптових відмов є резервом діагностичних впливів, все ширше застосовуються паралельно з удосконаленням конструкції автобусів та використання новітніх контрольних діагностичних засобів.

Для того щоб поліпшити експлуатаційні властивості автобусів і підвищити техніко-економічні показники (безпека руху, продуктивність, економічність, рентабельність), необхідно знати закономірності зміни їх технічного стану, причини і характер виникнення відмов.

Процеси, що призводять до зміни початкових властивостей, протікають в матеріалах, з яких створено виріб, включаючи не тільки деталі, але і мастило, тобто все, що бере участь в робочому процесі.

До основних причин виникнення відмов і пошкоджень відносяться: втома металів, залишкові деформації, старіння, корозія і зношування.

Втомне руйнування відбувається в результаті виникнення і поступового розвитку в металевих деталях передньої підвіски і рульового керування тріщин через багаторазовий вплив змінних навантажень. Втомленому руйнуванню піддаються шкворневі вузли передньої підвіски автобусів, зуби шестерень рульового механізму і кутового редуктора, карданні вали рульового керування, конічні підшипники в рульовому механізмі і кутовому редукторі від впливу на них ударних навантажень при русі по нерівній дорозі.

Залишкові деформації - результат пластичного деформування металу, який проявляється у незворотній зміні форми деталі після зняття навантаження. Такі деформації виникають при високому тиску на поверхні деталі або при виникненні

навантажень, що викликають напруження за межею пружності. У першому випадку з'являється зминання поверхонь, а в другому - скручування і згин. Деформаціям поверхонь піддаються деталі, що працюють в умовах значних навантажень при відсутності відносного переміщення контактуючих поверхонь. Такому виду руйнування схильні шпонкові, шліцьові і нарізні сполучення, упори і інші деталі передньої підвіски і рульового керування автобусів.

Старіння виробів - це процес зміни будови і властивостей матеріалу, що відбувається або при звичайній температурі, або в результаті нагрівання при штучному старінні. Механізм зазначених перетворень дуже складний, і на характер їх протікання найбільш істотно впливає температура матеріалу. Ці перетворення можуть відбуватися в широкому діапазоні температур, включаючи температури, характерні для звичайних умов експлуатації деталей передньої підвіски і рульового керування. В результаті старіння відбувається зміна механічних і фізичних властивостей металу: на перших стадіях спостерігається зміцнення, збільшення твердості і підвищення опору пластичної деформації; на останніх стадіях міцність металу знижується. Старіння виробів з неметалічних матеріалів: захисних пильників кермових наконечників, гумових манжет і ущільнювачів полягає в зміні в часі їх фізико-механічних властивостей під впливом навколишнього середовища і умов експлуатації: кисню повітря, перепадів температур, вологості. При цьому відбувається зниження міцності, еластичності, збільшення крихкості при низьких температурах, поява тріщин та ін. Практично всі елементи передньої підвіски і рульового керування працюють в складних дорожніх умовах і зазнають впливу високих температур (при терті), вологи, пилу, паливно-мастильних матеріалів, що призводить до їх старіння.

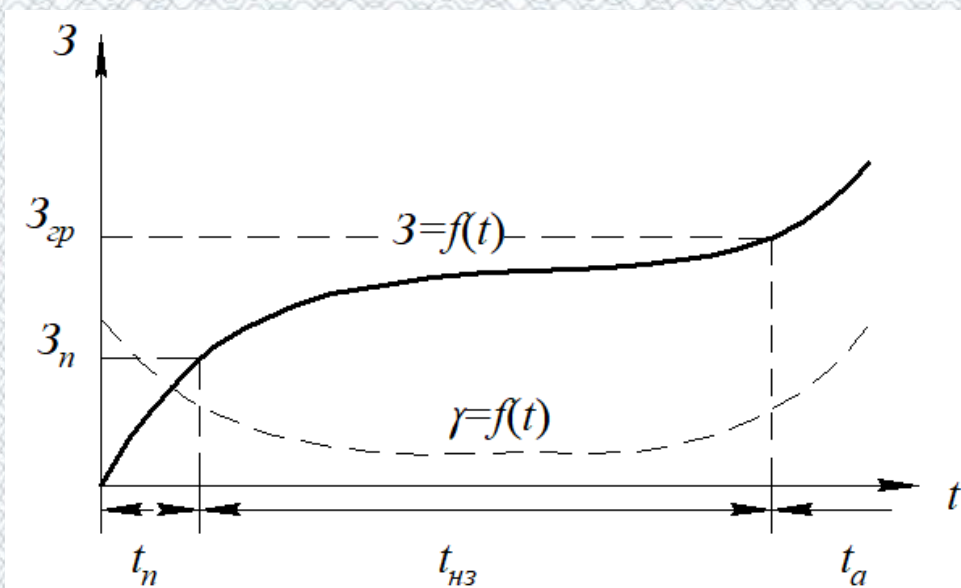
Корозійне руйнування – наслідок хімічної або електрохімічної взаємодії металів з корозійним середовищем. В результаті частина металу переходить в іонний стан з утворенням оксидів, солей або розчиненням металу. Корозія в діелектриках відбувається при впливі на них агресивних органічних речовин:

розчинників, рідких палив, мастил. Корозійна активність останніх залежить від вмісту сірки, агресивних продуктів окислення мастила, хлору, інших активних елементів, протизадирних присадок. Корозія, в діелектриках протікає в гідропідсилювачі, рульовому-механізмі, кутовому редукторі і шкворневих вузлах. При попаданні в трансмісійне масло і рідину гідропідсилювача води процес корозії стає електрохімічним. Процес електрохімічної корозії можна розглядати як результат роботи корозійних гальванічних елементів, взаємодії металу з електролітом (водою, водними розчинами солей). Основні елементи передньої підвіски і рульового керування кермові тяги, карданні вали, кермові наконечники, поворотні важелі та різьбові з'єднання виконані з сталей і не мають захисного антикорозійного покриття, що призводить до інтенсивної корозії елементів при впливі з агресивним середовищем.

Основною причиною втрати працездатності елементів передньої підвіски і рульового керування є зношування деталей і пар тертя в шкворневих вузлах передньої підвіски, наконечників рульової тяги, маточинах підшипників, зубчастих зачепленнях рульового механізму і кутового редуктора.

Зношування елементів передньої підвіски і рульового керування є процесом, який може бути розділений на три періоди (рис.2.2).

У перший період (t_n) здійснюється мікро і макрогеометричне припрацювання поверхні тертя деталей і в деякій мірі стабілізуються показники їх технічного стану. Відбувається руйнування мікронерівностей поверхонь тертя деталей. У цей період швидкість зношування монотонно зменшується до значення $\gamma = \text{const}$, характерного для другого періоду ($t_{нз}$) встановленого (нормального) зношування. Якщо немає причин, що змінюють параметри встановленого процесу зношування, то він протікає стаціонарно і можливі відхилення від середньої швидкості процесу за рахунок його стадійності не впливають на загальну лінійну залежність зносу від напрацювання.



t_n - період припрацювання; $t_{нз}$ - період нормального зношування;
 t_a - аварійне зношування; Z_n - знос за період припрацювання; Z_{sp} - граничне зношування; $Z = f(t)$ - крива зношування; $\gamma = f(t)$ - швидкість зношування

Рисунок 2.2 - Крива зношування елементів передньої підвіски і рульового керування

Третій період характеризує настання аварійного зношування (t_a), коли різко зростає інтенсивність даного процесу. Його поява пов'язана, як правило, зі зміною виду зношування в результаті активізації факторів, що впливають на процес і залежать від ступеня зносу. Виникають ударні навантаження, биття, зміна теплового режиму і умов мащення. Відбувається зростання мікронерівностей, виникають умови для молекулярно-механічного зношування.

Інтенсивність відмов різко зростає, а ймовірність безвідмовної роботи знижується до мінімуму. Експлуатація в цей період стає нерентабельною через різке зростання витрат на підтримку їх в технічно справному стані і навіть небезпечною через недостатню міцність деталей.

Практично всі основні елементи передньої підвіски і рульового керування відносяться до невідновлюваних, і після настання першої відмови вони підлягають заміні. У зв'язку з цим для оцінки властивостей надійності передньої підвіски і

рульового керування доцільно використовувати такі показники: ймовірність безвідмовної роботи, середня напрацювання до відмови, інтенсивність відмов.

Ймовірність безвідмовної роботи – це ймовірність того, що в межах заданого напрацювання відмова виробу не виникне. При призначенні, або визначенні цього показника вказується напрацювання, протягом якого його значення має бути в межах заданої величини.

Загалом система передньої підвіски і рульового керування автобуса має конфігурацією, що характеризує послідовне або послідовно-паралельне з'єднання елементів. Тому безвідмовність системи, що складається з m елементів, можна розглядати як безвідмовність складного об'єкта. Тоді ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ в процесі експлуатації на деякій напрацюванні може бути визначена залежністю:



$$P(t) = \prod_{j=1}^m P_j(t) \quad (2.14)$$

де $j = 1, 2, \dots, m$ - порядковий номер елемента системи.

Так як елементи передньої підвіски і рульового керування безпосередньо впливають на безпеку дорожнього руху, то ймовірність безвідмовної роботи повинна знаходитися в межах $0,95 < P(t) < 1$.

Ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ та ймовірність відмови $F(t)$ утворюють повну групу подій:

$$P(t) + F(t) = 1 \quad (2.15)$$

Зі збільшенням пробігу ймовірність його безвідмовної роботи зменшується і, відповідно, збільшується ймовірність відмови (рис. 2.3).

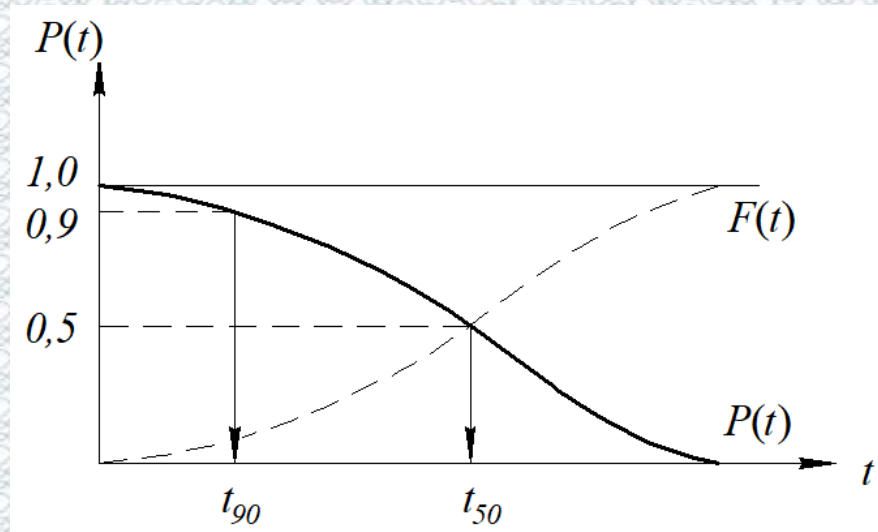


Рисунок 2.3 - Зміна ймовірностей безвідмовної роботи $P(t)$ і відмови $F(t)$ в залежності від напрацювання t

Статистична оцінка ймовірності безвідмовної роботи $P(t)$ за результатами випробувань визначається відношенням числа справних виробів до загального числа протягом напрацювання t :

$$\bar{P}(t) = \frac{N - \sum_{j=1}^r m_j}{N} \quad (2.16)$$

де N - число працездатних виробів на початок спостережень;

m_j - число виробів, які відмовили на j -му інтервалі напрацювання;

$r = t/\Delta t$ - число інтервалів напрацювання.

Середнє напрацювання до відмови - це середнє значення напрацювання невідновлюваних виробів до першої відмови:

$$\bar{t}_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{N} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N t_j \quad (2.17)$$

де t_1, t_2, \dots, t_n - напрацювання виробів до першої відмови.

Інтенсивність відмов - умовна щільність ймовірності виникнення відмови відновлюваного виробу, яка визначається за умови, що до розглянутого моменту відмова не виникла. Фізичний сенс щільності ймовірності відмови - це ймовірність відмови уf досить малу одиницю часу:

$$f(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t + \Delta t) - P(t)}{\Delta t} \quad (2.18)$$

З визначення інтенсивності відмов $\lambda(t)$ випливає, що:

$$P(t)\lambda(t)\Delta t = f(t)\Delta t \quad (2.19)$$

де $P(t)$ - ймовірність безвідмовної роботи за час t ;
 $f(t)$ - щільність розподілу напрацювання до відмови.

З цього співвідношення інтенсивність відмов визначається виразом:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \quad (2.20)$$

Статистична оцінка цього показника знаходиться за формулою:

$$\bar{\lambda}(t) = \frac{N(t) - N(t + \Delta t)}{N(t)\Delta t} \quad (2.21)$$

де $N(t)$, $N(t+\Delta t)$ - кількість працездатних виробів при напрацюваннях t і $t+\Delta t$;
 Δt - інтервал напрацювання.

2.3 Вибір і обґрунтування діагностичних параметрів при оцінці стійкості і керованості автобусів

Важливою ланкою в оцінці технічного стану передньої підвіски і рульового керування є обґрунтований вибір діагностичних параметрів, які будуть керуючими елементами системи забезпечення передньої підвіски і рульового керування автобусів в працездатному стані в процесі експлуатації.

Технічний стан машин (агрегатів, вузлів) визначається, безумовно, структурними параметрами, однак в більшості випадків, неможливо здійснити їх контроль без розбирання. Тому для цієї мети використовуються діагностичні параметри – непрямі величини, пов'язані зі структурними параметрами і котрі несуть достатню інформацію про технічний стан об'єкта.

Вибір діагностичних параметрів повинен здійснюватися на основі технічних і економічних критеріїв. До технічних критеріїв належать: напрацювання елемента до відмови, рівень безвідмовної роботи, коефіцієнт технічної готовності, точність, та ін. Економічні критерії визначають максимальну рентабельність експлуатацію автобуса. Однак кращими критеріями є техніко-економічні у вигляді мінімізації сумарних приведених витрат на експлуатацію, діагностування, технічне обслуговування і ремонт.

