

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій,
мехатроніки і робототехніки**
Кафедра автомобілів і транспортних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської роботи
освітнього ступеня
магістр

Галузь знань 27 – «Транспорт»
Спеціальність 274 – «Автомобільний транспорт»

на тему: «Підвищення експлуатаційної надійності підвіски міського
автобусу в умовах експлуатації»

Виконав: студент групи ЗАГ-23м

Денис МАКАРЧУК

Керівник:

к.т.н. Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Завідувач кафедри:

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

Рецензент:

Дмитро Рубан

Житомир – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і
робототехніки

Кафедра: автомобілів та транспортних технологій

Освітній ступінь: «магістр»

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 – «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри А і ТТ

Володимир
ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

«06» 11 2024р.

З А В Д А Н Н Я

до магістерської роботи освітнього ступеня магістр
Макарчука Дениса

1.Тема роботи: «Підвищення експлуатаційної надійності підвіски міського автобусу в умовах експлуатації» затверджена наказом вищого навчального закладу від «06» жовтня 2024 року № 236-С

Керівник роботи: к.т.н. Володимир Шумляківський

2. Строк подання студентом завершеної роботи 25.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: нормативно-правові документи, аналіз вітчизняних та зарубіжних літературних джерел, характеристики автобусів КП ЖТТУ міської ради.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1. Загально-технічний розділ. 2. Технологічний розділ. 3. Конструкторський розділ. 4. Науково-дослідний розділ. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, 6. Загальні висновки до магістерської роботи, 7. Список використаних джерел.

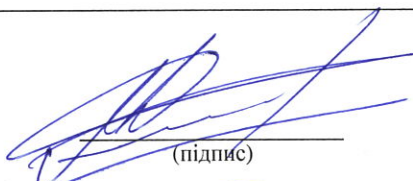
5. Пояснювально - роздавальний матеріал (презентація) – 15 слайдів.

Дата видачі завдання «06» 10 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/ п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів	Примітка
1.	Загально-технічний розділ	01.11.2024	✓
2.	Технологічний розділ	07.11.2024	✓
3.	Конструкторський розділ	14.11.2024	✓
4.	Науково-дослідний розділ	21.11.2024	✓
5.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	28.11.2024	✓
6.	Оформлення графічної частини	06.12.2024	✓
7.	Оформлення пояснювальної записки	20.12.2024	✓
8.	Рецензування	23.12.2024	✓
9.	Попередній захист	24.12.2024	✓
10	Захист	до 31.12.2024	✓

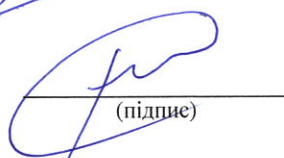
Студент



(підпис)

Денис МАКАРЧУК

Керівник роботи



(підпис)

Володимир ШУМЛЯКІВСЬКИЙ

РЕФЕРАТ

Магістерська робота присвячена дослідженню причин пошкодження підвіски автобусів КП «Житомирське трамвайно-тролейбусне управління» Житомирської міської ради в процесі експлуатації на маршрутній мережі громадського транспорту. Основною метою магістерської атестаційної роботи є розробка заходів з підвищення експлуатаційної надійності підвісок автобуса при експлуатації в мережі громадського транспорту міста Житомира. Перший розділ магістерської роботи присвячений аналізу та характеристиці автотранспортного підприємства, а також проаналізовано основні причини зношування ходової частини автобуса та проведено обґрунтування теми дослідження магістерської роботи.

У технологічному розділі проведено розрахунки програми з ТО і ПР, визначено коефіцієнт технічної готовності та коефіцієнт використання автомобілів, визначено річний пробіг всього парку. Проведено розрахунки річних обсягів робіт по технічному обслуговуванню, діагностиці, поточного ремонту автобусів, визначено річний обсяг допоміжних робіт, а також річний обсяг робіт по самообслуговуванню комунального підприємства. Зроблено розрахунки чисельності виробничих робітників. Також прораховано площі зони зберігання автобусів, допоміжних приміщень та ділянок. Проведено дослідження експлуатаційної надійності та довговічності відремонтованих пневматичних підвісок автобуса.

Такі питання, як охорона праці, безпека життя та охорона навколишнього середовища, висвітлені у відповідних розділах.

Зміст

РЕФЕРАТ	4
Вступ	6
1.1. Огляд публікацій за темою дослідження.	9
1.2 Характеристика комунального підприємства.....	15
1.3 Причини зношування ходової частини	15
1.4 Аналіз роботи автобусів	16
Висновки за розділом 1.....	18
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Вихідні дані для розрахунків	19
2.2 Вихідні дані, прийняті по нормативній літературі	20
2.3. Характеристик автобусу МАЗ 206086.....	21
2.4.1. Задня підвіска	25
2.4.2. Технічне обслуговування задньої підвіски.....	27
2.4.3. Перевірка встановлення мосту.....	28
2.4.4. Передня підвіска автобуса.....	30
Висновки до розділу 2	35
3. РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПІДВІСКИ	36
3.1. Датчики навантаження на вісь.....	36
Висновок до розділу 3.....	38
4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	39
Стенд для дослідження динаміки підвіски транспортних засобів.	39
4.2 Розробка функціонально-фізичної схеми технічної пропозиції.	43
4.3. Опис технічної пропозиції.....	43
4.4. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами	44
4.5. Визначення ремонтоздатності автобуса.....	45
Висновок до розділу 4.....	52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
5.1 Інженерні рішення для забезпечення роботи працівників в цеху на ділянці	54
6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	56
7. Список використаних джерел:	60

Вступ

Міський громадський транспорт відіграє особливу роль у задоволенні виробничих та соціальних потреб мешканців громади.

У свою чергу, він є невід'ємною частиною єдиної транспортної системи і займає в ній важливе місце. Основним завданням міського громадського транспорту є якісне задоволення потреб з транспортування населення. Організація міських автобусних перевезень - одне з головних завдань. Рациональна транспортна мережа дозволяє забезпечити стабільну життєздатність сучасних міст, розподілити перевезення між різними видами транспорту.

Ролі кожного виду повинні базуватися на таких вимогах:

- забезпечити найнижчі експлуатаційні витрати;
- якісне обслуговування пасажирів.

Аналіз роботи компаній, що займаються пасажирськими перевезеннями, демонструє, що у міському громадському транспорті існують певні проблематики. Однією з цих проблем є фізична застарілість парку та відсутність якісної матеріально-технічної бази для ремонту та обслуговування транспортних засобів.

Забезпечення транспортних засобів хорошим технічним умовам значною мірою залежить від рівня технологічного рівня підприємства, до якої належать будівлі, споруди, технологічне обладнання, інструменти, що призначені для обслуговування та ремонту автобусів.

На даний час процес технічного обслуговування та ремонту рухомого складу комунального підприємства «Житомирське трамвайно-тролейбусне управління» міської ради не відповідає повноцінно вимогам науково-технологічного процесу. Для поліпшення конструкції транспортних засобів потрібно модернізувати виробничі дільниці, робочі станції та оснастити їх новим технічним обладнанням.

Дефекти існуючого технологічного потоку та обмеженість у технологічному обладнанні призвели до порушень технічної дисципліни, низької якості роботи, і як наслідок, передчасного виникнення відмов у роботі рухомого складу автобусів. Однак слід пам'ятати, що побудова добре розвиненої виробничо-технологічної бази вимагає більших фінансових витрат. Тому процес з оновлення обладнання та технологій повинен продовжуватися.

Основою для формування управління технологічним процесом роботи зупинкових комплексів (далі - ЗК) міського громадського транспорту (МГТ) є виділення контуру адаптаційного циклу оптимізаційно-конструктивних дій, опис аналітики переходу його функціонального стану та імітаційне моделювання процесу функціонування зупинних пунктів (ЗП) для різних значень вхідного транспортного потоку. Метою оперативного управління роботою є встановлення раціональної тривалості простою автобусів в зупинних пунктах, як одного з дієвих механізмів синхронізації посадки та висадки пасажирів. Встановлення простою спрямоване на створення відповідних умов синхронізації часу одночасного знаходження транспортних засобів (ТЗ) автобусних маршрутів між якими здійснюється посадка/висадка/пересадка пасажирів. Основним суб'єктами взаємодії виступають ТЗ, що прибувають до ЗП. Потік суб'єктів характеризується інтервалом прибуття та сукупністю параметрів, що визначають час простою транспортних засобів у ЗП. Стабілізація інтервалу прибуття транспортних засобів ґрунтується на умовах створення безперешкодних умов їх руху по ділянкам вулично-дорожньої мережі де проходять траси маршрутів. Час простою транспортних засобів в зупинних пунктах визначається тривалістю основних технологічних операцій пов'язаних з забезпеченням посадки/висадки/пересадки пасажирів.

Мета роботи - підвищення експлуатаційної надійності підвіски міського автобусу.

Об'єкт дослідження- взаємодія підвіски маршрутного автобуса з нерівною дорогою в умовах експлуатації.

Предмет дослідження – забезпечення експлуатаційної надійності підвіски міського автобусу.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні завдання:

- Аналіз досліджень по визначенню довговічності та раціональних термінів експлуатації автобусів;
- Аналіз роботи автобусів на маршрутах МПТ;
- Аналіз конструкції підвіски автобусу МАЗ 206086;
- Аналіз технічного обслуговування підвіски й причини її несправності;
- Аналіз методів діагностики підвіски МАЗ 206086;
- Надати рекомендації щодо підвищення експлуатаційної надійності підвіски автобусів.

Ключові слова: *автобус, міські пасажирські перевезення, громадський транспорт, вулично-шляхова мережа, умови експлуатації, безпека дорожнього руху.*

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Огляд публікацій за темою дослідження.

Відповідно до «Транспортної стратегії України на період до 2030 року» [1] заплановане поетапне оновлення автобусних парків з метою оптимізації перевезень пасажирів. Починаючи з 2021 року суб'єкти господарювання закупають нові або імпортують якісні автобуси високої пасажиромісткості, пояснюючи швидшою окупністю та тривалішим терміном експлуатації (від 1 року до 3 років). Крім того термін дії отриманих тендерів на перевезення пасажирів не перевищує 5 років. І як результат інвестиції у автобусний парк іноді можуть і не окупитись. Автобуси відповідно продовжують старіти та стають об'єктом підвищеної небезпеки як для пасажирів, так і для всього оточення.

За даними Міністерства інфраструктури в Україні близько 62 % від загальної кількості автобусів відповідають усім нормам безпеки для перевезення пасажирів, дані якого базуються тільки на візуальних методах контролю.

При перекиданні автобуса згідно Правил ЄЕК ООН № 66 [3] визначається відповідність автобуса до вимог пасивної безпеки (ПБ). Однак на етапі проєктування (ЕП) доцільним буде проведення імітаційного моделювання (ІМ), що значно дешевше руйнування нового автобуса. В роботі [4] показано, що належне технічне обслуговування кузова автобуса забезпечує довготривалу і надійну роботу автобуса в цілому. Однак у даній роботі не вказано, що своєчасне виявлення осередків корозії та втомного руйнування також дозволить підвищити ресурс кузова автобуса (РКА). Через 8–10 років експлуатації автобусів структурна корозія унеможлиблює подальшу експлуатацію, тому такі автобуси потребують відновлювальних ремонтів (ВР). У роботі [5] доведено, що збитки від корозійних пошкоджень суттєво зменшують ефективність автобусних перевезень. Тому під час довговічності кузовів автобусів потрібно враховувати інтенсивність корозії елементів каркасу кузова. Авторами [6] запропоновано використання нержавіючих сталей у конструкціях автобусів, що

може значно підвищити довговічність. Однак використання нержавіючих сталей збільшує вагу автобусів та їх вартість (на кшталт VOLVO). У роботі [7] проведено визначення втомної міцності поздовжніх балок автомобільних рам під час циклічних навантажень, що є важливим при визначенні довговічності кузова автобуса на рамному шасі. В роботі [8] підтверджено, що експлуатація автобусів супроводжується постійними перенавантаженнями, що призводять до передчасних пошкоджень елементів каркасу кузова та елементів підвісок, особливо при перевезенні пасажирів у автобусах громадського транспорту типу low-entry. Незважаючи на вище вказані недоліки низькопідлогових конструкцій, автобуси такого типу набули широкого розповсюдження та зручні для перевезення пасажирів громадського транспорту [9, 10]. Тому проблема визначення довговічності кузовів та підвісок автобусів громадського транспорту актуальна для суттєвої частки перевізників та заводів-виробників. Існує також методологія прогнозування завантаження автобусів пасажирями [11], однак вона не дозволяє визначити довговічність автобусів максимально наближено до реалій експлуатації.

В роботі [12] описано прогнозування довговічності важеля підвіски легкового автомобіля, що може бути також актуальним при прогнозуванні довговічності елементів каркасу кузова автобуса. Однак в цій моделі [12] також не враховане корозійне руйнування досліджуваної деталі. Натурні випробування автобусів на міцність та довговічність проводяться [13–15], однак такий спосіб потребує суттєвих матеріальних витрат.

В роботі [16] приділяється особлива увага безпеці руху транспортних засобів у місті при одночасному поєднанні великої кількості чинників та [16] проводиться прогнозування аварійних частот. Такі дослідження можна доповнити й чинниками впливу на ПБ перевезень пасажирів у місті. При вибракуванні автобусів громадського транспорту, що не будуть відповідати вимогам ПБ, важливим буде планування закупівель автобусів аналогічно пропозиціям авторів [17]. Враховуючи те що на автобусах громадського транспорту в основному використовуються пневматичні підвіски, то

оптимізація параметрів підвіски дозволить покращити плавність ходу автобуса. Такі методи оптимізації запропоновані авторами [18] шляхом оптимізації роботи пневматичної підвіски електронним куруванням. Така оптимізація [18] призведе до менших вібронавантажень на кузов автобуса та забезпечить його більшу довговічність. Це, в свою чергу, забезпечить більш довготривалу відповідність автобуса вимогам пасивної безпеки. У роботі [19] проведено огляд методів дослідження дорожнього покриття. Такі методи [20] можуть знадобитися при дослідженні впливу дорожнього покриття. Якість дорожнього покриття (мікропрофіль) безпосередньо впливає на рух та його відповідність вимогам пасивної безпеки. Питання щодо пасивної безпеки транспортного засобу можна розглядати і по іншому – запобігати його перекиданню з використанням інтелектуальних систем. Такий підхід запропоновано авторами [21] при русі вантажного автомобіля в місті із застосуванням вмонтованої інтелектуальної системи. Однак пасивна безпека та її постійна відповідність під час всього терміну експлуатації автобуса повинна враховуватись, у першу чергу [22]. Авторами [23] поставлено питання щодо доцільності перевірки відповідності пасивної безпеки громадського транспорту за допомогою чисельних методів замість натурного експерименту. Проведено порівняння результатів натурного експерименту. Автори [23] своїми дослідженнями підтвердили право на існування методів з використанням перевірки автобусів на їх відповідність Правилам . Однак дане дослідження [23] стосується тільки нових автобусів та не враховує деградацію матеріалу в процесі експлуатації.

В роботі [24] показано, яким чином Архиповим В. А. проведено розробку методів прогнозування ресурсу автомобільних агрегатів на етапі їх ремонту із заданою точністю та достовірністю на прикладі задніх мостів. Виявлені складові частини, що характеризують надійність задніх мостів, конструктивнотехнологічні фактори, що визначають якість їх ремонту. Експериментально встановлена модель, що характеризує залежність ресурсу заднього моста від можливих факторів впливу. Також слід відзначити, що деякі моделі міських автобусів «Богдан» потерпають передчасним виходом із ладу

головних 59 передач. Тому такі дослідження можуть бути корисними при прогнозуванні ресурсу і задніх мостів автобусів.

Н. В. Поживилов [24] пропонує методику, яка дозволяє визначити оптимальний термін служби автобуса особливо малого класу, який отримується в лізинг, на підприємствах, що займаються регулярними пасажирськими перевезеннями в умовах мегаполісу, з урахуванням впливу сходження з маршруту і простоїв рухомого складу для проходження технічного обслуговування і виконання ремонту в АТП. При цьому враховується фінансова сторона питання, однак ніхто не враховує довговічність кузова та інших складових.

У статті [24] можна ознайомитись з методами визначення оптимальних термінів експлуатації автомобілів та інших машин, що базуються на наукових роботах О. В. Васильєва, Р. М. Петухова, А. І. Селиванова, А. М. Трикова, М. Ф. Фролова, А. С. Гальперина, С. Е. Канторера, Н. С. Сачко, В. В. Новожилова, В. М. Рогожкина та ін. Методи визначення оптимальних термінів експлуатації відрізняються між собою вибором критерію оптимальності і принципами, використаними при рішенні різних завдань. Тут для визначення оптимальних термінів служби застосовують статистичні, аналітичні, графічні, графоаналітичні та інші методи. Графічний метод був запропонований інженером О. В. Васильєвим [24]. Цей метод дозволяє визначити терміни експлуатації техніки на основі вивчення впливу термінів експлуатації на величину амортизаційних відрахувань, а також на величину витрат на поточний і ВР. Метод визначення оптимальних термінів експлуатації по матеріальному зносу розробив А. І. Селиванов. Ним запропонована універсальна аналітична залежність між прогресивно зростаючими експлуатаційними витратами і терміном служби [24].

Метод визначення терміну служби, запропонований Р. М. Петуховим, описаний у статті [24], полягає в пропозиції встановлювати такі терміни служби машин, при яких задоволення потреб народного господарства за цей плановий період у послугах машин цього призначення забезпечувалося б при

мінімальних приведених витратах, що припадають на одиницю виконаної роботи або продукції. З урахуванням визначальних чинників задаються різні терміни служби машин і на основі розрахунків за обумовленим критерієм (мінімум приведених витрат) встановлюються найбільш доцільні терміни на окремих етапах розрахункового періоду. Такий метод може бути використаний при перспективному плануванні для розрахунку виробництва нових машин і потреби в запасних частинах; розрахунках потреби в ВР; розрахунках фактичних поточних витрат і капітальних вкладень за рік; встановленні вікової структури парку автобусів у поточному році планового періоду.

Монгушом С. Ч. в роботі [24] описана методика визначення оптимальних термінів експлуатації при агрегатно-вузловому методі ремонту. Згідно цієї методики оптимальний термін експлуатації буде до настання потреби в ВР кожного окремого агрегату або вузла. Оптимальний термін експлуатації кратний цілому числу періодів між ВР одного з агрегатів або вузлів, що становлять машину. При агрегатно-вузловому методі ремонту визначаються величини питомих приведених витрат для кожного можливого варіанту терміну експлуатації, що співпадає з моментом виникнення потреби в проведенні ВР окремого агрегату або вузла машини. Це призводить до зростання числа можливих варіантів розрахунку оптимального терміну експлуатації. У роботах [49, 50] запропоновано дистанційне прогнозування технічного стану транспортних засобів, що стає можливим при використанні сучасних засобів моніторингу рухомого складу.

Ресурсні характеристики із збільшенням пробігу погіршуються. При пробігу в інтервалі 400–500 тис. км приблизно в три рази зменшилось напруження на відмову, приблизно в шість разів зросли витрати на ремонт та майже в три рази зросли витрати від простоїв у ремонті та ТО. Отже, при зростанні термінів експлуатації відслідковується динаміка зростання витрат та зменшення надійності автобуса в цілому. Ці дані підтверджують те, що протягом життєвого циклу автобусів постійно збільшуються витрати на експлуатацію, зростає кількість простоїв, погіршуються показники надійності,

що, в свою чергу, впливає і на ПБ. Тож з вище сказаного впливає наступне. По-перше, може наступити такий момент, що експлуатація автобуса, враховуючи затрати на ремонт та збитки від простоїв, буде економічно не вигідною. По-друге, у процесі експлуатації при погіршенні фізико-механічних властивостей матеріалу труб каркасу кузова автобуса наступить момент невідповідності щодо дотримання вимог ПБ згідно Правил ЄЕК ООН № 66.

На підставі аналізу літературних джерел ми сформуваємо структуру задачі керування властивостями підвіски автобусів (рис. 1). Впровадження нових проектних розробок, що формують початкові властивості підвіски, визначаються технічним завданням та відповідними конструкторськими рішеннями (див. рис. 1, блок I).

Збереження цих початкових властивостей в експлуатації можливе з використанням засобів контролю, профілактики та відновлення технічного стану підвіски (див. рис. 1, блок II).



Рис. 1. Структура задачі керування властивостями підвіски автобусів

Відновлення (ремонт) підвіски завжди залежить від однієї з важливих складових процесу технічної експлуатації – матеріального забезпечення. Тобто для збереження властивостей підвіски автобусів та її відновлення потрібно належно вирішувати питання матеріального забезпечення (див. рис. 1, блок III).

1.2 Характеристика комунального підприємства

Основним видом діяльності КП ЖТТУ є пасажирські перевезення на міських маршрутах. Ці маршрути з'єднують всі щільно населені мікрорайони з центром громади, лікарнями, виробництвами, навчальними закладами тощо. За контуром маршруту в містобудуванні їх поділяють на:

- діаметральні, що з'єднують, міста й проходять через центр;
- радіальні окраїни, що з'єднують, райони із центральною його частиною;
- напівдіаметральні, що з'єднують два міські райони і проходять через центр;
- кільцеві маршрути організують як у центральній частині міста, так і в окремих районах;
- тангенціальні окремі райони, що з'єднують, міста й не минаючи через центр.

Автобусний парк КП ЖТТУ складається з головної виробничо-технічної ділянки, закритої стоянки для зберігання автобусів і адміністративного корпусу. У виробничо-технічній ділянці розміщені виробничі цехи й ділянки, а також зони ЩО, ТО та ПР.

1.3 Причини зношування ходової частини

Розвиток різних галузей національної економіки України, особливо інтенсивний розвиток автомобільного транспорту, розширення міжнародних та міжміських перевезень вантажів та пасажирів та збільшення транспортних засобів, що використовуються державними установами та приватними особами. Але не забувайте, що зі збільшенням обсягів перевезень та кількості дорожнього руху в зв'язку з цим станції технічного обслуговування зобов'язані проводити діагностику та ремонт шасі автомобіля. Здебільшого в ДТП об'єктом ушкодження є кузов автомобіля і ходова частина. Потрібно звернутися до СТО за кваліфікованою допомогою, оскільки обслуговування шасі є відповідальною операцією, особливо в Україні, де час зносу найдовший. Діагностика вимагає ефективних методів кваліфікованих фахівців, яких неможливо досягти в невеликій гаражній майстерні. Експерти, які працюють на майданчику з ремонту шасі, повинні бути вчасно попереджені про зміну або вдосконалення конструкції шасі автомобіля.



Рис. 1. Пошкоджене асфальтобетонне покриття на зупинках громадського транспорту.

Багаторічний досвід експлуатації автомобілів показав, що аварії є не тільки причиною пошкодження автомобільного шасі, але також неправильною експлуатацією та якістю доріг, які в різних регіонах нашої країни відрізняються.

1.4 Аналіз роботи автобусів

Однак якісне технічне обслуговування не виключає можливості відмов шини. Аналіз файлу звіту "PP-8" показав, що під час роботи шини у 2019 році було виявлено 110 випадків відмов ліній та відмов, виявлених під час змін. При цьому по місці усунення вони були розподілені в такий спосіб: до 12% відмов виникало на лінії і усувалися без евакуації автобуса в парк, але порушували транспортний процес. До 65% виявлялися і усувалися в міжзмінний час автобуса і вони не впливали на транспортний процес. 3. До 23% відмов виявлялося, але не усувалися в міжзмінний час автобуса. Такі відмови викликали простої автобусів в зоні ТР за рахунок робочого часу. Вони впливали на транспортний процес і були характерні, як правило, для агрегатів і механізмів трансмісії автобуса.

З вищевикладеного добре видно, що несправності, які неможливо усунути під час зміни, призвели до зменшення досягнутих показників якості автобусів за рахунок скорочення робочого часу в мережі. Їх вплив на рівень впровадження показників якості автобусів сягає 23%.