Вибір діагностичних параметрів визначається на основі аналізу їх взаємозв'язків із структурними параметрами. Характер таких зв'язків впливає на їх інформативність і зумовлює методи обробки інформації при постановці діагнозу. Якість діагностичних параметрів оцінюють по вартості витрат на діагностування і технологічність метода, заснованого на використанні даного параметра. Із комплексу діагностичних параметрів вибираються лише ті, які задовольняють вимогам чутливості, однозначності, стабільності, інформативності і технологічності.

Загальна методика вибору діагностичних параметрів передбачає наступні етапи:

- аналіз статистичних даних по експлуатаційним відмовам і несправностям з метою виявлення найменш надійних складових частин;
- побудова схеми структурно-наслідкових зв'язків;
- розробка методики пошуку несправностей і алгоритму діагностування.

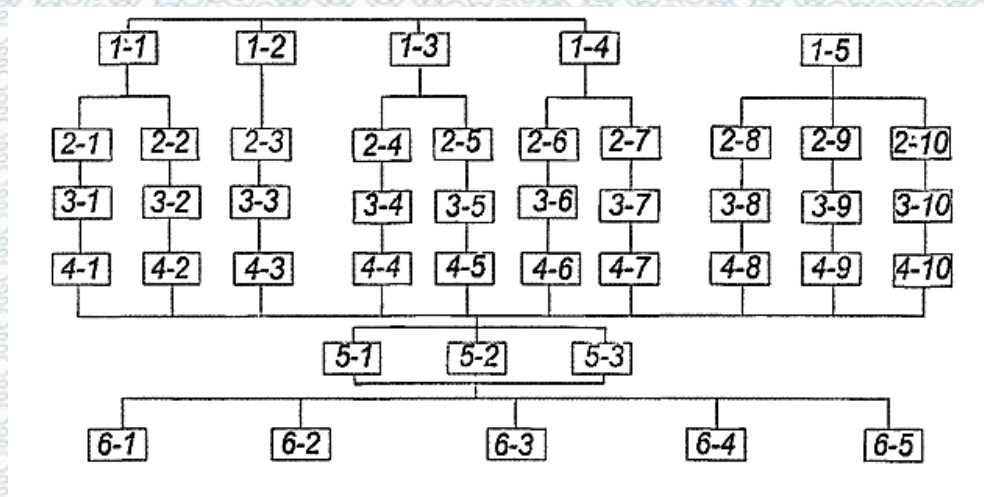
Крім закономірностей зміни технічного стану механізмів та вузлів об'єкта діагностування необхідний узагальнений опис його найбільш важливих властивостей: перелік елементів, які найбільш часто відмовляють, відповідні цим елементам структурні і діагностичні параметри та зв'язки між ними. Найбільш простий логічний опис об'єкта діагностування виражається його структурно-наслідковою моделлю, розробка якої здійснюється по принципу багаторівневого ланцюга, який визначає такі рівні пошуку несправності:

- 1- основні вузли, з яких складається система, що діагностується;
- 2- спряження та елементи вузлів, що мають в процесі експлуатації найбільші зношування і відхилення структурних параметрів;
- 3- структурні параметри спряжень та елементів, визначені на основі аналізу взаємодії елементів і сполучень з урахуванням показників експлуатаційної надійності;
- 4- перелік можливих несправностей об'єкта;
- 5- перелік симптомів, за допомогою яких виявляється кожна несправність;
- 6- попередній перелік всіх можливих діагностичних параметрів, з яких вибираються тільки ті, що задовольняють вищезазначені вимоги.

Схема структурно-наслідкових зв'язків системи передньої підвіски і рульового керування автобуса Богдан А70132 представлена на рисунку 2.4.

Нормативні документи, що регламентують технічне обслуговування і ремонт розглянутих систем (Постанова Про затвердження Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів [9], Керівництво по експлуатації автобусів марки Богдан А70132) пропонують в якості діагностичних параметрів для оцінки їх технічного стану сумарний люфт рульового керування і сходження передніх коліс. Однак виявити і локалізувати конкретні несправності в гідропідсилювачі; рульовому механізмі, рульовій

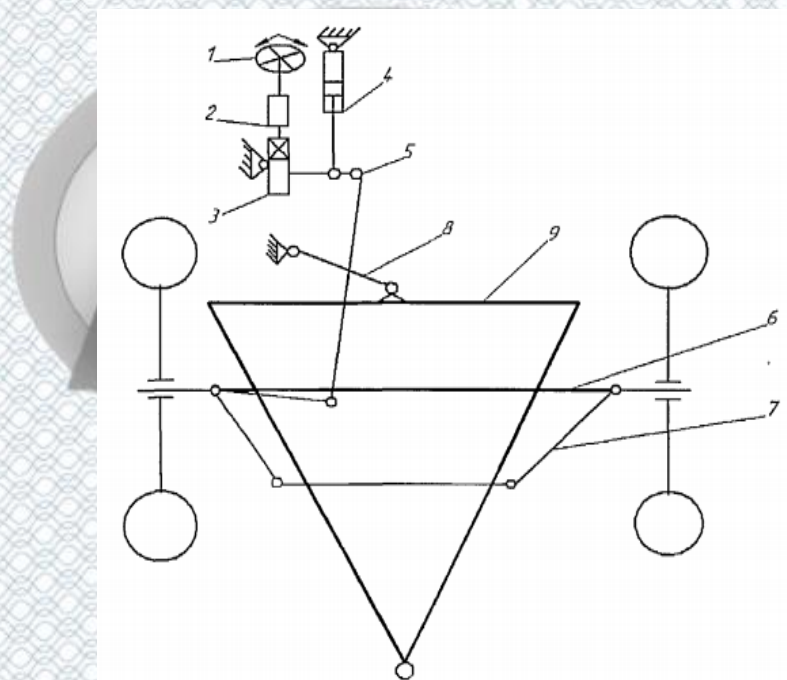
трапеції, передній підвісці та інших елементах рульового керування за допомогою цих двох параметрів на практиці важко здійснити. Необхідний комплекс діагностичних параметрів з їх початковими, допустимими і граничними значеннями, з достатнім ступенем точності і достовірності, що оцінюють технічний стан всіх елементів, які входять до передньої підвіски і рульового керування.



1-1 - рульовий привід автобуса; 1-2 - кутовий редуктор; 1-3 - рульовий механізм;
 1-4 - гідропідсилювач; 1-5 - передня підвіска; 2-1 - рульові тяги; 2-2 – кульові шарніри; 2-3 - зубчаста конічна пара в зачепленні; 2-4 - розподільник гідропідсилювача; 2-5 - зубчасте зачеплення кульовою гайки-рейки і вала-сектора; 2-6 – силовий циліндр гідропідсилювача; 2-7 - насос гідропідсилювача;
 2-8 - шкворневої вузол передньої підвіски; 2-9 – підшипник маточини; 2-10 - реактивна штанга передньої підвіски; 3-1 - зміна довжини рульових тяг; 3-2 - люфт в кульовому шарнірі; 3-3 - люфт в зубчастому зачепленні конічної передачі кутового редуктора; 3-4 - неповне відкриття або закриття перепускних отворів в розподільнику гідропідсилювача; 3-5 - зазор в зубчастому зачепленні гайки-рейки і вала-сектора; 3-6 – наявність повітря в силовому циліндрі; 3-7 - підвищення або пониження тиску в системі гідропідсилювача; 3-8 - люфт в шкворневому вузлі; 3-9 - зазор в підшипнику; 3-10 - зміна номінальної довжини реактивної штанги; 4-1 - деформація рульової тяги; 4-2 - механічний знос кульового пальця;
 4-3 - механічний знос конічних шестерень; 4-4 - механічний знос золотника гідропідсилювача;
 4-5 - механічний знос вала-сектора і гайки-рейки; 4-6 - механічний знос ущільнень; 4-7 знос запобіжного клапана; 4-8 - механічний знос шкворня; 4-9 - механічний знос поверхонь підшипника;
 4-10 - деформація реактивної штанги передньої підвіски; 5-1 - порушення стійкості і керованості автобуса; 5-2 - збільшення інтенсивності зносу шин; 5-3 - збільшення витрати палива; 6-1 - збільшений люфт в рульовому керуванні; 6-2- відведення автобуса; 6-3 - відхилення кутів встановлення коліс;
 6-4 - перекіс передньої осі; 6-5 - підвищене зусилля на рульовому колесі

Рисунок 2.4 - Схема структурно-наслідкових зв'язків системи передньої підвіски і рульового керування автобуса Богдан А70132

В якості комплексного показника, який в найбільшій мірі характеризує стійкість і керованість, було прийнято «увод» автобуса. Він характеризує відхилення руху автобуса від заданої траєкторії внаслідок впливу на нього зовнішніх та інерційних сил. «Увод» формується з люфтів в рульовому механізмі, кутовому редукторі, рульовому приводі, підшипниках маточини, підсилювачі рульового керування, які виникають з незворотних зсувів в шарнірних з'єднаннях, а також через знос конічних роликів підшипників (рис. 2.5).



1 - рульове колесо; 2 - кутовий редуктор; 3 - рульовий механізм;
4 - гідропідсилювач рульового керування; 5 - шаровий шарнір; 6 – поперечна балка рами; 7 - поворотний важіль; 8 - реактивна штанга; 9 – рама

Рисунок 2.6 - Схема передньої підвіски і рульового керування

автобуса Богдан А70132

Аналіз кінематичної схеми передньої підвіски і рульового керування автобусів Богдан А70132 (рис. 2.6) і блок-схеми їх структурно-наслідкових зв'язків (рис. 2.5) дозволив вибрати діагностичні параметри, які найбільш повно відображають технічний стан розглянутих систем автобусів (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Діагностичні параметри при оцінці технічного стану передньої підвіски і рульового керування

Позначення	Назва
α , град	Сумарний люфт в рульовому керуванні
β , мм	Сходження передніх коліс
γ_1 , мм	Перекося передньої осі
γ_2 , мм	Перекося задньої осі
H_1 , %	Відносна різниця висот пневмобалонів передньої осі
H_2 , %	Відносна різниця висот пневмобалонів задньої осі
F , Н	Зусилля на рульовому колесі
U , мм	Увод автобуса

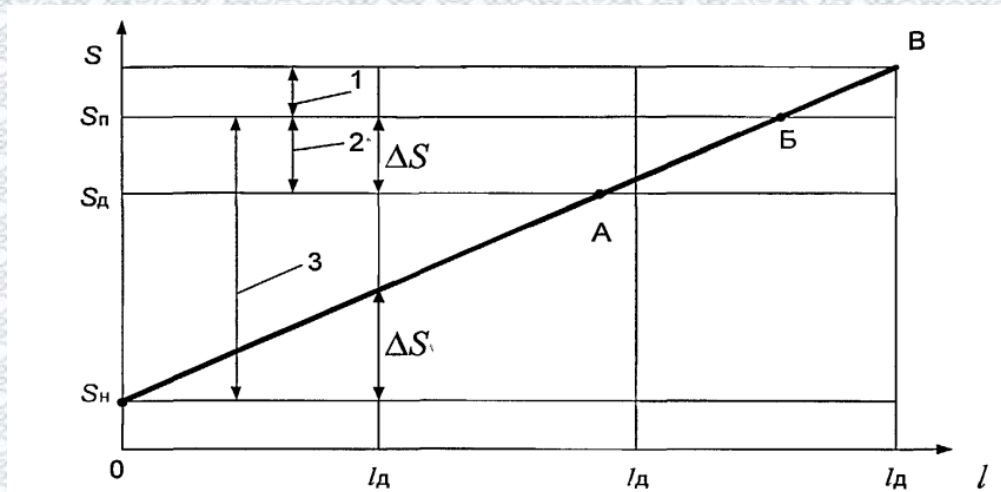
Для забезпечення працездатності передньої підвіски і рульового керування необхідно знати нормативні значення діагностичних параметрів, що кількісно оцінюють їх технічний стан. В якості нормативних показників (або просто нормативів) при діагностуванні автомобілів і їх елементів служать: номінальне S_N , граничне S_{II} і допустиме S_D значення.

Номінальне значення параметра відповідає новим, технічно справним машинам, агрегатам, вузлам. Граничне значення параметра відповідає такому стану об'єкта, коли його подальша експлуатація стає технічно неможливою або економічно не вигідною. Допустиме значення являє собою величину, при якій забезпечується заданий рівень безвідмовної роботи на міжконтрольному напрацюванні.

Для визначення нормативних значень діагностичних параметрів використовується метод визначення нормативних значень параметрів, по їх зв'язках із структурними параметрами. Даний метод отримав найбільше поширення для діагностування ТЗ. Він передбачає визначення нормативних значень діагностичних параметрів по їх зв'язках із структурними при мінімізації питомих

витрат на експлуатацію, ТО і ремонт з урахуванням точності вимірювання параметра [10].

Формування нормативних значень діагностичного параметра при відомій закономірності його зміни може бути представлено схемою, що зображено на рисунку 2.7.



1 - запас довідмовного стану; 2 - запас справногo стану; 3 – загальний запас справної роботи; А - профілактика (попередження несправності); Б - несправність (випередження відмови); В - відмова; l_d - періодичність діагностування

Рисунок 2.7 – Схема формування діагностичних нормативів при лінійній реалізації діагностичного параметра S

Початковий норматив S_n визначає початковий стан об'єкта. Він може бути заданий технічними умовами (гальмівний шлях, люфт рульового колеса, сходження і розвал коліс і ін.).

Граничний норматив S_{sp} встановлюється з технічних або техніко-економічних критеріїв, котрі визначають виникнення відмови (несправності) або економічну недоцільність подальшої експлуатації.

Діагностичні нормативи можна поділити на дві групи: встановлюються Держстандартами або рекомендовані галузевою технічною документацією (наприклад, рекомендації заводів-виробників).

Нормативи, що встановлюються Держстандартами, підлягають суворому дотриманню і їх індивідуальне коригування можливе тільки в бік посилювання. До цієї групи належать, в основному, параметри для діагностування вузлів, які безпосередньо впливають на безпеку ТЗ.

Діагностичні параметри, що встановлюються галузевою технічною документацією, пов'язані з технологічними допусками структурних параметрів на виготовлення механізму, а також з показниками надійності і економічності їх роботи (зазори в різних з'єднаннях, кути установки коліс, люфти і т.д.). Нормативні значення діагностичних параметрів цього виду встановлюються на підставі досліджень їх функціональних зв'язків з нормативними значеннями структурних параметрів.

Серед діагностичних параметрів як 1-ї, так і 2-ї груп є нормативи, недотримання яких призводить до додаткових експлуатаційних витрат (підвищення витрат палива, витрат на ремонти через зменшення довговічності і безвідмовності вузлів, зниження потужності двигуна та ін.). Нормативні значення цих показників через відмінності в умовах експлуатації не можуть бути єдиними, тому їх визначення здійснюється диференційовано для конкретних умов експлуатації за допомогою статистичного методу, що враховує закономірності зміни технічного стану об'єкта.

Суть методу полягає в тому, що за результатами обстеження партії ТЗ будується гістограма розподілу значень діагностичного параметра і апроксимується її теоретична крива. Допускається, що отриманий розподіл містить тільки ті параметри, які належать справним об'єктам. Значення ж параметрів, що належать несправним об'єктам, вийдуть за межі цього розподілу.

Діагностичні параметри, що найбільш віддалені від номінального або середнього значення і належать до отриманого розподілу, можна віднести до граничних. Однак, слід мати на увазі, що ці крайні значення діагностичних параметрів можуть відповідати як справному, так і несправному стану об'єкта. Тому, за аналогією з прийнятою в теорії надійності методикою, область розсіювання діагностичного параметра обмежують межами, відповідними

необхідному рівню ймовірності справної роботи, таке обмеження вибирається в урахуванням помилок I і II роду, можливих при діагностуванні. Помилка I роду (помилкова несправність) це визнання механізму несправним, тоді як насправді він ще в справному стані. Помилка II роду (пропуск несправності) – це визнання механізму справним, коли фактично він знаходиться в несправному стані.

Практика експлуатації ТЗ показує, що всі значення діагностичного параметра, що знаходяться в межах розсіювання $S_{п0,85}$, та обмеженому рівнем імовірності $P \leq 0,85$ відповідають несправному стану (рис. 2.8). Помилка II роду (пропуск несправності) при цьому буде мінімальна.

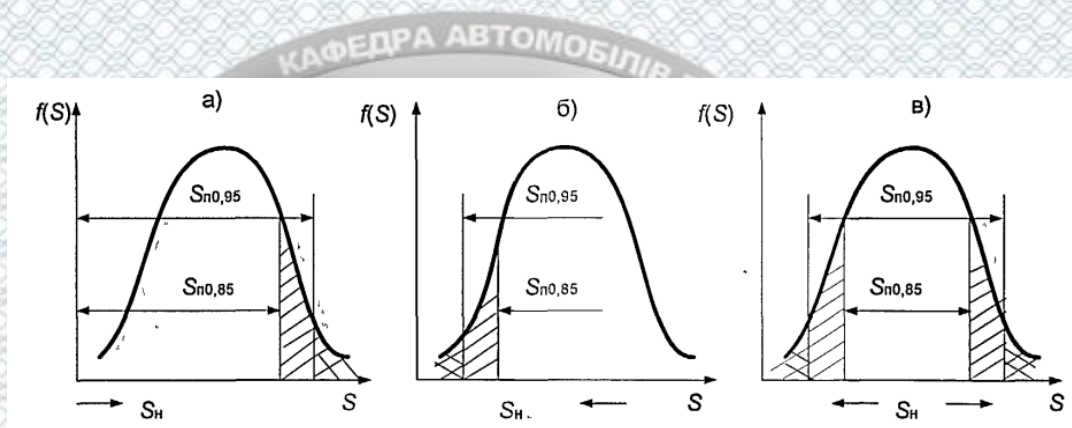


Рисунок 2.8 - Схема визначення граничних значень діагностичних параметрів

Значення параметра, що виходять за межі розсіювання $S_{п0,95}$, обмеженого рівнем ймовірності $P \geq 0,95$, відповідають несправному стану і мінімальному значенню помилки I роду.

Значення параметра всередині діапазону $S_{п0,85} - S_{п0,95}$ будуть відповідати як справному, так і несправному стану. Ймовірності обох станів при цьому можна вважати однаковими, тобто помилки I і II роду складуть приблизно 5%.

Граничні нормативи для найбільш відповідальних механізмів (наприклад, тих що безпосередньо впливають на безпеку руху), помилки II роду для яких повинні бути мінімальними, обмежуються більш жорстким 85%-м рівнем ймовірності. Для інших механізмів з економічних міркувань обмеження менш жорстке - 95%.

Залежно від закономірностей зміни діагностичного параметра його розсіювання може бути обмежене з одної (рис. 2.8, а, б) або з двох сторін (рис. 2.8, в).

Знаючи закон розподілу діагностичного параметра і прийнятий рівень ймовірності P (0,85 або 0,95), визначають його граничні нормативи. Для нормального закону, наприклад, при двосторонньому обмеженні вони складуть:

$$S_{n0,85} = S_{cp} \pm 1,5\sqrt{D_s}; S_{n0,95} = S_{cp} \pm 2,0\sqrt{D_s}, \quad (2.22)$$

де D_s - дисперсія розподілу діагностичного параметра.

При односторонньому (верхньому) обмеженні граничні нормативи рівні:

$$S_{n0,85} = S_{cp} + \sqrt{D_s}; S_{n0,95} = S_{cp} + 1,7\sqrt{D_s}, \quad (2.23)$$

При монотонній зміні параметра в якості нормативних показників, доцільно використовувати не граничне S_{cp} , а допустимий S_D значення параметра. Допустимий діагностичний норматив являє собою величину граничного нормативу, яка забезпечує справну роботу механізму на міжконтрольному пробігу. Він є основним нормативом при постійній періодичності діагностування, коли відома закономірність зміни діагностичного параметра даного об'єкта. Припустимо, що функція зміни діагностичного параметра має вигляд

$$S = S_H + vl^\alpha, \quad (2.24)$$

де S_H - початкове значення параметра;

v - інтенсивність зміни параметра;

l - напрацювання;

α - показник ступеня, що визначає характер зміни параметра.

Тоді, знаючи міжконтрольний пробіг l_d , величину граничного нормативу S_n і швидкість зміни параметра, значення допустимого нормативу визначається за формулою:

$$S_d = v \left(\alpha \sqrt{\frac{S_n}{v}} - l_d \right). \quad (2.25)$$

2.4 Висновки до розділу 2

1. Аналіз факторів, що визначають стійкість і керованість автобусів показав, що найбільший вплив на них надає технічний стан передньої підвіски і рульового керування.

2. Досліджено закономірності зміни технічного стану передньої підвіски і рульового керування автобусів Богдан А70132, які призводять до порушення кутів встановлення коліс, перекосів і зсувів передньої і задньої осей, збільшення люфтів в рульовому керуванні.

3. Встановлено, що в якості комплексного параметра, який в найбільшій мірі характеризує стійкість і керованість автотранспортного засобу, є «увод», що характеризує відхилення руху від заданої траєкторії.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПО ЗАБЕЗПЕЧЕННЮ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ПЕРЕДНЬОЇ ПІДВІСКИ ТА РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ АВТОБУСІВ ТА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ

3.1 Експлуатаційна надійність елементів передньої підвіски і рульового керування автобусів

В процесі експлуатації ТЗ, а також в період їх зберігання в них безперервно відбуваються різні фізичні процеси, які призводять до зміни параметрів окремих його елементів. Основною причиною протікання таких процесів є те, що при виконанні транспортної роботи в вузлах, агрегатах, елементах виникають різні види енергії (механічна, теплова, хімічна, електрична), які, впливаючи на них, призводять до різних експлуатаційних пошкоджень (зношень, деформацій, поломок, корозії та ін.). Це, в свою чергу, тягне за собою зміну вихідних параметрів, зниження надійності і, в кінцевому рахунку, до втрати працездатності (відмови).

Для визначення впливу параметрів передньої підвіски і рульового керування на «увод» автобуса була оброблена статистична інформація щодо відмов і несправностей цих вузлів, отримана зі звітних даних комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія». Аналіз результатів обробки показує, що основними причинами втрати працездатності передньої підвіски і рульового керування є знос і деформації їх деталей (рис. 3.1 і 3.2).

З рисунків видно, що найчастіше в досліджуваних вузлах з'являються такі несправності, як знос гумових втулок реактивної штанги (35%), знос наконечників рульової тяги (30%), знос підшипників маточини (20%), знос пильників кульових пальців (17%). Результати обробки статистичних даних по відмовах наконечників рульової тяги представлені в табл. 3.1 і на рисунках 3.3 і 3.4.



1-знос гумових втулок реактивної штанги; 2-знос болтів і гайок кріплення реактивної штанги; 3-знос гумово-кордової оболонки пневмобалона; 4-знос шворня; 5-знос втулок шворня; 6-знос упорного підшипника шворня; 7- знос підшипника; 8-деформація сальника маточини колеса; 9- негерметичність шин

Рисунок 3.1 - Перелік несправностей передньої підвіски автобуса

Таблиця 3.1 - Результати обробки даних по експлуатаційній надійності наконечників рульової тяги автобусів марки Богдан А70132

Інтервал	1- й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
Границі інтервалів , км	10000-13000	13000-16000	16000-19000	19000-22000	22000-25000	25000-28000	28000-31000
Середини інтервалів , км	11500	14500	17500	20500	23500	26500	29500
Імовірність відмови $F(L)$	0,02	0,07	0,24	0,515	0,79	0,94	0,99
Імовірність безвідмовної роботи $P(L)$	0,98	0,93	0,76	0,485	0,21	0,06	0,01
Середнє квадратичне відхилення σ , км	3887,97						

Продовження табл. 3.1

Коефіцієнт варіації ν	0,19
Середнє напрацювання на відмову, км	20312,5



- 1- знос наконечників рульової тяги; 2- деформація поздовжньої рульової тяги; 3- знос пильника кульового пальця; 4 - знос кульового пальця поперечної тяги; 5 - деформація поперечної рульової тяги; 6 - деформація манжети рульового механізму; 7 - знос ущільнювальної манжети гідропідсилювача; 8 - знос кульового пальця наконечника гідропідсилювача; 9 - знос золотника розподільника гідропідсилювача; 10 - знос шестерні приводу насоса гідропідсилювача; 11-засмічення запобіжного клапана насоса гідропідсилювача

Рисунок 3.2 - Перелік несправностей рульового керування автобуса

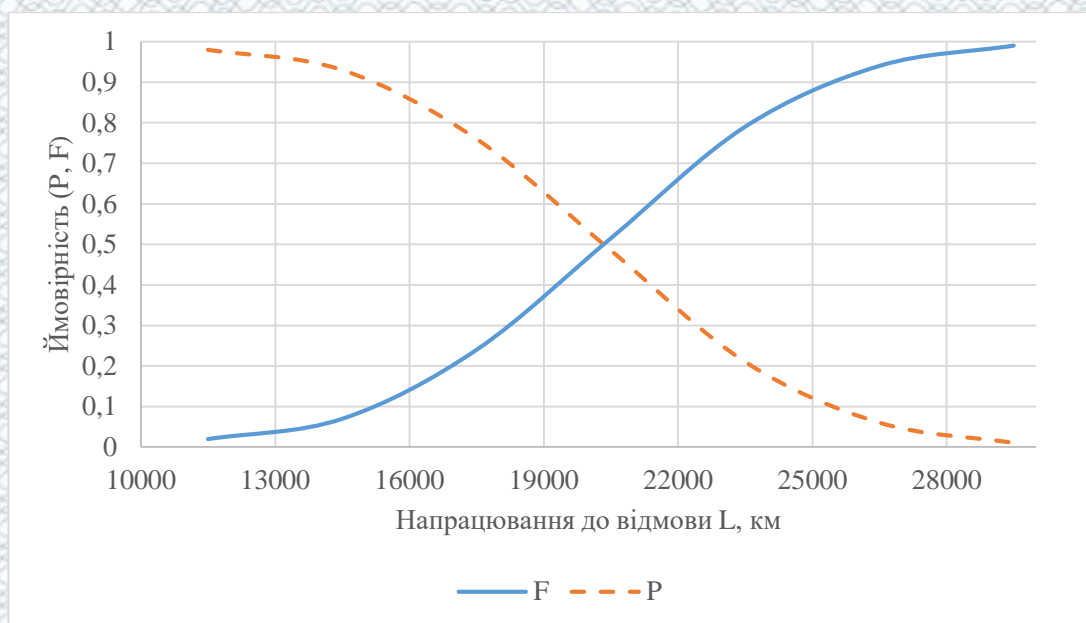


Рисунок 3.3 - Графік функцій ймовірності безвідмовної роботи $P(L)$ і ймовірності відмов $F(L)$ наконечників рульової тяги автобусів

Результати обробки дослідних даних по експлуатаційній надійності гумових втулок реактивної штанги представлені в таблиці 3.2 і на рисунку 3.4.