Крім того, збір даних про складність усунення несправностей оператора у 2024 році показує, що несправності, які неможливо усунути під час змін, є найбільш трудомісткими та дорогими.



Рис. 2. Автобуси MAZ 206086



Рис. 3. Автобуси SCANIA OMNIBUS



Рис. 3. Автобуси MAN A21

Висновки за розділом 1

Фактичні умови експлуатації автобусів на маршрутах мережі громадського транспорту в місті Житомирі не відповідають вимогам виробника через незадовільний стан дорожнього покриття. Такі умови експлуатації негативно впливають на показник експлуатаційної надійності пневматичних підвісок міських автобусів і потребують розробки заходів з відновлення її технічно справного стану для якісного і безпечного надання послуг з перевезення пасажирів. Такий стан питання доводить що обрана тема дослідження є актуальною.

Для забезпечення технічно-справного стану автобусів потрібно провести коригування нормативів технічного обслуговування вузлів і агрегатів з урахуванням умов експлуатації.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для розрахунків

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

Напрямок роботи підприємства	Пасажирські перевезення
Середній пробіг за добу 1 автобусу, км	250
Кількість днів роботи, днів	365
Категорія умов експлуатації	3
Кліматична зона	помірна

Таблиця 2.2 - Обліковий состав парку по марках (моделям) автомобілів

Марка, модель автобусу	Кількість, од.	Середній пробіг за добу (L), км
МАЗ 206086	17	265
SCANIA OMNIBUS	12	250
MAN A21	5	240

Таблиця 2.3 - Кількість днів роботи підприємства в році

Дпс	Део	Дто-1	Дто-2	Дтр	Дцех
365	365	255	255	357	295

Середній час роботи автобуса на лінії- 10 годин.

Категорія умов експлуатації - місто на рівнинній місцевості, що має дороги з асфальтобетонним покриттям.

Таблиця 2.4 - Обліковий склад парку по марках і технічно сумісним групам

Моделі автобусів	Кількість на лінії	Пробіг всі автобуси за добу, км	Пробіг одного автобусу за добу, км	Тип палива
МАЗ 206086	12	3180	265	Дизель
SCANIA OMNIBUS	8	2000	250	Дизель
MAN A21	5	1200	240	Дизель

2.2 Вихідні дані, прийняті по нормативній літературі

Таблиця 2.5 – Нормативні дані

Марка, модель автобусу	Періодичність ТО, км		Трудовісткість, люд/год			Питома трудоісткість ТР на 1000 км пробігу, люд/год	Пробіг до КР, тис. км
	ТО-1	ТО-2	ЕО	ТЕ-1	ТЕ- 2		
МАЗ 206086	6000	15000	0,8	6,0	18,0	5,5	500
SCANIA OMNIBUS	5000	12500	1,0	7,5	32,0	7,0	150
MAN A21	7500	15000	0,9	7,2	29,0	6,5	300

Виробничу програму або кількість ремонтів (ТО) і ремонтів при проектуванні розраховуються аналітично за цикл за рік. У цьому випадку цикл представляє пробіг від початку експлуатації нового автомобіля до капітального ремонту (КР).

У кожному парку розрахунок плану проводиться для підгрупи марки рухомого складу, включаючи моделі та модифікації, близькі до циклічних та складних специфікацій ТО і ТР. У деяких випадках його можна розрахувати, виходячи із середнього значення початкових показників на даному автомобілі.

Вибирають та відрегулюють регулярний цикл технічного обслуговування та роблять його перед основним технічним обслуговуванням.

Виходячи з вихідних даних і керуючись (ОНТП-01-91), вибираємо коефіцієнти коректування нормативів. Стандартний коефіцієнт коригування: ДО - категорія умов експлуатації 1 ДО - модифікація рухомого складу 2 ДО - природно-кліматичні умови 3 ДО - число технологічно сумісного рухомого1 4 о складу ДО - умови зберігання рухомого складу. 5 Обрані значення коефіцієнтів, а також результуючий коефіцієнт зводимо в таблицю.

Таблиця 2.6 – Коефіцієнти коректування нормативів

Норматив	ДО1	ДО2	ДО3	ДО4	ДО5	Крез
Періодичність	0,9		0,9			0,81
Пробіг до КР	0,9	1,0	0,8			0,72
Трудомісткість ТР	1,1	1,0	1,2	1,0	1,0	1,32
ТОі		1,0			1,0	1,0
Розрахунок запасних частин	1,1	1,0	1,25			1,375

2.3. Характеристик автобусу МАЗ 206086

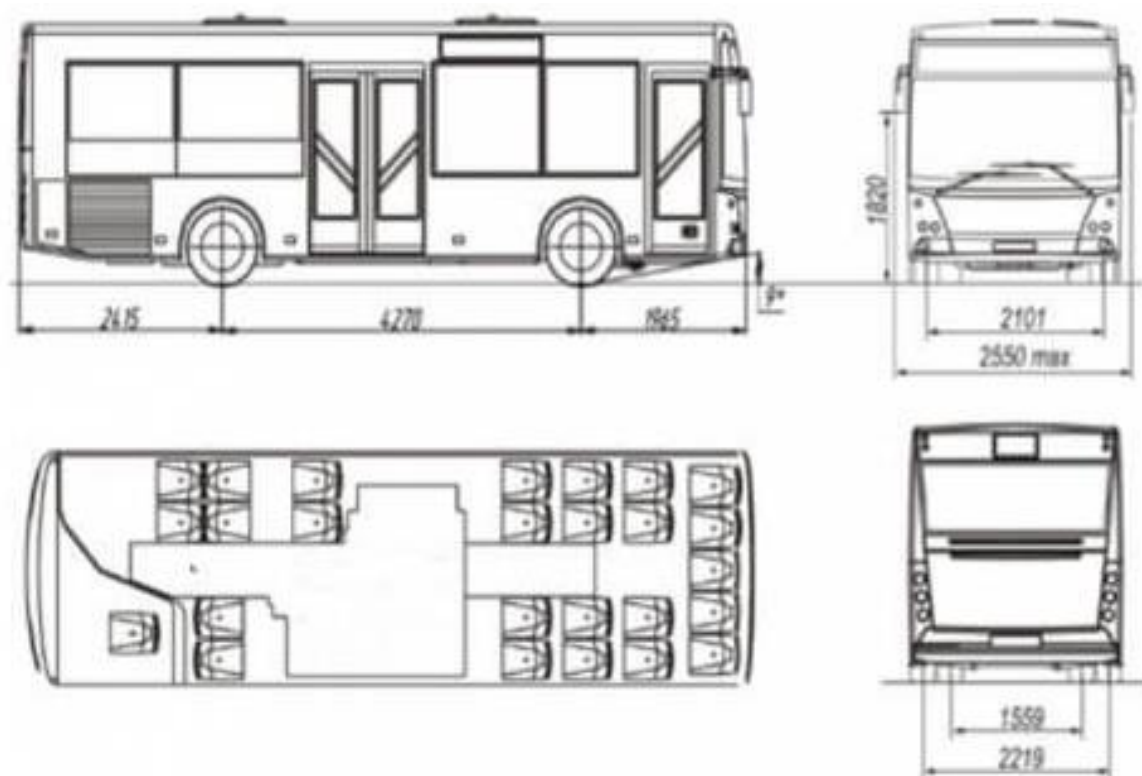


Рис. 2.3.1. Характеристика автобусу МАЗ 206086

Технічні характеристики автобусу МАЗ 206086

Колісна база, мм	4 270
Колісна формула	4x2
Габарити, мм (довжина/ширина/висота)	8800/2550/3020
Пасажиromісткість, осіб	72
Кількість місць для сидіння, шт	27
Модель двигуна	Mercedes-Benz OM 924 LA. V/2
Потужність двигуна, кВт (к. с.)	160 (218)
Екологічна норма	Євро-5
КПП	Allison T270w/Ret
Тип КПП	автоматична
Кількість передач вперед/назад	6
Размір шин	245/70 R19.5
Гальмівна система	пневматична, двоконтурна з поділом на контури по осях
ABS/ASR	+
Паливний бак, л	160

2.4. Конструкція підвіски автобусу МАЗ 206086

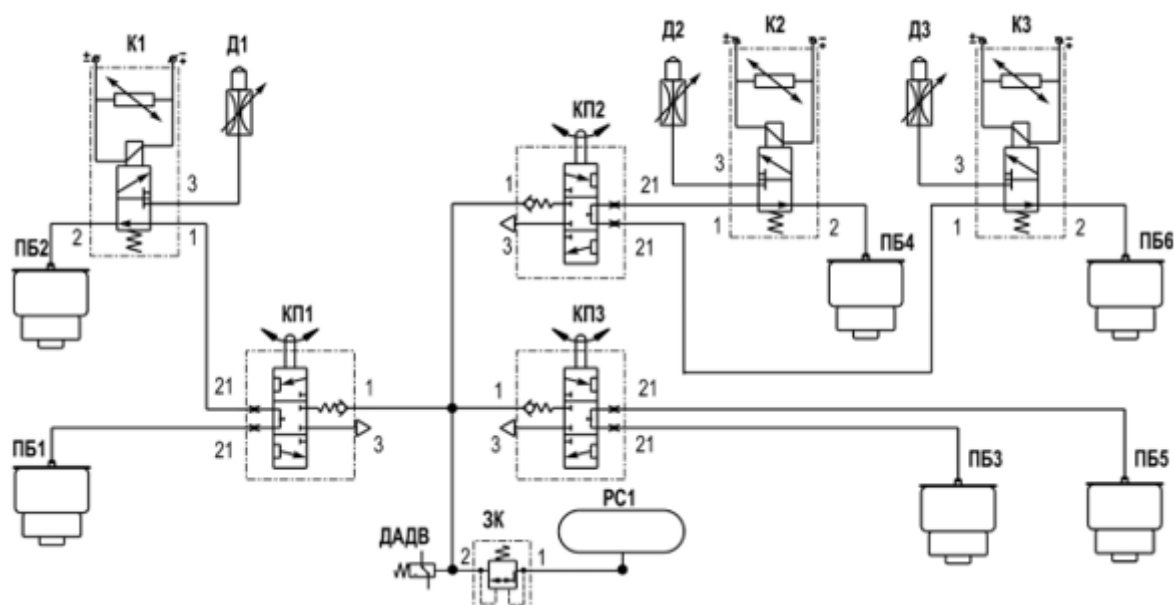


Рис. 2.4.1. Конструкція підвіски автобуса МАЗ 206086

Підвіска з'єднує кузов автобуса з провідним мостом та передньою віссю. Автобус обладнаний пневматичною підвіскою із системою нахилу кузова.

Принципова схема пневматичної підвіски автобуса МАЗ 206086 із системою нахилу кузова показана на рис. 2.4.1. Автобуси МАЗ 206086 системою нахилу кузова не обладнуються.

У нормальному положенні кузова автобуса стиснене повітря в крани рівня іола (КП1... КП3) надходить із ресивера підвіски та споживачів (РС1) через захисний клапан (ЗК). Захисний клапан забезпечує подачу повітря до кранів рівня підлоги після досягнення тиску в ресиверах близько 6 бар, а також збереження тиску в пневмобалонах підвіски (близько 5 бар) при падінні тиску в ресиверах.

Через крани рівня підлоги КП!...КПЗ стиснене повітря надходить у пневмобалони підвіски ПБ1...ПБ6. Крани рівня іола підтримують рівень підлоги незмінним.

Пневмопідвіска автобусів МАЗ 206086 обладнана системою нахилу кузова. При натисканні на нижнє плече кнопки нахилу кузова 6 електромагнітні клапани

К1...К3 роз'єднують крани рівня іолу та порожнини пневмобалонів і з'єднують порожнини пневмобалонів з атмосферою через дроселі Д1 ...Д3 - права сторона кузова опускається, при включенні системи нахилу кузова на РК-дисплеї загоряється символ 63 При натисканні на верхнє плече клапани роз'єднують порожнини пневмобалонів від атмосфери і з'єднують порожнини пневмобалонів з кранами рівня підлоги - кузов повертається у нормальне положення, після повернення кузова у нормальне положення символ 63 гасне.