Таблиця 3.2 - Результати обробки даних по експлуатаційній надійності гумових втулок реактивної штанги автобусів марки Богдан А70132

Інтервал	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й
Границі інтервалів, км	13000-17000	17000-21000	21000-25000	25000-29000	29000-33000	33000-37000	37000-41000	41000-45000	45000-49000
Середини інтервалів, км	15000	19000	23000	27000	31000	35000	39000	43000	47000
Ймовірність відмови $F(L)$	0	0,07	0,15	0,25	0,425	0,68	0,83	0,93	1
Ймовірність безвідмовної роботи $P(L)$	1	0,93	0,85	0,75	0,575	0,32	0,17	0,07	0
Середнє квадратичне відхилення σ , км	8028,05								
Коефіцієнт варіації v	0,26								
Середнє напрацювання на відмову, км	31016								

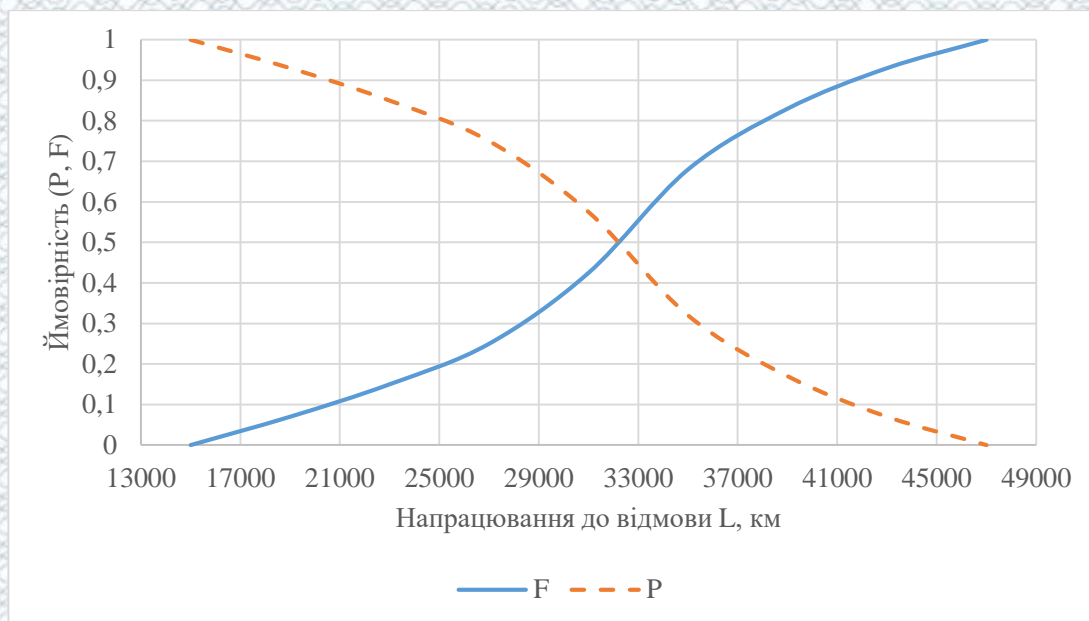


Рисунок 3.4 - Графік функцій ймовірності безвідмовної роботи $P(L)$ і ймовірності відмов $F(L)$ гумових втулок реактивної штанги автобусів

Як випливає з табл. 3.2 і рис. 3.4 основна маса гумових втулок реактивної штанги втратили свою працездатність і потребували заміни на пробігу 47-49 тис. км.

Результати обробки даних по експлуатаційній надійності підшипника маточини автобуса представлені в табл. 3.3 і на рис. 3.5.

Таблиця 3.3 - Результати обробки даних по експлуатаційній надійності підшипників маточини автобусів марки Богдан А70132

Інтервал	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й	11-й
Границі інтервалів, км	43000	47000	51000	55000	59000	63000	67000	71000	75000	79000	83000
	47000	51000	55000	59000	63000	67000	71000	75000	79000	83000	87000
Середини інтервалів, км	45000	49000	53000	57000	61000	65000	69000	73000	77000	81000	85000
Ймовірність відмови $F(L)$	0,01	0,02	0,05	0,12	0,26	0,45	0,64	0,8	0,92	0,96	0,99
Ймовірність безвідмовної роботи $P(L)$	0,99	0,98	0,95	0,88	0,74	0,55	0,36	0,2	0,08	0,04	0,01

Продовження табл. 3.3

Середнє квадратичне відхилення σ , км	7854,98
Коефіцієнт варіації v	0,12
Середнє напрацювання на відмову, км	66155

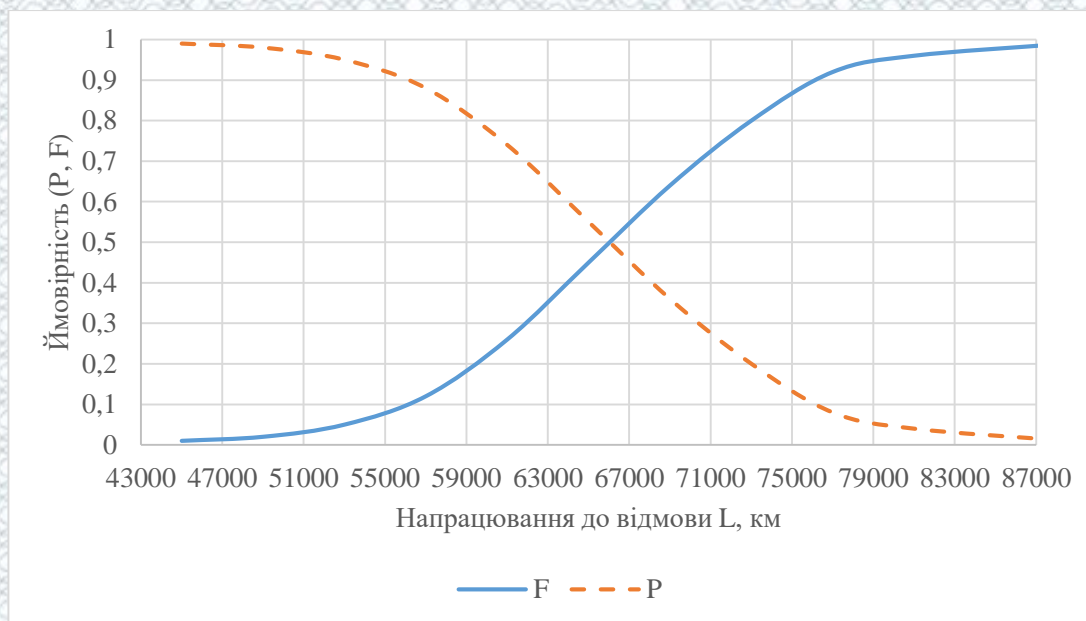


Рисунок 3.5 - Графік функцій ймовірності безвідмовної роботи $P(L)$ і ймовірності відмов $F(L)$ підшипників маточини автобусів

Підшипник маточини передньої підвіски автобуса Богдан А70132 в порівнянні з наконечниками рульової тяги і гумовими втулками реактивної штанги є надійнішим, його середнє напрацювання на відмову склало 66,2 тис. км (табл. 3.3). Більшість підшипників відмовило до напрацювання 71 тис. км.

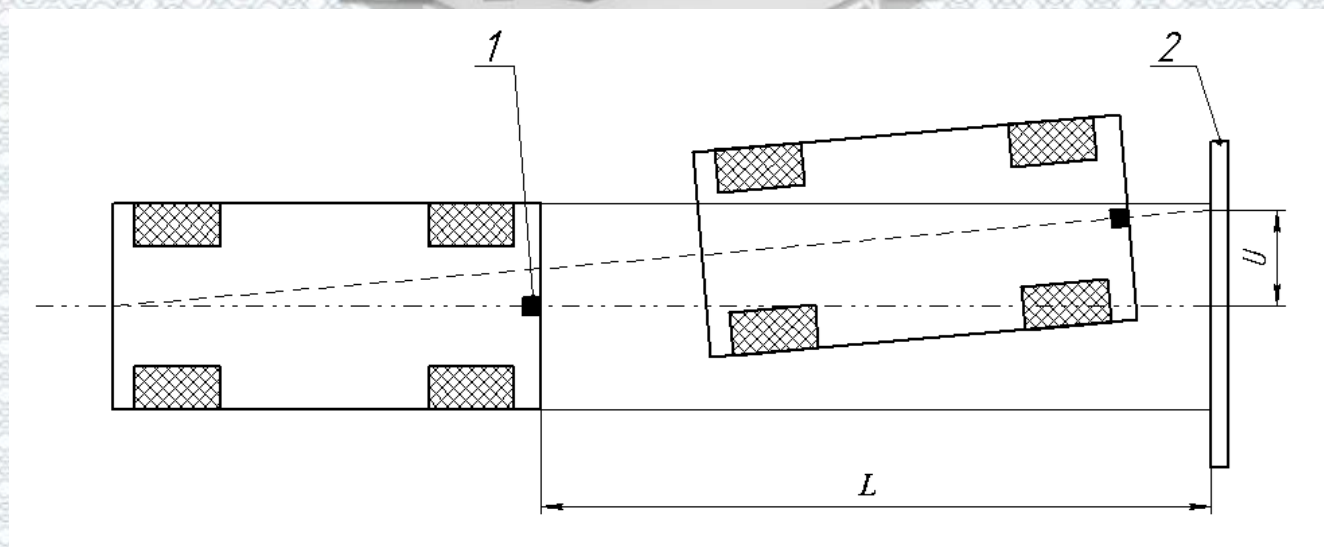
Аналіз результатів показує, що найменш надійним елементом передньої підвіски та рульового керування є наконечники рульової тяги, середнє напрацювання до відмови якого становить $\bar{x} = 20,312$ тис.км. Очевидно, це обумовлено важкими умовами роботи даного елемента, оскільки шарнір з'єднує підресорені маси автобуса з непідресореними.

3.2 Визначення діагностичних параметрів, які оцінюють технічний стан елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів

Розглянемо нормування діагностичних параметрів на прикладі «уводу» автобуса від заданої траєкторії руху.

Номінальне значення діагностичного параметра U_H відповідає новим, технічно справним автобусам. Для його розрахунку розроблено схему визначення «уводу» автобуса від траєкторії руху.

Визначення «уводу» автобуса необхідно здійснювати на рівній площадці з твердим покриттям. При проведенні виміру необхідно забезпечити наступні умови: тиск в шинах має бути однаковий, та знаходитись в межах, встановлених заводом виробником; передні колеса автобуса виставлені на прямолінійний рух; рульове колесо жорстко закріплено. Вимірювальна шкала встановлюється на штативі на відстані L (рис. 3.6).



1 – лазерний покажчик; 2 – вимірювальна шкала; U – «увод» автобуса;

L – відстань встановлення штативу з вимірювальною шкалою

Рисунок 3.6 – Схема визначення «уводу» автобуса від траєкторії

Для визначення «уводу» автобуса передбачається додатково встановити на передній бампер лазерний покажчик.

Вимірювання «уводу» виконується в наступній послідовності:

- лазерний покажчик жорстко кріпиться на передній бампер автобуса;
- встановлюється штатив с вимірювальною шкалою;
- при включенні лазерного покажчика на вимірювальній шкалі з'являється точка, яку необхідно виставити на «нульову» позначку ;
- після зупинки автобуса на вимірювальній шкалі фіксується зміщення лазерної точки від «нульового» значення, яке і відповідає «уводу» автобуса.

Аналіз робіт [11, 12] показує, що для технічно справних автобусів середнє значення «уводу» на відстані 10 м складає:

$$U_H = \approx 9 \text{ мм} \quad (3.1)$$

Тому, приймаємо $U_H = 9 \text{ мм}$ в якості номінального діагностичного нормативу.

Допустиме значення «уводу» автобуса $U_{дон}$ можна визначити знаючи значення «уводу» при передвідмовному стані передньої підвіски та рульового керування, за допомогою наступної формули [11, 12]:

$$U_{дон} = \overline{U_{не}} - \sqrt{\sigma}, \quad (3.2)$$

де $\overline{U_{не}}$ - середнє значення «уводу» при передвідмовному стані передньої підвіски та рульового керування;

σ - середнє квадратичне відхилення.

Аналіз робіт [11, 12] показує, що середнє значення «уводу» при передвідмовному стані передньої підвіски та рульового керування складає $\overline{U_{не}} = 66,88 \text{ мм}$, а середнє квадратичне відхилення $\sigma = 3,22 \text{ мм}$. Тоді, використовуючи формулу (3.2) розрахуємо допустиме значення «уводу» автобуса $U_{дон}$:

$$U_{\text{дон}} = 66,88 - 3,22 \approx 64 \text{ мм},$$

При досягненні «уводу» автобуса при передвідмовному стані передньої підвіски та рульового керування $\overline{U_{\text{не}}} = 66,88 \text{ мм}$ водій починає відчувати значні труднощі в управлінні ТЗ, що вимагає від нього максимальної уваги. Мінімальні помилки при керуванні ТЗ призводить до втрати стійкості і керованості автобуса.

При постійній періодичності діагностування вузлів і механізмів ТЗ в практичній діяльності АТП доцільно використовувати допустимий норматив. Передня підвіска та рульове керування відносяться до вузлів, що безпосередньо впливають на безпеку руху, тому повинні контролюватися при кожному ТО-1, тобто з постійною періодичністю.

Нормативні значення інших діагностичних параметрів для оцінки технічного стану передньої підвіски та рульового керування зведені в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 - Діагностичні параметри та їх нормативні значення при оцінці технічного стану передньої підвіски та рульового керування

Позначення	Найменування	Початкове значення	Допустиме значення
α , град	Сумарний люфт в рульовому керуванні	12	16
β , мм	Сходження передніх коліс	4	6
$\gamma_{\text{п}}$, мм	Перекося передньої осі	0	6
$\gamma_{\text{з}}$, мм	Перекося задньої осі	0	6
$H_{\text{п}}$, %	Відносна різниця висот пневмобалонів передньої осі	0,5	1
$H_{\text{з}}$, %	Відносна різниця висот пневмобалонів задньої осі	0,5	1
F , Н	Зусилля на рульовому колесі	60	90
U , мм	«Увод» автобуса	9	64

3.3 Алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів

Для забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування, розроблений алгоритм пошуку, локалізації і усунення несправностей, який забезпечує проведення діагностичних та ремонтно-регулювальних операцій з найменшим коефіцієнтом повторюваності.

Алгоритм пошуку несправностей (рис. 3.7) являє собою послідовність контрольних-діагностичних і регулювальних операцій, які призначаються за результатами поглибленого діагностування розглянутих вузлів автобуса і порівняння отриманих даних з гранично допустимими значеннями. Якщо в ході регулювальних робіт не вдається відновити параметри працездатності системи до нормативних значень, необхідно виконати ремонтні роботи.

На першому етапі (блоки 2,3 алгоритму) здійснюється контроль «уводу» автобуса від заданої траєкторії руху. Якщо «увод» автобуса не перевищує допустимого значення (64 мм на 10 м), то елементи передньої підвіски та рульового керування знаходяться в технічно справному стані. В іншому випадку, необхідно виконати діагностування систем автобуса, що впливають на його стійкість і керуваність: положення передньої і задньої осей щодо кузова; сходження передніх коліс, положення пневмобалонів, сумарного люфту в рульовому керуванні, зусилля на рульовому колесі (блоки 5, 8, 11, 14, 18, 21).

Перевірку технічного стану передньої і задньої осей автобуса (блоки 6-10) проводять на стенді. Осі знаходяться в працездатному стані, якщо значення параметрів перекосу передньої (γ_n) і задньої (γ_z) осей не перевищують допустимого значення (6 мм). При відхиленні параметрів за область допустимих значень, необхідно виконати поглиблену діагностику вузлів осей. Положення осей щодо кузова автобуса регулюється зміною довжин реактивних штанг. Відрегулювавши положення передньої і задньої осей, контролюється значення «уводу» автобуса (блоки 2-3 алгоритму).

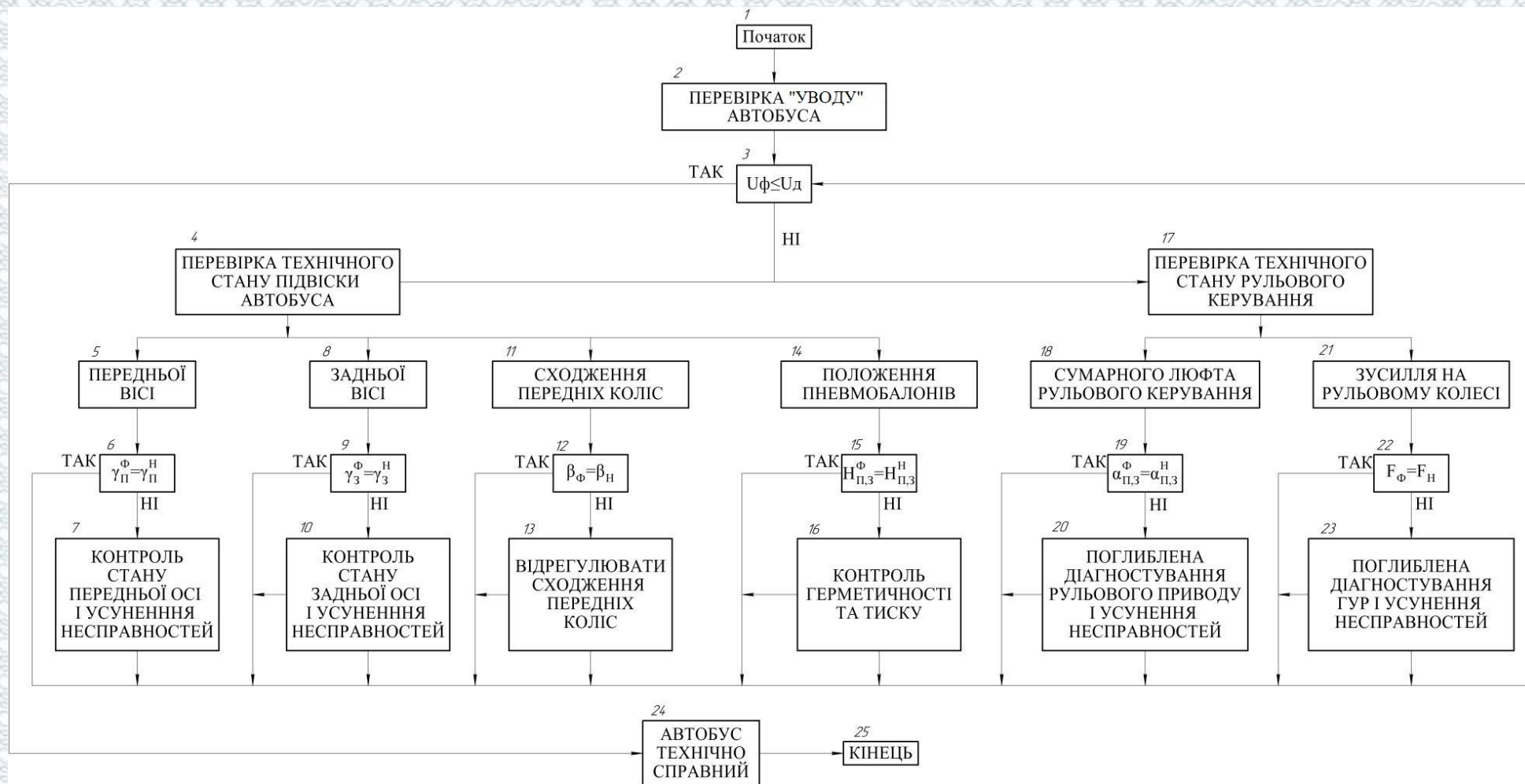


Рисунок 3.7 - Функціональна схема алгоритму пошуку та усунення несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні

Якщо положення осей щодо кузова знаходяться в допустимих межах, а «увод» автобуса перевищує допустиме значення, виконують перевірку кутів встановлення керованих коліс (блоки 11-13). Якщо сходження передніх коліс (β) не перевищує допустимого значення (6 мм), вузли рульової трапеції автобуса технічно справні і будь-яких технічних впливів по ним виконувати не потрібно. В іншому випадку, необхідно виконати поглиблену діагностику розглянутих вузлів.

Регулювання сходження слід виконувати після усунення люфтів в шкворневих з'єднаннях, підшипниках маточин коліс, рульових тягах при номінальному тиску повітря в шинах. Колеса встановлюються в положення, відповідне прямолінійного руху. Різниця відстаней (Б-А) (рис. 3.8) повинна бути в межах 4-6 мм. Виконавши регулювання сходження коліс, знову перевіряють «увод» автобуса (блоки 2,3 алгоритму). У разі перевищення «уводу» автобуса допустимого нормативу здійснюється перевірка стану пневмобалонів передньої і задньої осей.

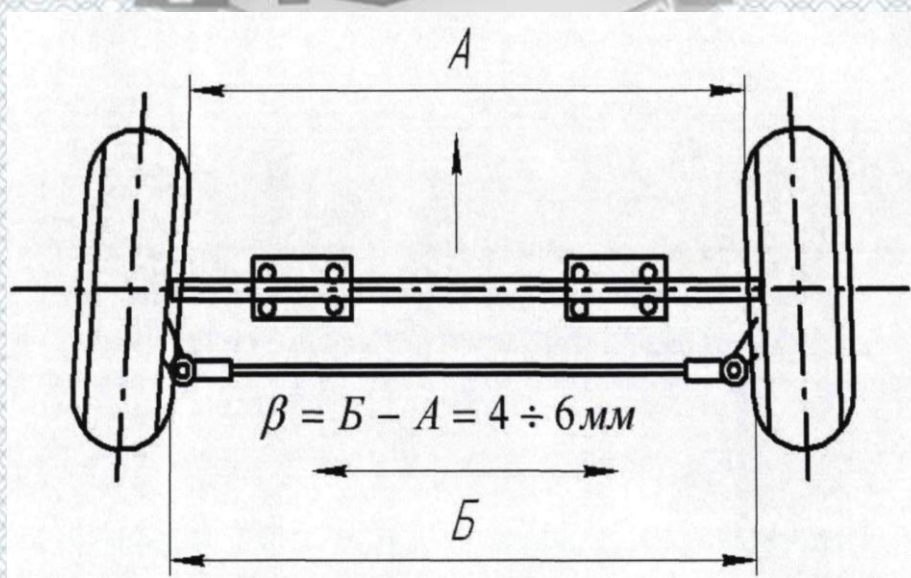


Рисунок 3.8 - Схема регулювання сходження передніх коліс

Якщо відносні різниці висот пневмобалонів передньої і задньої осей ($H_п$, $H_з$) не перевищують допустимих значень, перекося кузова автобуса в площині паралельній дорозі щодо осей відсутня.

Регулювання висоти балона здійснюється переміщенням важеля приводу регулятора положення кузова вгору (для збільшення висоти), або вниз (для зменшення висоти). Відрегулювавши положення пневмобалонів, необхідно перевірити значення «уводу» автобуса і при його наявності перейти до п'ятого етапу алгоритму (блоки 18-20) – перевірки технічного стану рульового керування.

Якщо сумарний люфт в рульовому колесі (α) не перевищує допустиме значення (16 град.), то рульове керування справне. У протилежному випадку необхідно виконати поглиблене діагностування рульового керування.

Діагностування вузлів рульового керування здійснюється на нерухомому автобусі при працюючому двигуні, так як рульовий привід обладнаний гідروпідсилювачем. Після виправлення несправностей і доведення величини сумарного люфту в рульовому керуванні до нормативних значень необхідно перевірити «увод» автобуса.

На заключному етапі діагностується гідропідсилювач з вимірюванням зусилля на рульовому колесі (F) (блоки 21-23). Перевірка здійснюється при працюючому двигуну, керувані колеса виставляються на прямолінійний рух. Якщо зусилля на рульовому колесі не перевищує допустиме значення (90 Н), гідропідсилювач справний. При відхиленні параметра за область допустимого нормативу проводять поглиблену діагностику його технічного стану.

Перевірка «уводу» автобуса від заданої траєкторії руху (блоки 2,3 алгоритму) проводиться на кожному етапі діагностування після виявлення і виправлення несправностей у вузлах передній підвісі і рульовому керуванні, що розглядаються.

Розроблений алгоритм пошуку і виправлення несправностей в передній підвісі і рульовому керуванні автобусів дозволяє оптимізувати кількість контрольних-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій і забезпечує їх виконання з найменшим коефіцієнтом повтору, що значно скорочує витрати на виявлення, локалізацію та виправлення несправностей.

3.4 Обґрунтування оптимальної періодичності діагностування передньої підвіски і рульового керування автобусів

Як показують результати досліджень в області технічної експлуатації ТЗ важливим етапом при забезпеченні працездатності передньої підвіски і рульового керування, є розробка оптимальних режимів ТО і ремонту, визначення необхідного переліку і послідовності виконання технічних впливів, оптимальної періодичності, їх проведення, з урахуванням конкретних умов експлуатації.

Періодичне виконання планових технічних впливів дозволяє запобігти виникненню відмов вузлів і систем автомобіля. При цьому періодичність контролю технічних параметрів передньої підвіски і рульового керування повинна бути обґрунтована і оптимізована.

При обґрунтуванні періодичності технічних впливів виникає необхідність визначення інтервалів $L_{д \min}$, n , $L_{д \max}$ в межах яких проводиться її коригування. Вимоги до визначення максимального інтервалу значно вищі, чим до нижнього, так як саме від нього залежить безвідмовність системи, а отже, і безпека руху.

Проблема визначення максимального інтервалу періодичності діагностування не може бути вирішена у відриві від експлуатаційної надійності вузлів і систем, що впливають на стійкість і керованість автобуса. Тому максимальний інтервал, в першу чергу, встановлюється на основі даних про значення середнього напрацювання на відмову основних елементів передньої підвіски і рульового керування, ймовірності їх безвідмовної роботи. Крім того, цей інтервал не може бути більшим за середнє напрацювання на відмову елементів, що лімітують надійність системи.

Як показали проведені дослідження (пункт 3.1), найменш надійними елементами передньої підвіски і рульового керування автобусів Богдан А70132 є наконечники рульової тяги, гумові втулки реактивної штанги і підшипники маточини. Середні напрацювання до відмови цих елементів становлять відповідно 20000 км, 31000 км і 66000 км. У даному випадку найбільш ненадійними

елементами розглянутих систем є наконечники рульової тяги, тому верхній інтервал періодичності діагностування системи не може перевищувати 20000 км.

Для визначення оптимальної періодичності діагностування елементів передньої підвіски і рульового керування автобуса скористаємося економіко-ймовірнісним методом, розробленим Г.В. Крамаренко і Е.С. Кузнецовим [7, 8].

Вихідні дані для розрахунку:

1. Вартість однієї нормо-години 450 грн.
2. Вартість наконечника рульової тяги – 172 грн. [13]
3. Нормативні трудомісткості:
 - заміна наконечника рульової тяги – 0,29 люд-год;
 - діагностика рульового керування – 0,2 люд-год;
 - діагностика передньої підвіски – 0,7 люд-год;
 - ремонт рульового керування зі зняттям рульового механізму – 2 люд-год;
 - демонтаж рульового механізму і кутового редуктора – 1,5 люд-год.

Для розрахунку використаєм формули, наведені в пункті 1.5. Результати наведені в таблиці 3.5. За результатами розрахунків побудовано графік (рис. 3.9), з якого видно, що оптимальна періодичність діагностування складає $L_d = 6000$ км.