При включеній системі нахилу кузова автоматично вмикається зупиночне гальмо.

При всіх вимірах та регулювання підвіски автобус повинен бути встановлений на рівній горизонтальній площадці. У пневматичній системі підвіски має бути номінальний тиск повітря. Шини повинні бути накачані до нормального тиску, кульові з'єднання кермових тяг та підшипники маточини не повинні мати люфтів. Передні колеса повинні бути виставлені в положення, що відповідає прямолінійному руху автобуса (колеса не повинні бути повернені).

2.4.1. Задня підвіска

Задня підвіска автобуса - залежна, пневматична на 4-х пневмобалонах із чотирма амортизаторами, двома кранами рівня підлоги.

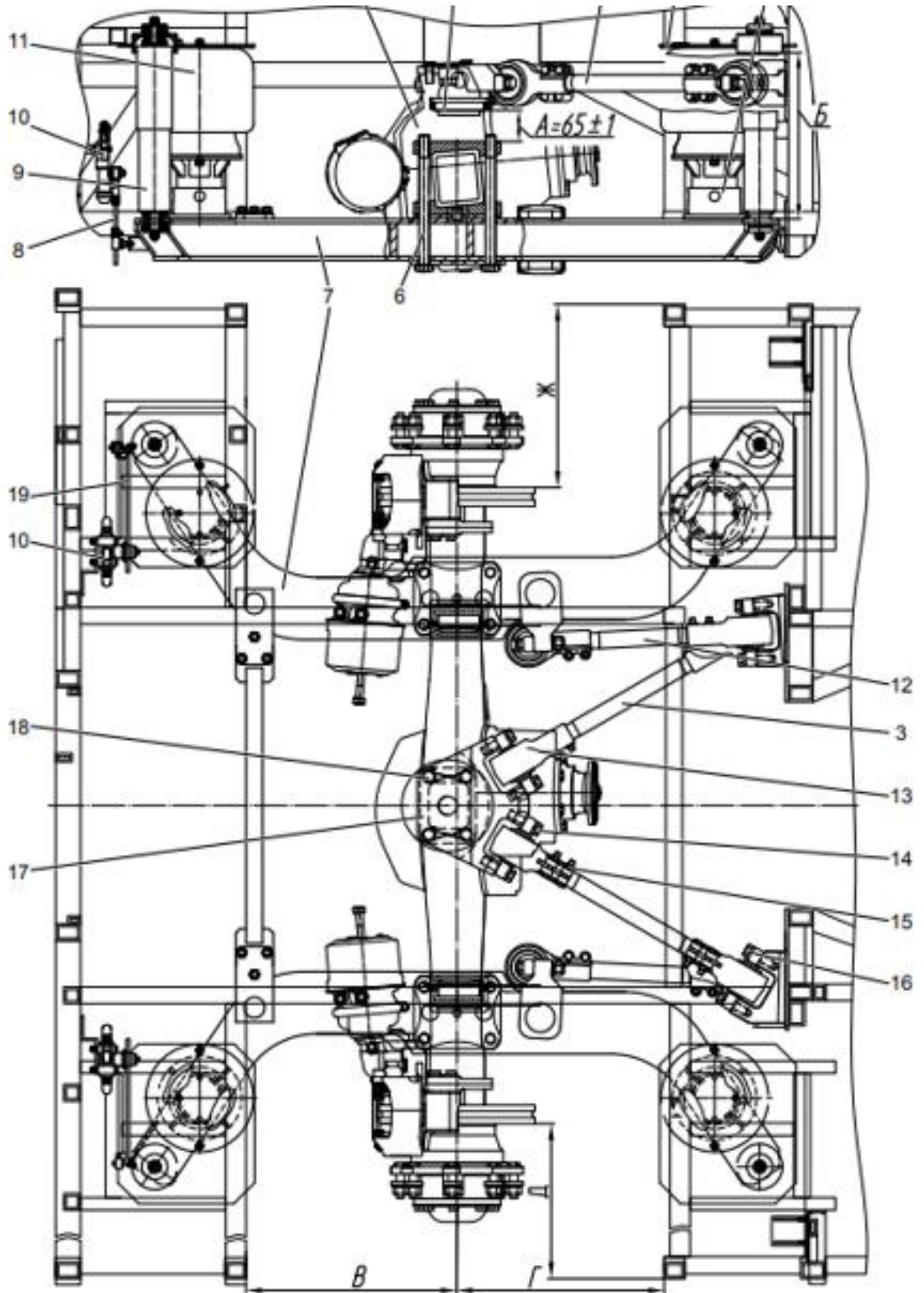


Рис. 2.4.1.1. Схема задньої підвіски автобуса МАЗ 206086

Задній міст I (рис. 2.4.1.1), із закріпленими на ньому балками підвіски 7, шарнірно з'єднаний з кузовом автобуса системою реактивних штанг, що складається з двох нижніх реактивних штанг 12 і двох верхніх реактивних штанг 3. Реактивні штанги сприймають зусилля моментів і передають штовхаючі зусилля; зміною довжин реактивних штанг задній міст встановлюється симетрично і перпендикулярно до поздовжньої осі автобуса.

У задній підвісці автобуса застосовуються реактивні штанги (рис. 2.4.1.2), що складаються з головки 4 з лівим різьбленням і головки 6 з правим різьбленням і труби, що з'єднує їх 5 з відповідним різьбленням на кінцях.

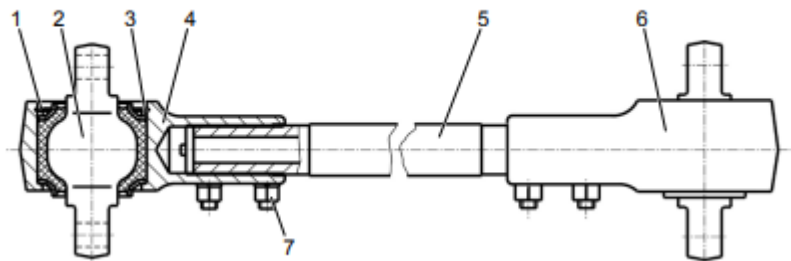


Рис. 2.4.1.2. Реактивні штанги

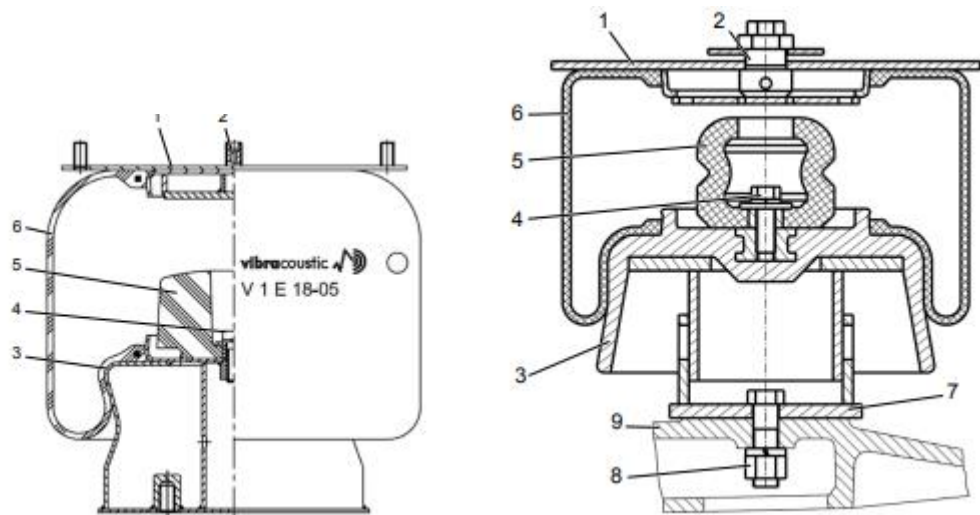


Рис. 2.4.1.3. Схема роботи пневмобалонів автобуса МАЗ 206086

У циліндричні отвори ГОЛОВОК 4 і 6 вставлені гумометалеві шарніри 2 з привулканнізованою гумою, і застопорені від осьового переміщення стопорним кільцем I через кільце проставки 3.

Передача вертикального навантаження від ваги автобуса здійснюється через чотири пневмобалони П (рис. 2.4.1.3). Різнокордова оболонка 6 пневмобаллону своїми внутрішніми посадочними діаметрами одягається на конусні поверхні, виконані на поршні 3 і фланці І. Повітря подається в пневматичний балон через штуцер 2. До поршня 3 болтом 4 кріпиться підбуфер 5, , пом'якшуючи удар при її пробой.

Поршні пневмобалонів 3 (рис. 2.4.1.3) закріплені болтами на стійках 5 (рис. 2.4.1.2), які приварені до лівої та правої балок підвіски. Фланці кріпляться гайками до опор пневмобалонів 4, які приварені до каркаса автобусного кузова.

З 07. 2007 року поршні пневмобалонів встановлюються на опори 7 (рис. 2.4.1.3), закріплені на лівій та правій балках підвіски 9.

Для управління тиском в пневмобалонах задньої підвіски з метою підтримки рівня підлоги на певній висоті, на автомобіль

касі встановлені два крани рівня пата 10 (рис. 2.4.1.1), які важелями 19 і регулювальними тягами 8 з'єднані з балками підвіски.

Для гасіння коливань, що виникають під час руху автобуса по нерівностях дороги, у підвісці встановлені чотири гідравлічні амортизатори 9 (рис. 4.4.2) двосторонньої дії телескопічного типу. Корпус амортизатора закріплений через гумові подушки на балках 7 підвіски, а шток амортизатора - на кронштейні каркаса автобуса.

2.4.2. Технічне обслуговування задньої підвіски

При проведенні всіх ТО перевірити та при необхідності відрегулювати рівень підлоги, перевірити стан та кріплення амортизаторів та пневмобалонів, стан гумово-металевих шарнірів реактивних тяг.

При проведенні всіх ТО візуально перевірити кріплення вузлів підвіски, цілісність шплінт-дроту і за необхідності затягнути болти відповідним моментом і зупинити шплінт-дротом:

- кріплення балок підвіски 7 (рис. 2.4.1.1) до провідного мосту 1. Момент затягування болтів 6 – 440...500 Н м. Після затягування болти повинні бути застопорені відгинання краю стопорних пластин на грані болтів. Під час

проведення першого ТО-1 провести інструментальний контроль моменту затягування болтів;

- кріплення головок реактивних штанг до каркаса автобуса та заднього мосту. Момент затягування гайок та болтів кріплення - 350...440 Н м;

- момент затягування гайок клем головок реактивних штанг та кріплення амортизаторів має бути 55...70 Н м;

- Кріплення кронштейна 17 до картера провідного мосту. Момент затягування болтів 18-280...320 Нм.

При ТО-2, а також при появі вібрації при швидкості 25...40 км/год перевірити горизонтальність пазоження підвіски балок 7.

При підвищеному зносі шин перевірити встановлення заднього моста щодо поздовжньої осі автобуса.

2.4.3. Перевірка встановлення мосту

При заміні ведучого мосту, або реактивних тяг необхідно встановити міст перпендикулярно і симетрично до поздовжньої осі автобуса, а також симетрично щодо колісних арок. Регулювання положення провідного мосту проводити після перевірки правильності встановлення передньої осі щодо поздовжньої осі автобуса.

Регулювання положення провідного мосту проводити зміною довжин реактивних штанг з лівої та (або) правої сторони автобуса. Регулювання довжини реактивних штанг (рис. 2.4.1.2) здійснюється вкручуванням (вивертанням) труби 5 в головки 4 і 6 реактивної штанги при ослаблених гайках 7 болтів клем головок. Після регулювання гайки мають бути затягнуті моментом 55...70 Нм.

Міст має бути встановлений симетрично щодо колісної арки. Різниця розмірів «В» (2.4.1.1) та «Г» між центром маточини колеса та вертикальними балками колісної арки з лівого боку автобуса не повинна бути більше 2 мм.