Таблиця 3.5 – Визначення оптимальної періодичності економіко-ймовірнісним методом

№	Напрацювання L_d , тис.км.	Ймовірність відмови, F	Витрати на Д і ТО ($C_{ТО, Д}$), грн/1000 км	Витрати на ПР ($C_{ТО, Д}$), грн/1000 км	Сумарні витрати на ТО ($C_{ТО, Д, ПР}$), грн/1000 км
1	2	3	4	5	6
1	2	0	300	14	314
2	4	0,017	186	20	206
3	6	0,024	143	29	171
4	8	0,105	114	60	174

Продовження табл. 3.5

1	2	3	4	5	6
5	10	0,176	91	106	197
6	12	0,429	86	157	243
7	14	0,715	86	214	300
8	16	0,858	86	271	357
9	18	0,954	86	300	386
10	20	1	86	314	400

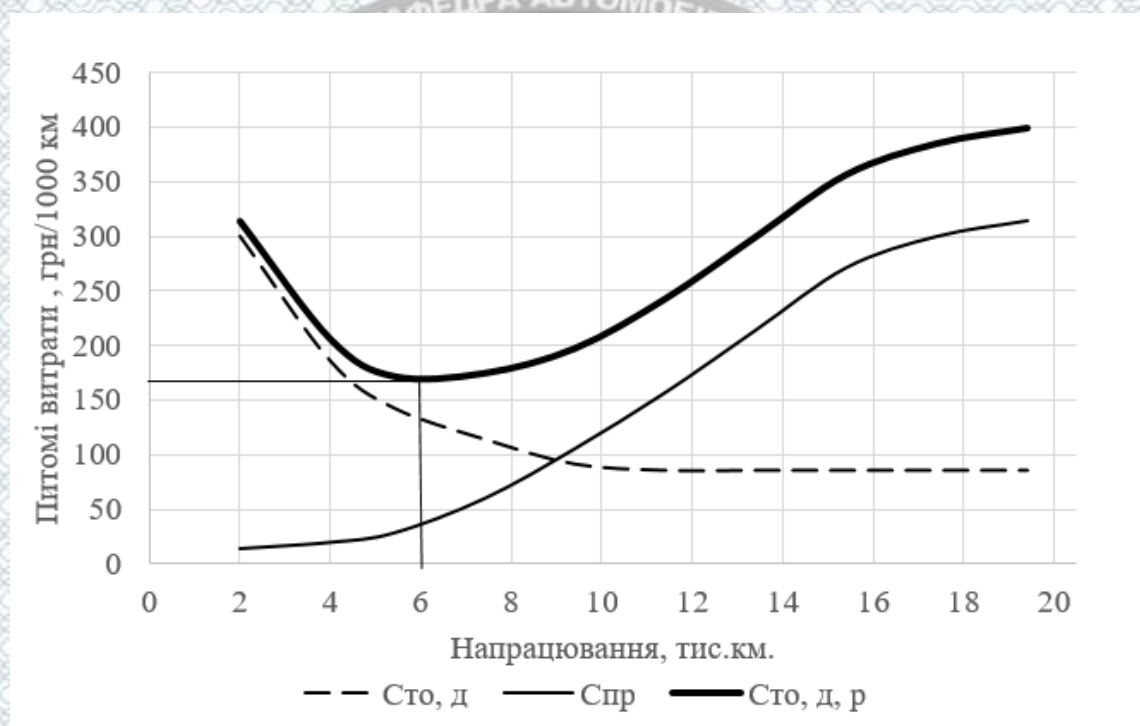


Рисунок 3.9 – Визначення періодичності діагностування економіко-ймовірнісним методом

З економічної точки зору для скорочення витрат і часу на проведення ТО і ремонту необхідно вибрати періодичність діагностування, отриману економіко-ймовірнісним методом. Однак в даному випадку, передня підвіска і рульове керування відносяться до вузлів; які забезпечують безпеку руху, тому періодичність діагностування не може перевищувати періодичності виконання ТО-1. Періодичність діагностування розглянутих елементів автобуса, відповідно до

Керівництва по ремонту та експлуатації Богдан становить 4000 км [14], тому приймаємо періодичність діагностування передньої підвіски і рульового керування $l_0 = 4000$ км. Така періодичність нижча, ніж знайдена по економіко-ймовірнісному методу ($l_0 = 6000$ км), але вона забезпечує рівень ймовірності безвідмовної роботи $P(l_0 = 4000 \text{ км}) = 0,95$.

При черговому ТО-1 здійснюється перевірка «уводу» автобуса. У тих випадках, коли його значення перевищує допустиме, призначається певний комплекс технічних впливів з усунення несправностей в розглянутих системах автобуса. Якщо величина «уводу» не перевищує допустимого значення, то визначається залишковий ресурс елементів передньої підвіски і рульового керування.

3.5 Оцінка економічної ефективності запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів

Економічна ефективність від впровадження запропонованих заходів досягається за рахунок зменшення витрат на експлуатацію (придбання запасних частин і проведення ремонтно-регулювальних операцій). Цей ефект обумовлений тим, що в результаті своєчасного проведення контрольно-діагностичних і при необхідності регулювальних робіт істотно зменшується інтенсивність зношування вузлів передньої підвіски та рульового керування. Впровадження запропонованих заходів передбачає коригування періодичності технічних впливів в залежності від технічного стану вузлів, що розглядаються. Зі зміною періодичності обслуговування експлуатаційні витрати на утримання автобусів перерозподіляються: на ремонт та витратні матеріали знижуються, на контроль і діагностування збільшуються.

Економічний ефект E_B від зменшення витрат на експлуатацію автобусів визначається за формулою:

$$E_B = C_0^p - C_\epsilon^p, \quad (3.3)$$

де C_0^p, C_ϵ^p – річні загальні витрати на забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування до і після впровадження заходів, визначаються із виразу:

$$C_0^p = C_{\Sigma TB}^n \cdot L, \quad (3.4)$$

де $C_{\Sigma TB}^n$ – загальні питомі річні витрати на обслуговування і ремонт передньої підвіски та рульового керування на один автобус;

L – середньорічний пробіг автобуса.

Загальні питомі річні витрати $C_{\Sigma TB}^n$ складаються з:

$$C_{\Sigma TB}^n = C_D^n + C_{TO}^n + C_{PP}^n, \quad (3.5)$$

де $C_D^n = \frac{C_D}{L_D}$, $C_{TO}^n = \frac{C_{TO}}{L_{TO}}$, $C_{PP}^n = \frac{C_{PP}}{L_{PP}}$ – питома разова вартість одного діагностування,

ТО і ПР відповідно;

C_D, C_{TO}, C_{PP} – разова вартість Д, ТО, ПР;

L_D, L_{TO}, L_{PP} – напрацювання до проведення Д, ТО, ПР.

Разова вартість технічних впливів визначається за наступною формулою:

$$C_{TB} = C_D + t \cdot B, \quad (3.6)$$

де t – трудомісткість проведення ТО чи ПР,

B – вартість однієї нормо-години обслуговування чи ремонту.

Вартість діагностування C_D і нормо-години обслуговування чи ремонту автобусів B приймалися у відповідності з встановленими ринковими цінами для і склали 320 і 450 грн. відповідно. Результати розрахунку економічної ефективності

від впровадження запропонованих заходів для автобусів Богдан А70132 наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованих заходів для автобусів Богдан А70132

№ п/п	Державний номер	Пробіг, км/рік	Річні загальні витрати на технічні впливи								Економ. ефект, %
			До впровадження				Після впровадження				
			Д	ТО	ПР	Загальні	Д	ТО	ПР	Загальні	
1	AB0536AA	41640	0	162	595	757	68	189	405	662	12,50
2	AB0549AA	42000	0	169	618	787	70	199	420	689	12,50
3	AB0503AA	43440	0	175	643	819	73	209	434	716	12,55
4	AB0527AA	43800	27	182	669	878	76	219	449	744	15,26
5	AB0511AA	48960	28	190	696	914	79	230	465	774	15,27
6	AB0539AA	49200	29	197	724	950	82	241	482	805	15,25
7	AB0528AA	50760	30	205	752	988	85	254	496	835	15,49
8	AB0506AA	51000	32	214	782	1028	89	266	513	868	15,49
9	AB0547AA	53400	33	222	814	1069	92	279	528	899	15,83
10	AB0542AA	54000	34	231	846	1111	96	294	542	932	16,12
11	AB0535AA	54600	36	240	880	1156	100	308	558	966	16,46
12	AB0538AA	54840	37	250	915	1202	104	324	577	1005	16,43
13	AB0520AA	55200	38	260	952	1250	108	340	593	1041	16,76
14	AB0548AA	55200	40	270	990	1300	112	357	609	1078	17,09
15	AB0508AA	55800	42	281	1030	1352	117	375	625	1117	17,41
16	AB0540AA	55800	43	292	1071	1406	122	393	641	1156	17,78
17	AB0502AA	56400	45	304	1114	1463	126	413	658	1197	18,16
18	AB0504AA	56640	47	316	1158	1521	132	434	673	1238	18,57
19	AB0521AA	57000	49	328	1205	1582	137	455	690	1282	18,93
20	AB0507AA	57600	51	342	1253	1645	142	478	701	1321	19,68
21	AB0546AA	58440	53	355	1303	1711	148	502	711	1361	20,46
22	AB0544AA	59400	55	369	1355	1779	154	527	722	1403	21,16
23	AB0519AA	60240	57	384	1409	1851	160	554	730	1444	21,98
24	AB0533AA	60600	59	400	1465	1924	166	581	739	1486	22,75
25	AB0545AA	60600	62	416	1524	2001	173	610	746	1529	23,59
26	AB0517AA	61200	64	432	1585	2082	180	641	752	1573	24,44
27	AB0501AA	62400	66	449	1648	2164	187	673	759	1619	25,19
28	AB0518AA	62400	69	468	1714	2251	195	706	766	1667	25,95
29	AB0543AA	62400	70	473	1777	2320	201	739	774	1714	26,12
30	AB0516AA	64200	72	481	1839	2392	208	772	782	1762	26,34
Σ			1268	9057	33326	43651	3785	12560	18539	34884	20,09

Економічний ефект E_B від зменшення витрат на експлуатацію автобусів розрахуємо за формулою 3.3:

$$E_6 = 43651 - 34884 = 8767 \text{ грн.}$$

З таблиці 3.6 видно, що з запровадженням у комунальному підприємстві «Вінницька транспортна компанія» розроблених заходів для забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування автобуса, спостерігається стабільна тенденція зниження витрат на експлуатацію. Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на ТО і ремонт, та для автобусів Богдан А70132 комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» склав 8767 грн. (зменшення витрат на 20%).

3.6 Висновки до розділу 3

1. Аналіз результатів показує, що найменш надійним елементом серед усіх елементів передньої підвіски та рульового керування є наконечники рульової тяги, середнє напрацювання до відмови якого становить 20312 км. для автобуса Богдан А70132.

2. Для визначення діагностичного параметру для оцінки технічного стану елементів передньої підвіски і рульового управління автобусів розроблено схему визначення «уводу» автобуса від траєкторії.

3. Розроблено алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів, який дозволяє оптимізувати кількість контрольно-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій і забезпечує їх виконання з найменшим коефіцієнтом повтору, що значно скорочує витрати на виявлення, локалізацію та виправлення несправностей. Обумовлена оптимальна періодичність контролю елементів передньої підвіски і рульового керування автобусів, яка становить 4 тис. км пробігу.

4. Розраховано економічний ефект від впровадження запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів. Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на ТО і ремонт, та для автобусів Богдан А70132 комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» склав 8767 грн. (зменшення витрат на 20%).



РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці при виконанні роботи на ділянці діагностування.

Шкідливі виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- підвищена загазованість та запиленість робочих місць;
- недостатнє освітлення;
- мікроклімат, який не відповідає вимогам;
- випаровування бензину, мастил, гальмівної рідини та ін.
- підвищений рівень шуму та вібрації.

Небезпечні виробничі фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- частини обладнання, які рухаються;
- ураження електричним струмом напругою 220/380 В;
- падіння предметів;
- наїзд автомобіля;
- при користуванні несправним інструментом або при застосуванні небезпечних
- прийомів праці можливе ураження кінцівок.

Психофізіологічні фактори, що можуть виникнути на робочих місцях:

- фізичні перевантаження (статичні, динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (розумові перевантаження, перевантаження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

4.2 Виробнича санітарія

4.2.1 Мікроклімат

Роботи, що виконуються на ділянці діагностування переважно, характеризуються як роботи, пов'язані з ходьбою і перенесенням невеликої ваги (до 10 кг), і відносяться до категорії робіт середньої важкості (Пб). Відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 значення допустимих нормованих параметрів метеорологічних умов для даної категорії робіт наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Мікроклімат в приміщенні

Період року	Категорія робіт	Температура, С		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Факт.	Допус.	Факт.	Допус.	Факт.	Допус.
Хол.	Пб	15-18	21-15	70-75	75	0,3-0,4	<0,4
Тепл.	Пб	20-24	27-26	70-80	75	0,4-0,5	0,2-0,5

Дотримання нормативних метеоумов забезпечується за допомогою опалення та вентиляції в холодний період року, та вентиляції в теплий період року. Теплове опромінення не перевищує нормативне (100 Вт/м^2) при опроміненні не більше 25 % поверхні тіла людини.

Максимально допустима для роботи температура поверхонь не повинна перевищувати 45 С.

Шкідливі речовини, які забруднюють повітря, значення їх ГДК, агрегатний стан, клас небезпеки та особливості дії на організм людини наведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Шкідливі речовини в робочій зоні [18]

Назва шкідливої речовини	ГДК, мг/м ³	Агрегатний стан	Клас небезпеки	Особливості дії на організм
Азота оксид	5	Пари (або газ)	II	Речовини з гостро-направленим механізмом дії, які потребують автоматичного контролю за їх вмістом в повітрі
Акролеїн	0,2	Пари (або газ)	II	-
Пил мінеральний	4	Аерозолі	III	Речовини, здатні викликати алергічні захворювання в виробничих умовах; аерозолі фіброгенної дії

Дотримання гранично-допустимих значень забезпечується за допомогою загальнообмінної приточно-витяжної та місцевої вентиляції. Вентиляція повинна бути обладнана пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Система опалення, в холодний та перехідний періоди року, виконана із умов забезпечення температури повітря в приміщеннях на рівні + 15 °С. Опалення централізоване. В якості теплоносія використовується гаряча вода, з температурою 79-95 °С. Джерелом тепlopостачання є зовнішня теплова мережа.

4.2.2 Освітленість

Освітлення приміщення відбувається як природнім, так і штучним методами. Природне освітлення є боковим. Штучне комбіноване - загальне і місцеве освітлення здійснюється газорозрядними лампами. Норми освітленості дотримуються відповідно до СНіП II-4-79.