Допустиме відхилення моста від симетричності щодо поздовжньої осі автобуса – 2 мм. Контроль відхилення від симетричності допускається проводити на відстані між привал очними поверхнями ступиць коліс і

площинами, що проходять через вертикальні симетричні відносно поздовжньої осі автобуса стійки каркаса (різниця розмірів «Д» і «Ж» не повинна перевищувати - 2 мм).

Після проведення регулювань перевірити відстань між центрами ступиць передніх та задніх коліс, різниця відстаней між цапгами ступиць по лівому та правому борту автобуса не повинна перевищувати 3 мм.

Під час проведення регулювань забезпечити горизонтальність балок підвіски. Верхні поверхні балок мають бути паралельні горизонтальній площині. Допустиме відхилення від паралельності - 3 мм на довжині балок. Допускається контролювати горизонтальність положення балок вимірюванням розмірів «Б» між верхньою поверхнею балки та нижньою поверхнею

опори амортизатора з одного боку автобуса (різниця розмірів "Б" повинна бути не більше 3 мм).

Догляд за балонами пневматичної підвіски

Догляд за балонами пневматичної підвіски полягає в огляді різнокордної оболонки 6 (рис. 2.4.1.3) на наявність тріщин, протертих місць та інших дефектів, які призводять до виходу стисненого повітря з пневмосистеми підвіски.

Для заміни пневматичного балона необхідно підняти кузов автобуса та підвести під нього підставку. При цьому міст повинен опуститися та зависнути на амортизаторах у нижньому положенні. Випустити стиснене повітря з контуру підвіски через контрольний вивід. Тупим кінцем монтажною лопатки зрушити верхню частину різнокордової оболонки з посадкової поверхні фланця. Потім, вивертаючи гумокордну оболонку і пересуваючи вліво (вправо), зняти її з поверхні на поршні.

Перед встановленням нової різнокордової оболонки перевірити її на герметичність тиском повітря 1,0...1,1 МПа. Витік повітря не допускається протягом 3 хв. Догляд за амортизаторами

При ТО-1 перевірити герметичність амортизаторів (на корпусі амортизатора не повинно бути слідів робочої рідини) та надійність кріплення амортизаторів.

При розтягуванні та стисканні амортизатор повинен чинити рівномірний опір (більший при розтягуванні та менший при стисканні). Вільне рух його штока вказує на несправність амортизатора. Крім того, у справному амортизаторі при різкому розтягуванні та стисканні шток повинен переміщатися без стуків та заїдань. Якщо до перевірки амортизатор лежав у горизонтальному положенні, то частина робочої рідини в амортизаторі могла перетекти з робочого циліндра через отвори дросельні клапанів в корпус, що призводить до втрати опору амортизатора. Такий амортизатор слід ретельно прокачати і, якщо він справний, його опір після цього відновиться.

2.4.4. Передня підвіска автобуса

Передня підвіска автобуса - залежна, пневматична на 2-х пневмобаллонах з двома амортизаторами та одним краном рівня підлоги.

Балка передньої осі 5 (рис. 2.4.4.1) з опорами 3 шарнірно з'єднана з кузовом автобуса системою реактивних штанг, що складається з двох нижніх реактивних штанг 8 і двох верхніх реактивних штанг 7. Реактивні штанги сприймають зусилля від реактивного та гальмівного моментів. Передня вісь встановлюється симетрично і перпендикулярно до поздовжньої осп автобуса зміною довжин реактивних штанг, поздовжній кут нахилу шворня також забезпечується регулюванням довжин реактивних штанг.

У передній підвісці автобуса застосовуються реактивні штанги, що конструктивно не відрізняються від реактивних штанг, що застосовуються в задній підвісці.

Передача вертикального навантаження від ваги автобуса здійснюється через два пневмобаллона 1, аналогічні по конструкції пневмобалонів задньої підвіски (див. рис. 2.4.4.1).

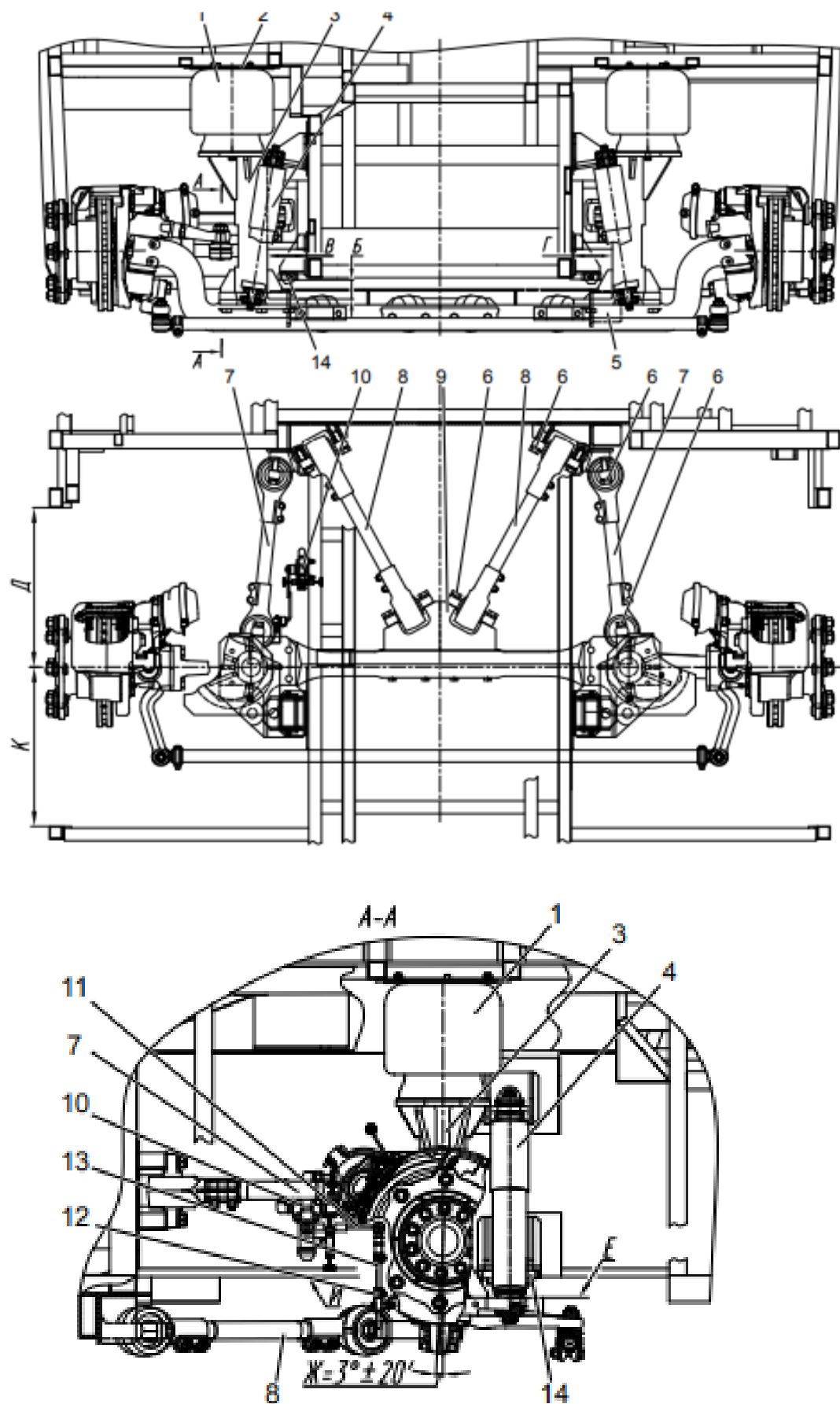


Рис. 2.4.4.1. Схема підвіски автобусу МАЗ 206086

Для гасіння коливань, що виникають під час руху автобуса по нерівностях дороги, у підвісці встановлено два гідравлічні амортизатори 4 (рис. 2.4.4.1) двосторонньої дії телескопічного типу. Корпус амортизатора закріплений через гумові подушки на опорі 3 підвіски, а шток амортизатора на кронштейні каркаса автобуса.

Дія підтримки рівня підлоги в горизонтальному положенні на певній висоті, на каркасі встановлено кран рівня підлоги 10, який важелем 11 і тягою 13 з'єднаний з балкою осі.

Технічне обслуговування підвіски

При проведенні всіх ТО перевірити та при необхідності відрегулювати рівень підлоги, перевірити стан та кріплення амортизаторів та пневмобалонів, стан гумометалевих шарнірів реактивних тяг.

При проведенні всіх ТО візуально перевірити кріплення вузлів підвіски, цілісність шплінт-дроту і за необхідності затягнути болти відповідним моментом і зупинити шплінт-дротом:

- кріплення головок реактивних штанг до каркаса автобуса та до балки передньої осі. Момент затяжки болтів 6 (рис. 2.4.4.1) - 353...432 Н м. Під час проведення першого ТО-2 зробити інструментальний контроль моменту затягування;

- момент затягування гайок клем головок реактивних штанг та гайок кріплення амортизаторів має бути 55...70 Н м;

- Кріплення кронштейна 9 нижніх реактивних штанг до балки передньої осі. Момент затягування болтів -245...275 Н м.

Регулювання рівня підлоги над передньою віссю

Рівень поту автобуса вважається нормальним, якщо відстань "Б" від верхньої поверхні опори 3 під відбійник і металевою обоймою відбійника 14 дорівнює 60 ± 1 мм.

Регулювання рівня підлоги проводиться зміною довжини тяги крана рівня підлоги 13, при відпущеному на кілька обертів гвинті хомута черв'ячного 12.

Після регулювання тяга фіксується загортанням гвинта черв'ячного хомута тяги.

Таблиця 2.7 - Можливі несправності передньої підвіски, передніх коліс та їх причини

Ознаки технічного стану	Причини несправності
1	2
Зсув автомобіля від прямолінійного руху на горизонтальній дорозі	Неоднаковий тиск у шинах. Порушення кутів поздовжнього нахилу осі повороту. Порушення кутів розвалу передніх коліс. Руйнування та осідання однієї з опор телескопічної стійки. Неоднакове осідання пружин передньої підвіски. Значна різниця у зносі шин. Неоднакова жорсткість борту шини. Підвищений дисбаланс передніх коліс.
Підвищений або нерівномірний знос протектора шини	Порушені сходження та кути установки передніх або задніх коліс. Підвищена швидкість під час повороту. Занадто різкий розгін автомобіля із пробуксовкою ведучих коліс. Часте користування гальмівними механізмами із блокуванням коліс. Перевантаження автомобіля. Підвищений дисбаланс коліс. Підвищений знос кульових шарнірів та різі неметалічних шарнірів підвіски та рульового приводу. Погнуті лонжерони або кронштейни кріплення стабілізатора та важелів підвіски.
Шум і стукіт при русі	Ослабло кріплення скоб або шарнірів штанги стабілізатора, поворотного кулака передньої підвіски, важеля кермової трапеції, сайленблуків важелів підвіски, опори стійки. Зношування гумового елемента опори телескопічної стійки або деформація фланців її арматури. Зношування підшипників передніх коліс або ослаблення кріплення гайки маточини. Знос кульових шарнірів передньої підвіски та кермового механізму. Осідання або поломка пружини передньої підвіски.

	Руйнування буферів стиснення чи відбою. Збільшений дисбаланс передніх коліс.
--	---

Таблиця 2.8. Можливі несправності задньої підвіски та їх причини

Ознаки технічного стану	Причини несправності
Зсув автомобіля від прямолінійного руху	Осідання або поломка однієї з пружин підвіски. Вигин важелів або поперечної штанги. Зношування сайлентблоків важелів або сайлентблоків поперечної штанги.
Стуки та шум у підвісці при русі автомобіля	Несправні амортизатори. Ослабло кріплення амортизаторів або зносилися втулки провушин амортизаторів та гумові подушки. Зношування сайлентблоків важелів або сайлентблоків поперечної штанги. Осідання або поломка пружини амортизатора. Стукіт від «пробою» підвіски внаслідок руйнування буфера ходу стиснення або несправності амортизаторів. Вихід із ладу підшипника маточини.

Таблиця 2.9 - Можливі несправності стійок амортизаторів та їх причини

Ознаки технічного стану	Причини несправності
Стійка амортизатора негерметична, протікання рідини	Послаблене затягування гайки резервуара віброізолятора. Пошкоджено або зношене гумову манжету (сальник) штока або гумове кільце резервуара. Пошкоджено або зношене робочу поверхню штока. Негерметичні зварні шви резервуару.
Шток стійки амортизатора має (без зусилля) переміщення на початку ходу стиснення або відбою (розтягування), що не усувається прокачуванням	Зменшено кількість рідини у стійці гідравлічного амортизатора. Порушено працездатність впускного або перепускного клапана.
Стійка амортизатора не розвиває достатнього опору при ході стиснення	Негерметичність клапана стиснення через засмічення. Зношування робочої поверхні. Зношування, деформація або руйнування (пошкодження) деталей клапана стиснення або впускного клапана.

Стійка амортизатора не розвиває достатнього опору при ході відбою	Негерметичний клапан відбою через засмічення або пошкодження його деталей. Зменшилося зусилля пружини клапана відбою («осіла»). Порушено працездатність перепускного клапана. Зношування деталей, що призводить до збільшеного перетікання рідини по зазорах або глибоких ризиків зношеного поршня та його кільця, циліндра, штока та напрямної.
Стійка амортизатора розвиває надмірний опір наприкінці ходу стиснення.	Надмірна кількість рідини у стійці гідравлічного амортизатора
У стійці амортизатора при різкому переміщенні штока спостерігаються стуки	Послаблене затягування гайки резервуара або кріплення поршня. Недостатня кількість рідини у стійці гідравлічного амортизатора.
У стійці амортизатора спостерігаються заїдання при переміщенні штока	Вигин штока. Пошкодження робочого циліндра стійки.

Висновки до розділу 2

Конструкція підвіски автобусів МАЗ 206086 має ряд переваг та недоліків, тому виникає необхідність вжиття низки заходів по вдосконаленню матеріально-технічної бази, підготовки обслуговуючого персоналу та визначення найкращих режимів ЩО та ТО, характерних для АТП. По-перше, їм потрібно діагностичне обладнання, спеціальні інструменти та обладнання для блоку та діагностичної зони, майстерні моторного, паливного обладнання та підвіски.

Проаналізувавши недоліки у роботі автобусного парку КП ЖТТУ, дійшов висновку, що існуюча система не може у повній мірі підтримувати високий технічний рівень забезпечення безвідмовної роботи автобусів. У зв'язку з цим необхідно здійснити технічне переоснащення виробничо-технічної бази АТП, впровадити нові методи ТО і ПР, підвищити продуктивність обслуговуючого персоналу за рахунок впровадження більш досконалих технологій та обладнання для діагностики підвіски автобусів.

3. РОЗДІЛ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ПІДВІСКИ

3.1. Датчики навантаження на вісь



Рис. 3.1. Схема роботи обладнання у системах GPS-моніторингу з використанням датчиків навантаження на вісь

Розглянемо датчики навантаження на вісь GNOM, які застосовуються в системах GPS/ГЛОНАСС-моніторингу транспорту для визначення осьового навантаження, запобігання перевищенню навантаження на вісь і, як наслідок, штрафів за перевантаження. Контроль осьового навантаження також допомагає продовжити термін експлуатації підвіски та знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобіля.

Датчики GNOM виробляються у дротовому та бездротовому (Bluetooth) виконанні.

Датчики осьового навантаження на механічну підвіску



GNOM DP та GNOM DP S7 – датчики навантаження на осі для транспорту з ресорно-механічною підвіскою. Встановлюються через систему важелів та вимірюють зміщення кузова щодо осі (датчик переміщення). GNOM DP встановлюється на задню вісь або задній візок ТС або напівпричепа.

Датчики осьового навантаження в пневмопідвіску



GNOM DDE та GNOM DDE S7 – датчики навантаження на осі для транспортування з пневматичною підвіскою. Встановлюються повітряний контур (подушку) і вимірюють тиск у контурі. GNOM DDE можуть бути встановлені в штатні роз'єми або в розріз через трійник.

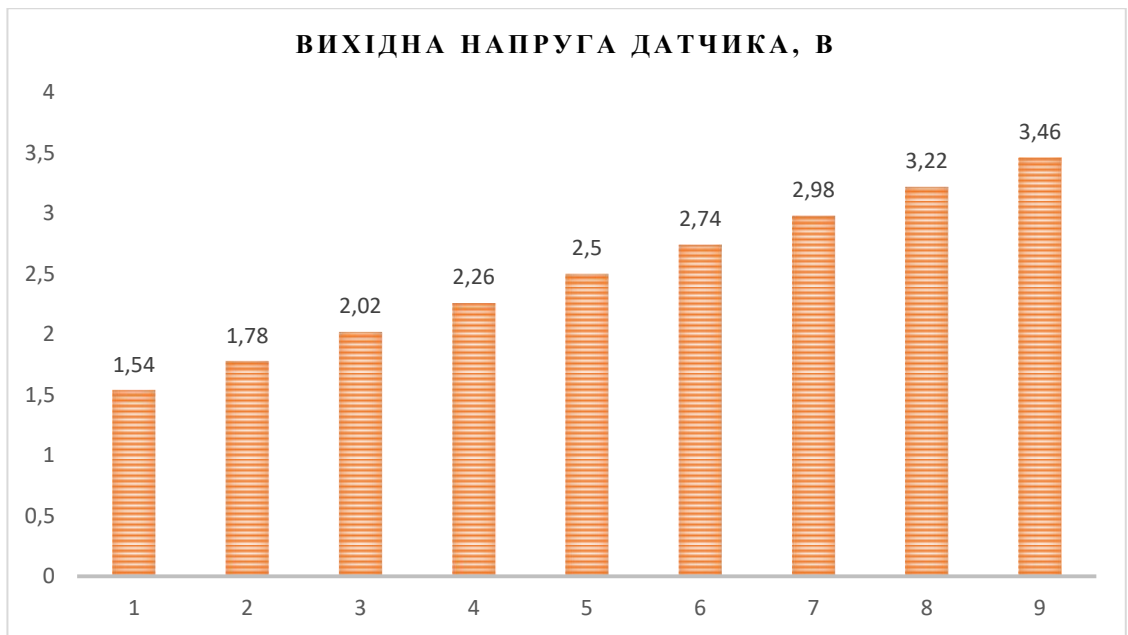


Рис. 3.1. Графік залежності вихідної напруги датчика GNOM DDE від вхідного тиску.



Рис. 3.2. Варіанти розміщення датчиків на підвісці автобусів.

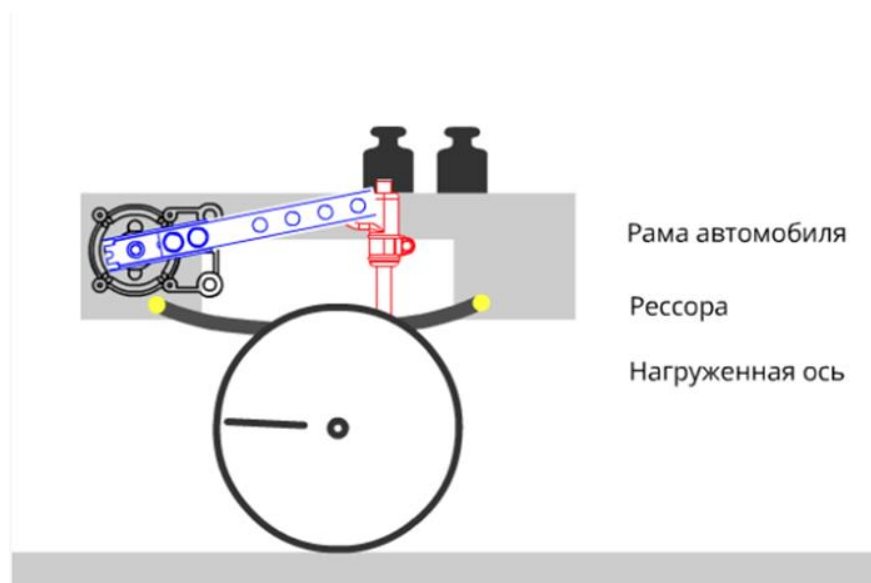


Рис. 3.3. Принцип вимірювання осьового навантаження

Датчик GNOM DP вимірює навантаження на вісь за допомогою поворотного важеля, який кріпиться до підвіски транспортного засобу. Він встановлюється між вантажною платформою (або рамою) та підресореною віссю.

При зміні положення важеля змінюється вихідна напруга датчика. Термінал моніторингу транспорту приймає сигнал датчика та передає його на сервер телематичних послуг. Програмне забезпечення сервера здійснює обробку отриманої інформації та формує звіти про навантаження на вісь та масу вантажу.

GNOM DDE встановлюють у трубопровід або замість заглушки у подушку пневмопідвіски.

Висновок до розділу 3

Здійснивши дослідження датчиків тиску дійшов висновку, що в цілому принцип роботи датчика заснований на вимірюванні тиску стисненого повітря та формуванні вихідної напруги, що надходить у вигляді сигналу на термінал моніторингу транспорту.

Перевагою є те, що термінал здійснює збір, реєстрацію, зберігання та передачу отриманих сигналів на сервер телематичних послуг, програмне забезпечення сервера обробляє та аналізує отримані дані та формує аналітичні звіти за вибраний період часу.

Є зручним те, що звіти надаються користувачеві у вигляді таблиць та графіків з мінімальним використанням методу натурного дослідження.

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

Стенд для дослідження динаміки підвіски транспортних засобів.

Загальна схема стенду для вивчення динаміки підвіски автомобіля наведена на рисунку 3.1

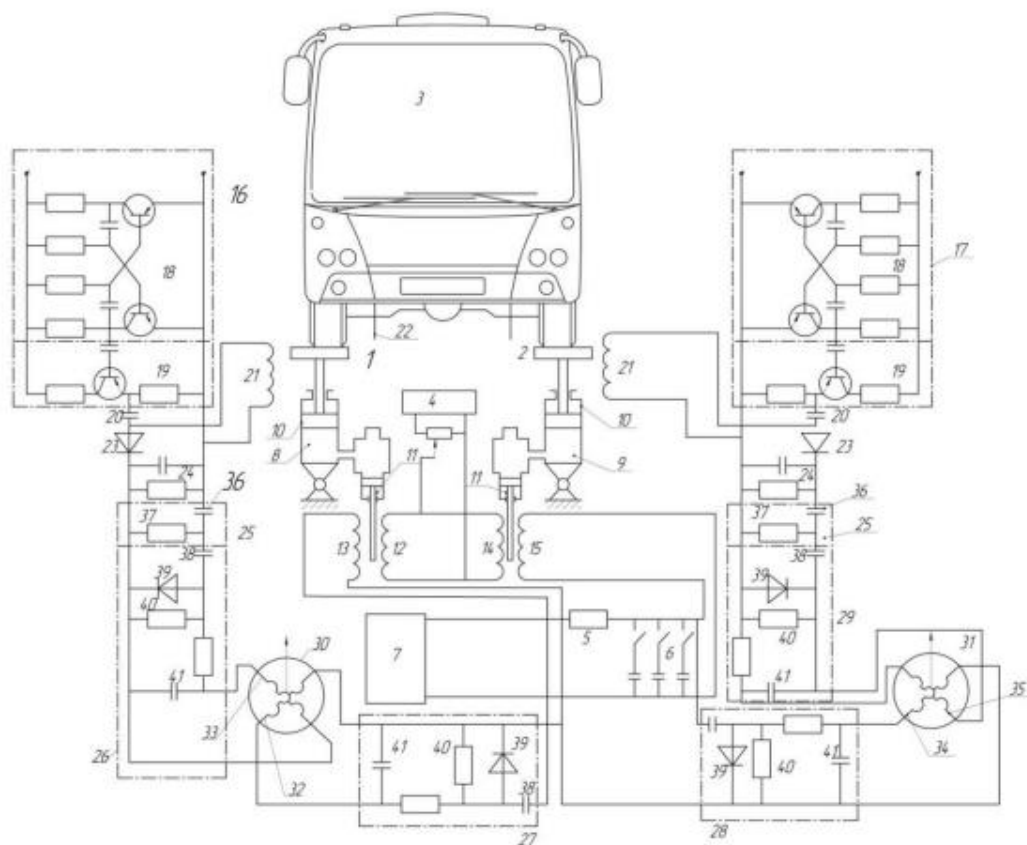


Рис. 4.1 Загальна схема пропонованого стенда.