Коефіцієнт природного освітлення (КПО) для IV-го світлового поясу;

$$e^{IV} = e^{III} * m * C_k, \quad (4.1)$$

де e^{III}_n – нормований коефіцієнт природного освітлення для III поясу;

m - коефіцієнт світлового клімату, залежить від географічного розташування об'єкта; для IV пояса $m = 0,9$;

C_k - коефіцієнт, що враховує додатковий світловий потік, який проходить через пройми в приміщення за рахунок прямого і відбитого сонячного світла на протязі року, залежить від азимута (коефіцієнт сонячності клімату складає $C_k = 1$).

Норми і нормовані значення КПО згідно до СНіП II-4-79 наведено в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 - Норми і нормовані значення КПО

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розпізнання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозділ зорової роботи	Контраст об'єкту розпізнання з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення (освітленість, лк)				Природне освітлення, КПО e_{H}''' , %	Сумісне освітлення КПО e_{H}''' , %
						При комбінованому освітленні		При загальному освітленні			
						Нормат.	дійсне	Нормат.	дійсне		
Середньої точності	Більше 0,5 до 1	IV	A	Малий	темний	750	750	300	300	1,5	0,9

4.2.3 Розрахунок загального штучного освітлення

Визначимо висоту підвісу світильників. $H_{п} = 4,5$ м;

Визначимо відстань між рядами світильників:

$$L = 1.655 \cdot H_{п}; \quad (4.2)$$

$$L = 1,655 \cdot 4,5 = 7,45 \text{ м.}$$

Встановлюємо світильники в два ряди.

Визначимо відстань між стінкою та рядом світильників:

$$I = 0,31 \cdot L; \quad (4.3)$$

$$I = 0,31 \cdot 7,45 = 2,3 \text{ м.}$$

Визначимо відстань між світильниками в ряду. Розмістимо шість світильників в ряду. Прийmemo $I^* = 3 \text{ м.}$

Визначимо світловий потік однієї лампи:

$$\Phi_c = \frac{E_H \cdot S \cdot Z \cdot k}{N_{cn} \cdot \eta \cdot N_{лп}} \quad (4.4)$$

де: E_H - нормована величина штучного загального освітлення, визначається зі СНП. $E_H = 200 \text{ лк.}$

S - площа приміщення, м^2 .

$$S = A \cdot B \quad (4.5)$$

$$S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення. $Z = 1,1$

K - коефіцієнт запасу. $K = 1,8$

η - коефіцієнт світлового потоку, залежить від:

- індексу приміщення

$$I = \frac{A \cdot B}{Hn \cdot (A + B)}, \quad (4.6)$$

$$I = \frac{18 \cdot 12}{5 \cdot (18 + 12)} = 1.44.$$

Коефіцієнт відбиття стелі, стін та підлоги - прийmemo пофарбування стелі в білий колір, стін - в світлозелений; підлогу в сірий:

- типу світильника - встановлюємо світильник з люмінісцентними лампами типу ЛПП-01 (в світильнику 4 лампи).

N - кількість світильників

$N = 12$ шт.

n - кількість ламп в світильнику

$n = 4$ шт.

$$\Phi_n = \frac{200 \cdot 216 \cdot 1,1 \cdot 1,8}{12 \cdot 4 \cdot 0,3} = 5940 \text{ лм.}$$

Вибираємо стандартну люмінісцентну лампу типу ЛДЦ 80-4 потужністю- 80 Вт і світловим потоком 6900 лм

$$\Phi_{л.ст} = (0,9 \dots 1,2) \cdot \Phi_n;$$

$$\Phi_{л.ст} = (0,9 \dots 1,2) \cdot 5940 = 5348 \dots 7128 \text{ лм.}$$

Проводимо перевірочний розрахунок:

$$E_c = \frac{6900 \cdot 12 \cdot 4 \cdot 0,3}{216 \cdot 1,1 \cdot 1,8} = 232 \text{ лк.}$$

Таким чином, норми штучного освітлення дотримано.

4.2.4 Шум

В робочій зоні джерелами шуму є працюючі двигуни технологічного обладнання.

Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску в зоні відповідно до СНіП 3223-85 наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 - Допустимі рівні звукового тиску для широкосмугового шуму в октавних, смугах частот і дійсні значення рівня звукового тиску

Рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах із середніми частотами									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	99	87	82	78	75	73	71	69	80

Необхідно використовувати шумопоглинаючі матеріали або конструкції для зменшення рівня шуму, звукопоглинаюче облицювання стін та стелі дозволяє знизити рівень шуму на 6..8 дБ, звукоізоляційною огорожею є всі корпуси машин та агрегатів.

4.2.5 Вібрація

Джерелами вібрації на ділянці є технологічне обладнання. Для попередження негативного впливу вібрацій на працюючих допускаються такі граничні величини відповідно ГОСТ 12.1012-90, які наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Санітарні норми одночисельних показників вібраційної навантаження оператора при тривалості зміни 8 год.

Вид Вібрації	Категорія вібрації	Напрямок дії	Нормативні, коректовані по частоті та еквівалентні коректовані значення			
			Віброприскорення		Віброшвидкості	
			$\alpha_H, \text{ м/с}^2$	$L_{CH}, \text{ дБ}$	$V_H \cdot 10^{-2}, \text{ м/с}$	$L_{VH}, \text{ дБ}$
Локальна	-	$X_\Lambda, Y_\Lambda, Z_\Lambda$	2.0	126	2.0	112
Загальна	3 тип "а"	X_0, Y_0, Z_0	0.1	100	0.2	92

Віброізоляція зменшує рівні вібрацій, що передаються від джерела на тіло робітника. Вона здійснюється введенням поміж джерелом вібрацій і працюючим проміжного пружного зв'язку. Наприклад, фундамент машин, споруджений на пружних прокладках, або встановлюються на віброізолюючих опорах.

4.3 Техніка безпеки

Приміщення повинно відповідати таким вимогам :

- підлога виготовляється з неіскроутворюючих вогнетривких матеріалів;
- двері повинні бути вогнетривкими і відкриватися на зовні;
- стіни приміщення також будуються з вогнестійких матеріалів;
- опалення повинно бути водяне або парове;
- вентиляція застосовується припливно-витяжна та місцева;
- дроти освітлювальної та силової ліній повинні бути в трубах з герметичною арматурою; розетки для переносних ламп повинні мати напругу 36 В;

Для виключення травматизму від ураження електричним струмом електричні дроти обладнання повинні бути у металевому рукаві або металеві й трубі. Усе електрообладнання занулюється,

Робітники мають здавати один раз в три місяці екзамен.

До робіт на обладнанні допускаються персонал, що пройшов необхідну підготовку,

Не допускається виконувати роботу на несправному інструменті.

Опір ізоляції дротів первинних ланцюгів живлення відносно ненапругованих частин стенду повинно бути не менш 1 МОм.

4.3.1 Електробезпека

Згідно з ГОСТ 12.1.013 - 78 необхідно щоб:

- струмопроводжучі частини повинні бути ізольовані, огороженні або розміщені в місцях, недоступних до дотикання до них;

- світильники загального освітлення, приєднанні до джерела живлення (електромережі) напругою 127 і 220 В,, повинні встановлюватися на висоті не менше 2,5 м. від рівня землі, підлоги. При висоті підвісу менше 2,5 м. світильники повинні приєднуватися до мережі напругою не більше 42 В,

- електроустановки повинні бути занулені.

Умови роботи особливо небезпечні для ураження людей електричним струмом тому обладнання потрібно виконувати у вибухонебезпечній формі, а всі дроти освинцьовані.

4.4 Пожежна безпека

Більшість приміщень віднесені до категорії В (пожежо-небезпечні виробництва), а будівля, де вони розміщуються, має 1-й ступінь вогнестійкості - незгораємі стіни, перегородки і покриття з межею вогнестійкості не менш 1 години (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 - Межі вогнестійкості будівельних конструкцій

Ступінь вогнестійкості	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій, год							
	Стіни				Колони	Плити, настили, перекриття	Елементи покриттів	
	Несучі клітини, сходи	самонесчі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі			Плити, настили	Балки, ферми
1	2.5	2.0	2.5	2.5	1.5	2.0	2.0	2.0

Основними причинами виникнення пожеж, є коротке замикання в електропроводниках, самозаймання ганчір'я, паління в недозволених місцях, розряди блискавки і порушення правил пожежної безпеки.

Обладнання повинно бути виконано в вибухобезпечному виконанні. Необхідно своєчасно проводити протипожежний інструктаж і встановлювати жорсткий протипожежний режим. Для паління відводяться та обладнуються спеціальні місця.

Для використаного обтирочного матеріалу передбачають металеві ящики з кришками та. цей матеріал зберігається не більше однієї зміни.

Для запобігання пожежі від короткого замикання в проводниках їх. необхідно розмішувати в металевих трубах, або гнучких, металевих кожухах,

Для захисту від блискавок, застосовують металеві стержні, які розташовані вище даху приміщення та з'єднані із землею дротом, Для оповіщення відповідних служб про пожежу застосовують телефони та теплові повідомлювачі максимальної дії ДІЛ, які спрацьовують, коли температура, навколишнього середовища досягає критичної.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.5.1 Призначення пункту спеціальної обробки в загальному комплексі дезактивації

Спеціальна обробка є складною частиною ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, як воєнного так і мирного часів і являє собою комплекс заходів, які проводяться з метою поновлення готовності транспортних засобів, техніки і особливого складу формувань ЦЗ до виконання завдань в осередках ураження та підготовки об'єктів до продовження виробничої діяльності [22].

Спеціальна обробка передбачає знезаражування різних поверхонь і санітарну обробку особового складу формувань і населення.

Знезаражування транспортних засобів і техніки проводиться на станціях знезаражування транспорту (СЗТ), які функціонують на підприємствах автосервісу.

Санітарна обробка особового складу формувань ЦЗ і населення проводиться у санітарно-обмивочних пунктах (СОП), які утворюються на базі лазні, душових, а також на спеціальних обмивочних площадках.

В тих випадках, коли формування ЦЗ діють сумісно з підрозділами військових частин ЦЗ, спеціальна обробка може проводитись на пунктах спеціальної обробки (ПуСО), які є в кожній військовій частині.

Знезаражування - виконання робіт по дезактивації, дегазації та дезінфекції зараженої поверхні.

Дезактивація - вилучення радіоактивних речовин з зараженої поверхні транспортних засобів, техніки, будинків і споруд, території, одягу, ЗІЗ, води, продуктів.

Дегазація - перетворення отруйних речовин в нетоксичні продукти та усунення їх з зараженої поверхні з метою зниження зараження до допустимих норм. Дегазацію транспортних засобів здійснюють шляхом обробки дегазуючим розчином №1 (5% розчину гексахлормеламіну або 10% розчину діхлораміну в дихлоретані) чи №2 (водний розчин, що містить 2% їдкого натру, 5%

моноетаноламіну і 20% аміаку) за допомогою технічних засобів дегазації або протиранням ганчіркою чи щіткою, змоченою у розчині.

Способи дезактивації техніки і транспорту:

- змивання радіоактивних речовин розчинами для дезактивації, водою і розчинниками з одночасною обробкою зараженої поверхні щітками дегазаційних машин і приборів дозволяє знизити зараженість у 50-80 разів;

- змивання радіоактивних речовин струменем води під тиском дозволяє знизити зараженість в 20 разів;

- видалення радіоактивних речовин обтиранням заражених поверхонь ганчірками змоченими розчинами для дезактивації, водою або розчинниками (використовується в основному для внутрішніх поверхонь транспорту);

- замітання (змивання) радіоактивного пилу віниками, щітками та іншими підручними засобами(використовується в основному при проведенні часткової дезактивації);

- видалення радіоактивного пилу методом відсмоктування пилу (здійснюється за допомогою спеціальних комплектів).

4.5.2 Розрахунок характеристик пункту спеціальної обробки

Кількість естакад необхідних для миття автомобілів:

$$N_e = (H \cdot t_{en}) / 60, \quad (4.7)$$

де $H = 26$ авт./год. - інтенсивність руху автомобілів; $t_{en} = 13$ хв. - час, який витрачається на миття одного автомобіля.

$$N_e = (26 \cdot 13) / 60 = 5,6 \approx 6 \text{ шт.}$$

Тому, для ефективної роботи пункту спеціальної обробки, приймаємо кількість естакад $N_e = 7$.

Необхідна кількість постів для прибирання:

$$N'_{np} = (H \cdot t) / 60, \quad (4.8)$$

де $t = 10$ хв. - час витрачений на прибирання одного автомобіля.

$$N'_{np} = (26 \cdot 10) / 60 = 4,3 = 5 \text{ шт.}$$

Приймаємо 5 постів.