Стенд працює таким чином. Дослідний автомобіль 3 встановлюють на опорні платформи 1 і 2. Напруга подається на обмотки 12 і 14 клапана 13 від джерела напруги 4. Сигнал від генератора 7 подається на обмотку 13 першого клапана, синусоїдальний сигнал подається з виходу блоку змінного конденсатора 6 на керуючу обмотку 15 другого клапана через конденсатори фільтра 5 і блоку 6 він затримується затримуються відносно першого сигналу. Поточне положення першого клапана 11 визначається сумою сигналів, що подаються на його обмотки 12 і 13, а положення другого 42 клапана 11 у будь-який момент часу визначається сумою сигналів, поданих на його обмотки 14 і 15.

Далі на обмотки 13 і 15 подаються синусоїдальні коливання, що мають частоту, наприклад, 0,5 Гц. Через певний проміжок часу, коли перехідний процес зупиняється, гармонічні коливання встановлюються з однаковою частотою, але амплітуда підвіски транспортного засобу відрізняється. Стержень 22, з'єднаний з днищем транспортного засобу, також вібрує, і сигнал, пропорційний вібрації, формується на виході резистора 24. Це відбувається таким методом. Вихідні клеми мультівібратора 18 перетворювачів 16 і 17 утворюють періодичну послідовність прямокутних імпульсів, які подаються на послідовний резонансний контур, сформований конденсатором 20 і індуктивністю 21 через узгоджуючий підсилювач 19. Ця схема має резонансні амплітудно-частотні характеристики. Схема з усього спектра вхідного періодичного сигналу з прямокутними імпульсами насправді має нескінченну смугу частот, яка є гармонічною складовою, частота якої дорівнює резонансній частоті ланцюга. При зміні положення стержня 22 змінюється індуктивність резонансної схеми, а отже, змінюється амплітуда гармонічної складової на виході резонансної схеми. Для того, щоб виділити амплітудні зміни гармонійних компонентів, сигнал подається на детектор 23, який спочатку випрямляє його, а потім фільтрує високочастотні компоненти. Тому на резисторі 24 формується сигнал, пропорційний вібрації стержня, при цьому сигнал має постійну і змінну складову. Постійна складова відокремлюється вибраним елементом 25 синусоїдальної коливання суспензії, тоді як на виході елемента 25 залишається лише синусова складова. Коли діод 39 вимкнений, конденсатор 38 заряджається від малої постійної часу до ефективного значення. Коли напруга на конденсаторі 38 стає більше миттєвого значення вимірюваної напруги, діод 39 закривається. Потім конденсатор 38 розряджається. Оскільки константа часу розряду набагато довша заряду, конденсатор розряджається лише певну величину. Отже, в режимі налаштування конденсатор 38 фактично заряджається до значення 43 амплітуди входу на перетворювачах 26 і 29. Напруга на резисторі 40 є синусоїдальною напругою, і його постійна складова майже дорівнює амплітуді вхідних напруг перетворювачів 26 і 29. Напруга, що

генерується на резисторі 40, згладжується фільтром 41. Отримана напруга подається на обмотку 33 дільника напруги 30 і обмотку 35 дільника 31 напруги. Подібно до амплітудних перетворювачів 26 і 29 працюють амплітудні перетворювачі 27 і 28. Напруга, що формується на резисторі 40, згладжується фільтром 41 і подається на обмотку 32 дільника напруги 30 і обмотку 34 дільника напруги 31 відповідно. Розділювачі 30 і 31 реєструють значення амплітуди синусоїдальної вібрації суспензії та ділять амплітуду суспензії на амплітуду прикладеної вібрації. Результат обчислюється оператором. Потім частота напруги генератора 7 змінюється, а амплітуда напруги генератора залишається постійною. Знову запишіть показання дільників 30 і 31 і виконайте 10-12 разів. Амплітудно-частотні характеристики підвіски засновані на показаннях реєстраційних дільників частоти 30 і 31.

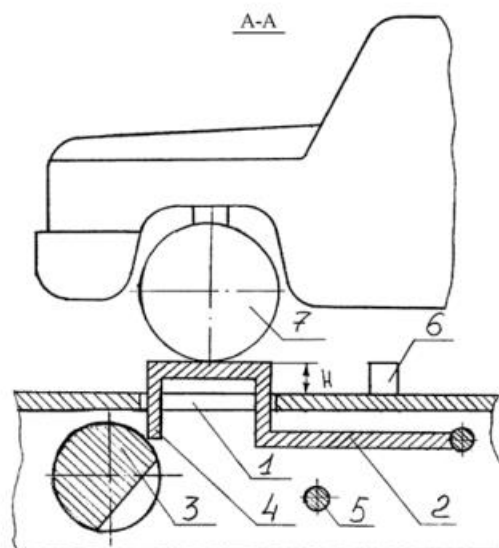


Рис. 3.2- Загальна схема спроектованого стенду

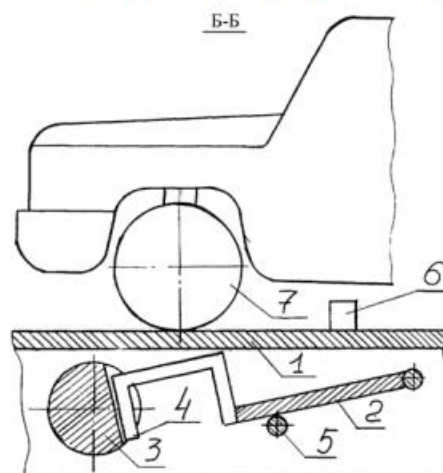


Рис. 4.2 - Загальна схема спроектованого стенда після випробувань

Стенд включає опорну пластину 1, в якій поздовжній паз шарнірно прикріплений до стрижня 2 пластини, крім того, сусідній виступ важеля може вільно рухатися в пазі, а висота виступу над поверхнею плити становить H , на нього спирається колесо 7 випробувального автомобіля. Інший кінець 4 важеля розміщений на циліндричній поверхні стовбура 3 45 через секторний поздовжній проріз. Позиціонуюча пластина 6 і пробка 5 також встановлені на базовій плиті, що обмежує надзвичайно низьке положення штока під час опускання штока, яке відбувається при обертанні вала. Тест проводиться наступним чином.

Весь транспортний засіб встановлений на виступі над базовою пластиною 1 частини шарнірного штока 2 через колеса 7 так, що розмір точки контакту колеса дорівнює розміру прямокутного виступу виступу штока. Тестовий об'єкт фіксується на плиті, а потім циліндричний вал 3 обертається за допомогою віялоподібної канавки. Оскільки вільний кінець 4 шарнірного штока розташований на циліндричній поверхні валу, коли вал обертається, коли притискний кінець важеля втрачає свою точку опори і рухається через віялоподібну поздовжню канавку, виникає момент. В результаті частина штока, що виступає над опорною поверхнею плити, і колесо автомобіля, встановлене на ній, вільно падає, і це вільне падіння припиняється, коли колесо контактує з опорною поверхнею плити. Завдяки інерційності кузова автомобіля та пружним характеристикам підвіски, машина починає усувати (обмежувати) вільну вібрацію через підвіску пружного елемента, і ці коливання фіксуються датчиком вирівнювання 6. Важіль продовжує вільно падати, поки не торкнеться пробки 5. Транспортний засіб проводить власне "випробування", оскільки запропонований стенд не вимагає для своєї роботи приводних двигунів та гальмівних пристроїв, за винятком механізму обертання циліндричного вала з сегментованими поздовжніми канавками. Стенд може бути використаний на автомобільних заводах, а також може бути використаний у сфері обслуговування та технічного обслуговування конкретного обладнання, замість

перевірки експлуатації, тим самим зменшуючи час і витрати на технічне обслуговування та розробку нового обладнання.

4.2 Розробка функціонально-фізичної схеми технічної пропозиції.

Функціональна фізична принципова схема пристрою для діагностики автомобільної підвіски показана на рисунку 3.4.

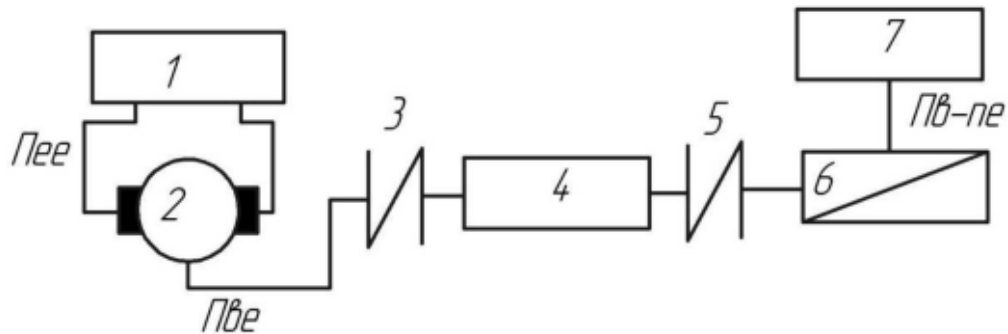


Рис. 4.3 – Функціональна фізична схеми обладнання для діагностики підвіски: 1 – джерело живлення; 2 – електричний двигун; 3 – фланцева муфта; 4 – редуктор; 5 – муфта фланцева; 6 – перетворювач обертового руху у зворотно-поступальний рух (передача ексцентрик - роликовий штовхач); 7 – площадка для колеса автомобіля. Пее – потік електричної енергії; Пев – потік обертальної кінетичної енергії; Пв-пв – потік зворотно-поступальної кінетичної енергії.

4.3. Опис технічної пропозиції

Обладнання для діагностики підвіски автомобіля включає: - двигун 2 (рис. 3.3), який обраний із стандартного списку потужності та частоти обертання вихідного валу. Двигун асинхронний трифазний. - фланці муфти 3 і 5 вибираються зі стандартного переліку вхідного діаметра вала і переданого крутного моменту.

- передавальне число одноступінчастої коробки передач 4 вибирається відповідно до конструктивних міркувань Розмір коробки передач залежить від розміру шестерні та діаметра вала. - зворотно-поступальний вертикальний рух платформи є вузлом 6 перетворювача для обертального руху осі. Блок складається з ексцентрикового колеса та роликового штовхача, ексцентрикове колесо закріплене на валу призматичним ключем, а роликовий штовхач з'єднаний з 47 горизонтальною платформою, обладнаною колесами. Ролик штовхача генерує вертикальну вібрацію через трубу та напрямну втулку. Ролик

являє собою металеву втулку з резиною зверху. Робота установки виконуються наступним чином.

Колеса діагностичного автомобіля встановлюють на базовій платформі. Електродвигун передає крутний момент на одноступінчасту коробку передач через фланцеву муфту. У редукторі, що приводиться в рух зубчастим циліндром, крутний момент збільшується. Потім крутний момент передається на ексцентрик через друге фланцеве з'єднання, яке надійно закріплене на валу призматичним ключем. Ексцентрикове колесо обертається для приводу штовхача ролика. Ролик проходить через передню вилку, а трубка передає зворотно-поступальний рух у положення, де встановлене колесо. Напрямок руху - це гільза, яка міцно з'єднана зі збірною рамою. Для зменшення тертя в гільзі відкривається наскрізний отвір для змащення поверхні тертя. Колеса автомобіля будуть вібрувати вертикально з певною постійною частотою, що дозволяє діагностувати підвіску.