Кількість обслуговуючого персоналу:

$$N_q = \sum N_{np} \cdot 2 + 2, \quad (4.9)$$

де N_{np} - кількість прибирально-мийних постів; 2 - кількість чоловік на кожному посту; 2 - кількість чоловік на дозиметричному контролі.

$$N_q = 11 \cdot 2 + 2 = 24 \text{ чол.}$$

4.5.3 Організація і розробка ПуСО на ділянці дороги Вінниця - Бар

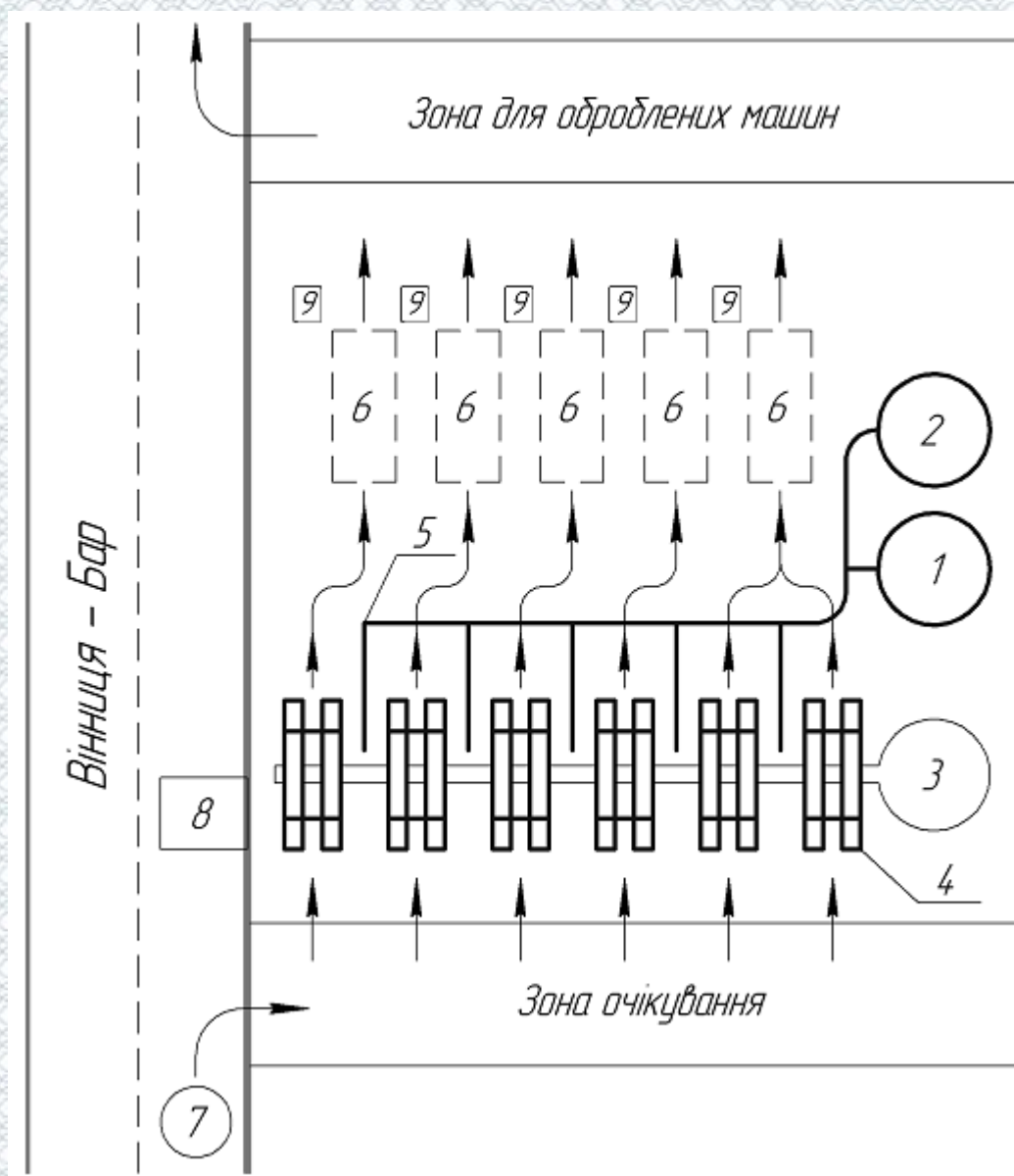
Пункт спеціальної обробки буде розташований на ділянці дороги Вінниця - Бар, а саме біля с. Людавка. За рахунок такого розташування пункту є можливість підзарядки акумуляторних станцій і постачання продовольства, а також існують великі запаси води.

Пункт спеціальної обробки зображений на рис. 4.1.

На пункті дозиметричного контролю визначається ступінь забруднення автомобіля. Потім автомобіль надходить на естакаду, де проводяться мийні роботи та мастила і надходить на другий пост. На другому пості проводиться дезактивація з використанням миючих розчинів. Далі автомобіль проходить дозиметричний контроль, і вирушає далі в дорогу.

В якості дезактивуючого розчину приймаємо водний розчин, що містить 0,15% порошку СФ-2У (на 100л води = 150 г порошку). Норма витрати 3 л/м². Для

приготування водного розчину СФ-2У в ємність заливається вода і засипається малими порціями розрахункову кількість порошку СФ-2У. Суміш перемішується протягом 5 хв.



1 – цистерна з водою; 2 – цистерна з препаратом для дезактивації; 3 – колодязь для відпрацьованої води; 4 – естакади; 5 – підвід води та розчину для дезактивації; 6 – пости для прибирання; 7 – пункт дозиметричного контролю; 8 – блокпост; 9 – дозиметрист.

Рисунок 4.1 – Пункт спеціальної обробки автомобілів

Необхідний об'єм запасу дезактивууючого розчину на годину для проведення дезактивації на пункті спеціальної обробки:

$$V = q \cdot S \cdot N, \quad (4.10)$$

де $q = 3 \text{ л/м}^2$ - норма витрат дезактивууючого розчину; $S = 21 \text{ м}^2$ - площа поверхні одного автомобіля, що підлягає дезактивації; $N = 26 \text{ авт./год.}$ - кількість автомобілів за годину.

$$V = 3 \cdot 21 \cdot 26 = 1638 \text{ л/год.}$$

Розрахуємо запас дезактивууючого розчину на добу:

$$V_d = V \cdot 24, \quad (4.11)$$

$$V_d = 1638 \cdot 24 = 39312 \text{ л/добу.}$$

Розрахуємо запас порошку СФ-2У для приготування дезактивууючого розчину. Оскільки витрата порошку на 100 л води - 150 г, то знайдемо необхідний запас порошку для розведення:

$$P_n = V_d \cdot 150/100, \quad (4.12)$$

$$P_n = 39312 \cdot 150/100 = 58968 \text{ г.} \approx 59 \text{ кг.}$$

Даний порошок розфасовується в упаковки по 400 г, тому на добу необхідно 148 упаковок.

Транспортні засоби дезактивуються змиванням розчиненої речовини струменем води, очищенням забруднених поверхонь, вузлів і агрегатів миючими засобами СФ-2У. При дезактивації металевих, гумових та пластмасових деталей змивають струменем води під тиском близько 20 кПа з відстані 3м.

Отже, було організовано пункт спеціальної обробки для дезактивації транспортних засобів від шкідливих речовин в умовах надзвичайних ситуацій мирного часу. Пункт спеціальної обробки потрібен для дезактивації людей та транспорту, які потрапили під дію радіоактивного опромінення. Організація такого пункту здійснюється на спеціально відведеній території де розміщені всі необхідні

для цього елементи. ПуСО складається з брудної та чистої зон. В брудній зоні проводять дозиметричний контроль і всі роботи по дезактивації, а в чистій – повторний дозиметричний контроль, після якого автомобіль можна пропустити для подальшого руху.

Для нормальної роботи потрібно 24 робітників, 6 пунктів дозиметричного контролю, 6 естакад, цистерна з водою, 5 пунктів прибиральних робіт.

Згідно із розрахунками, для повного знезараження на даній ділянці траси з інтенсивністю руху 26 автомобілів за годину, на території ПуСО мають бути розташовані 6 автомобільних естакад, визначено, що запас водного розчину 39312 л/добу, а необхідний запас порошку СФ-2У на один день складає 59 кг.

4.6 Висновки до розділу 4

У даному розділі були розглянуті основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Було проведено аналіз праці робітників технічні рішення з виробничої санітарії, а саме було проаналізовано мікроклімат та склад повітря, оцінено освітлення, шум та вібрацію робочої зони.

Було прийнято технічні рішення з пожежної безпеки. Для цього було проаналізовано виробниче приміщення та будівля, і на основі цих значень були прийняті рішення щодо запобігання пожежі та протипожежних засобів.

Було організовано пункт спеціальної обробки для дезактивації транспортних засобів від шкідливих речовин на ділянці траси Вінниця – Бар в умовах надзвичайних ситуацій мирного часу. Пункт спеціальної обробки було вирішено розташувати, саме біля с. Людавка, оскільки за рахунок такого розташування пункту є можливість підзарядки акумуляторних станцій і постачання продовольства, а також існують великі запаси води.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз дорожньо-транспортної аварійності на автомобільному транспорті показує, що причиною понад 10% від усієї кількості ДТП, що сталися внаслідок поломок, є несправність рульового керування та підвіски автомобіля.

2. Визначено фактори, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів. Аналіз факторів показав, що найбільший вплив на керованість і стійкість транспортних засобів здійснює технічний стан їх рульового керування та передньої підвіски.

3. Забезпечення працездатності передньої підвіски та рульового керування транспортних засобів можливе за рахунок оптимізації періодичності технічних впливів по фактичному стану.

4. Досліджено закономірності зміни технічного стану передньої підвіски і рульового керування автобусів Богдан А70132, які призводять до порушення кутів встановлення коліс, перекосів і зсувів передньої і задньої осей, збільшення люфтів в рульовому керуванні. Встановлено, що в якості комплексного параметра, який в найбільшій мірі характеризує стійкість і керованість автотранспортного засобу, є «увод», що характеризує відхилення руху від заданої траєкторії. Для його встановлення розроблено схему визначення «уводу» автобуса від траєкторії.

5. Розроблено алгоритм пошуку несправностей в передній підвісці і рульовому керуванні автобусів, який дозволяє оптимізувати кількість контрольно-діагностичних і ремонтно-регулювальних операцій і забезпечує їх виконання з найменшим коефіцієнтом повтору, що значно скорочує витрати на виявлення, локалізацію та виправлення несправностей. Обумовлена оптимальна періодичність контролю елементів передньої підвіски і рульового керування автобусів, яка становить 4 тис. км пробігу.

6. Розраховано економічний ефект від впровадження запропонованих заходів по забезпеченню працездатності передньої підвіски та рульового керування автобусів. Економічний ефект досягається за рахунок зменшення витрат на ТО і

ремонт, та для автобусів Богдан А70132 комунального підприємства «Вінницька транспортна компанія» склав 8767 грн. (зменшення витрат на 20%).

7. Розглянуто основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Проведено аналіз праці робітників, прийнято технічні рішення з виробничої санітарії та технічні рішення з пожежної безпеки. Для цього було проаналізовано виробниче приміщення та будівля, і на основі цих значень були прийняті рішення щодо запобігання пожежі та протипожежних засобів. Було організовано пункт спеціальної обробки для дезактивації транспортних засобів від шкідливих речовин.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сафронюк М.А. Обґрунтування оптимальної періодичності діагностування передньої підвіски і рульового керування автобусів // М.А. Сафронюк Д.О. Галушак / Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи: Матеріали всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців. – ВНТУ, 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2020/schedConf/presentations>
2. Вінницький трамвай. [Електронний ресурс]: Транспортний сайт міста Вінниця. – Режим доступу: <http://depo.vn.ua/novosti/vttu/nezabarom-rozbochne-pratsyuvati-novii-avtobusnii-park>
3. Міністерство інфраструктури України [Електронний ресурс]: Статистичні дані по галузі автомобільного транспорту. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/content/statistichni-dani-po-galuzi-avtomobilnogo-transportu.html>
4. Галушак Д.О. Аналіз факторів, що впливають на керованість і стійкість транспортних засобів / Д.О. Галушак, Д.М. Кріпаков // Науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ. Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2019/paper/view/7076/5917>
5. Аринин И.Н. Диагностирование технического состояния автомобиля.-М: Транспорт, 1978; - 176 с.
6. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / 2-е изд., перераб. и под.М.: Транспорт, 1983.-488с.
7. Крамаренко Г.В. Техническая эксплуатация автомобилей.-М.: Транспорт, 1972.-440С.
8. Кузнецов Е.С. Теоретические и нормативные основы технической эксплуатации сервиса автомобилей: тех. состояние и методы обеспечения работоспособности автомобилей. МАДИ ТУ-М, 2000.-56с.
9. Законодавство України. [Електронний ресурс]: Про затвердження Технічного регламенту з технічного обслуговування і ремонту колісних

транспортних засобів. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/643-2013-%D0%BF>

10. Грабар І. Г. Основи надійності машин: Навчальний посібник. - Житомир: ЖГП, 1998. - 298 с.
11. Мырочкин, А. В. Анализ факторов, влияющих на устойчивость и управляемость автобуса / А. В. Мырочкин, Ю. В. Баженов // Вестник МАДИ. – вып. 4 (19). – 2009. – С. 14–17.
12. Мырочкин, А. В. Система работоспособности передней подвески и рулевого управления / А. В. Мырочкин, Ю. В. Баженов // LAP Lambert Academic Publishing, 2011. – 196 с.
13. "Авто-рессора". [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avto-ressora.com.ua/p258834068-nakonechnik-rulevoj-levyj.html>
14. Руководство по эксплуатации и ремонту автобусов Богдан с дизельными двигателями Isuzu объемом 4,4/4,6/4,8 л. // Монолит, 2009. – 375 с.
15. Колеснік І.В. Аналіз існуючих методів діагностування рульового управління з гідро підсилювачем / І.В. Колеснік // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 156 – С. 314 – 319.
16. Сахно В.П. До визначення показників маневреності та стійкості руху автобусів великого класу / В.П. Сахно, О.А. Веремчук, О.В. Григорашенко, А.В. Лагошина // Автошляховик України. – 2007. – № 10. – С. 130 – 133.
- Сахно В. П. До аналізу впливу конструкції підвіски автотранспортного засобу на кути встановлення мостів причіпної техніки / В. П. Сахно, В. М. Поляков, О. М. Тімков, М. І. Файчук // Автошляховик України: Науково-виробничий журнал. – № 5 (241). – 2014. – С. 8-14.
17. Systems for the safety of commercial vehicles of today and tomorrow / WABCO. – Hannover, 2002. 15 p.
18. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. Наказ МНС України від. 09.07.2012 року № 964. Держгірпромнагляд, 2012.-110 с.
19. Сивко В.Й. Розрахунки з охорони праці / В.Й. Сивко. Житомир: ЖІТІ 2001. – 152 с.

20. Закон України. Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. № 1809-III від. 08.06. 2000 року.

21. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.; «Основа». 2011. – 551 с.

22. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. - 2-ге вид., перероб. Київ: Видавництво Знання, 2010. - 487 с.

23. Бикова О.В. Основи цивільного захисту / О.В. Бикова, О.Ч. Болієв, Д.М. Деревинський та ін. - Л.: НВБД УАД, 2008. - 211 с.





ДОДАТКИ