4.4. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Ремонтопридатність, як одна з експлуатаційних характеристик автомобіля, була визначена під час його проектування. Для кількісної оцінки розроблено багато стандартів верифікації. У той же час, з точки зору того, що легше отримати доступ до невідновлюваних компонентів, коли вузол або компонент виявляються несправними, недостатня увага приділяється структурній оцінці ремонтпридатності складної одиниці автомобіля. Тому під час операцій розбирання та складання доступ стає важливим фактором у визначенні ремонтпридатності пневматичної підвіски автобуса. Метою цієї роботи є вивчення ремонтпридатності пневматичної підвіски автобуса МАЗ 206086 з точки зору технічного обслуговування під час розбирання. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання: визначити ремонтпридатність автобуса за допомогою структурного аналізу; проаналізувати відстань, близьку до вершини кривої підвіски ведучого колеса автобуса; проаналізувати отримані результати. Завдяки структурним

перебудовам в автомобільній промисловості та пов'язаним з ними підвісним пружинним автобусам, останні дослідження досліджень підвісок автобусів з точки зору ремонтпридатності проводились протягом тривалого часу. Тому проблема оцінки ремонтпридатності пневматичної підвіски сучасного автобуса стала важливою.

4.5. Визначення ремонтоздатності автобуса

Вищезазначених цілей можна досягти за допомогою дискретних математичних методів, серед яких найбільш повне завдання аналізу складної одиничної структури автомобілів відповідає теорії графів [5]. Складність роботи по розбиранню може бути представлена графіком доступу, де вершини вказують на закінчення роботи, а орієнтоване ребро, представлене відрізком прямої лінії зі стрілками, є послідовністю робіт з 54 розбирання. Відповідно до конструктивних характеристик складних блоків та складових елементів, діаграма надає широкий спектр різних варіантів, які представляють різні варіанти доступу [6].

З цією метою, відповідно до конструктивних характеристик графічних атрибутів, використовуйте відстань d (x_0, x_i) від кореневої вершини графіки, яка визначається як найкоротша відстань і виражається як додатне ціле число. Чим більша відстань від кореневої вершини графіка, тим гірший доступ. Другим важливим атрибутом графіка є його вага $\mu(x_i)$, який представляє кількість складених одиниць та частин, пов'язаних з кореневою вершиною, які одночасно видаляються. З точки зору ремонтпридатності, чим більша вага у верхній частині діаграми, тим досконаліша конструкція складаного блоку (компонента), оскільки одне відключення призведе до видалення декількох компонентів (складаного блоку), зменшуючи тим самим витрати на оплату праці. Що стосується використання функції доступу для забезпечення найкращого доступу до несправних компонентів, зручніше оцінювати комплектність складаного блоку або компонента транспортного засобу, а функція доступу є головним критерієм структурної оцінки зручності

використання машини. Особливістю функції доступу є адаптація структури до швидкого відновлення втраченої ефективності шляхом заміни невіправних елементів, які вийшли з ладу.

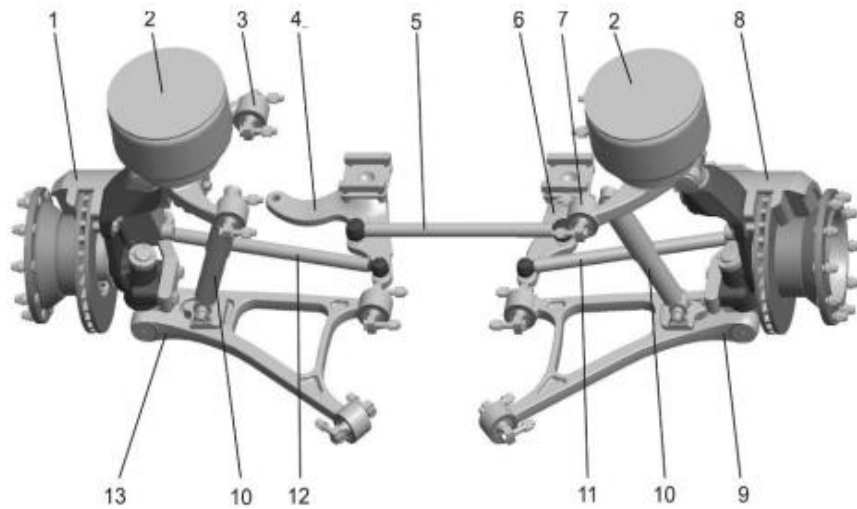


Рис. 4.1. Підвіска керованих коліс МАЗ 206086

1 – лівий колісний механізм; 2 – пружний рукавний елемент; 3 – лівий верхній важіль; 4 – лівий важіль трапеції кермової; 5 – тяга керма поперечна; 6 – правий важіль кермової трапеції; 7 – правий важіль верхній; 8 – правий колісний механізм; 9 – правий нижній важіль; 10 – амортизатор; 11 – права тяга керма; 12 – ліва тяга керма; 13 – лівий нижній важіль

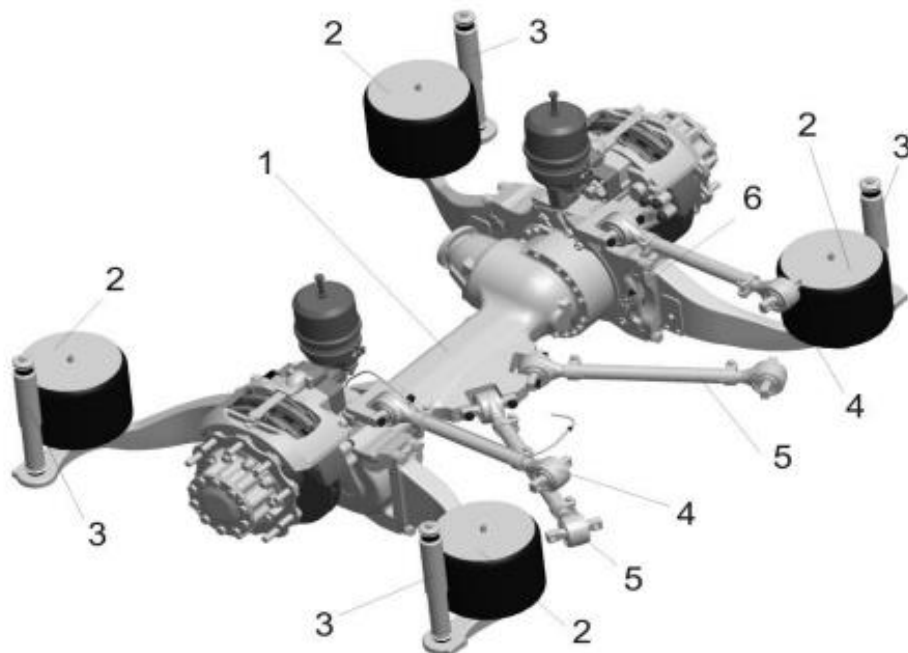


Рис. 4.2. Підвіска ведучої осі МАЗ 206086

1 – ведуча вісь; 2 – елемент пружний рукавний; 3 – амортизатор; 4 – верхня реактивна тяга; 5 – нижня реактивна тяга; 6 – зашрубков отвору контролю рівня оливи

Підвіска керма незалежна (рисунок 4.1), пневматичний пристрій з прямою важелю, пневматичний еластичний елемент із шланговим типом, важільний пристрій із сферичною гумовою металевою петлею, телескопічний гідравлічний амортизатор. Він складається з двох колісних механізмів - лівого 1 і правого 8, двох пневматичних шлангеластичних елементів 2 із вбудованими гумовими обмежувачами стиснення, які кріпляться до корпусу через верхню частину. Підвіска містить два гідравлічні амортизатори 10, подвійної дії з вбудованими пробками. Колеса закріплені для поздовжнього та поперечного переміщення відносно корпусу направляючим пристроєм, що складається з двох нижніх тяг: лівої 13 та правої 9 та двох верхніх тяг - лівої 3 та правої 7. Важіль з'єднаний з корпусом шини за допомогою гумового металевого шарніра з болтами і гайками. Конструкція підвіски включає рульову трапецію, яка складається з двох важелів: лівого 4, правого 6, лівого 12, правого 11 і бічного 5. Наступні деталі та складні вузли підвіски мають вільний доступ: шарніри верхнього та нижнього важелів підвіски, амортизатори, еластичні 57 шлангові елементи, петлі кермової тяги, важелі важелів рульового маховика та комбінація гальмівного приводу.

У табл. 4.1,а показано зведені графи доступу до підвіски поворотних коліс автобуса МАЗ 206086 при трьох варіантах розбирання. У першому варіанті розбирання, щоб відкрити доступ до колісного механізму автобуса, від'єднайте його від нижньої частини корпусу автобуса, наступних частин підвіски та складаного блоку: амортизатора, еластичного елемента пневматичного шланга та рульові тяги. Коли завдання полягає у від'єднанні основної частини від корпусу, ці завдання відповідають першому рівню доступу. На другому рівні графа є деяка робота з усунення розривних деталей і сучків: колісний механізм, амортизатор, пневматичний циліндр і рульовий шток у зборі. Зняття верхньої і нижньої тяг підвіски та маховика рульового

управління завершує демонтаж підвіски робочого колеса автобуса, що показано на третьому рівні схеми (див. табл.4.1, варіант 1,а). Послідовність демонтажу пневматичної підвіски згідно з другим і третім варіантами аналогічна першому варіанту і показана в таблиці. 4.1. Схема доступу підвіски керма ведучого колеса автобуса (табл. 1, б) також побудована подібним чином. Детальний опис усіх варіантів розрахунку наведено в таблиці. 4.2 та 4.3. Далі наведено приклад обчислення функції доступу $\Delta\phi$ за формулою (4.1) та таблицею. 4.4-Порівняння результатів усіх розрахунків.

Таблиця 4.1 – Графи доступу до пневматичної підвіски керованих коліс (а) і ведучих коліс (б) автобуса МАЗ 206086 за трьома варіантами розбирання:

	Варіант 1, а 1,15 – нижні шарніри поворотних кулаків; 1',15' – верхні шарніри поворотних кулаків; 2,14 – нижні шарніри амортизаторів; 2',14' – верхні шарніри амортизаторів; 3, 3', 13,13' – рукавні пружні елементи; 4,4',12,12' – кульові шарніри кермових тяг; 5,11 – шарніри нижніх важелів; 6,10 – шарніри верхніх важелів; 7,9 – кронштейни кермової трапеції; 8 – поздовжня кермова тяга; 16,22 – поворотний кулак з колісним механізмом; 17,21 – нижні важелі з шарнірами; 18,20 – верхні важелі з шарнірами; 19 – кермова трапеція
	Варіант 1, б 1,2,3,4 – амортизатори; 5,6,7,8 – рукавні пружні елементи; 9, 10 – нижні реактивні тяги; 11, 12 – верхні реактивні тяги; 13 – ведуча вісь в зборі з реактивними тягами
	Варіант 2, а 1,13 – верхні шарніри амортизаторів; 2,12 – рукавні пружні елементи; 3,11 – шарніри нижніх важелів; 4,10 – шарніри верхніх важелів; 5,9 – кульові шарніри кермових тяг; 6,8 – кронштейни кермової трапеції; 7 – поздовжня кермова тяга; 14,16 – колісні механізми в зборі з важелями, рукавними пружними елементами і амортизаторами; 15 – кермова трапеція в зборі з кермовими тягами
	Варіант 2, б 1,13 – верхні шарніри амортизаторів; 2,12 – рукавні пружні елементи; 3,11 – шарніри нижніх важелів; 4,10 – шарніри верхніх важелів; 5,9 – кульові шарніри кермових тяг; 6,8 – кронштейни кермової трапеції; 7 – поздовжня кермова тяга; 14,16 – колісні механізми в зборі з важелями, рукавними пружними елементами і амортизаторами; 15 – кермова трапеція в зборі з кермовими тягами
	Варіант 3, а 1,11 – верхні шарніри амортизаторів; 2,10 – рукавні пружні елементи; 3,9 – шарніри нижніх важелів; 4,8 – шарніри верхніх важелів; 5,7 – кронштейни кермової трапеції; 6 – поздовжня кермова тяга; 12 – підвіска в зборі з колісними механізмами, рукавними пружними елементами, амортизаторами, кермовою трапецією і кермовими тягами
	Варіант 3, б 1,11 – верхні шарніри амортизаторів; 2,10 – рукавні пружні елементи; 3,9 – шарніри нижніх важелів; 4,8 – шарніри верхніх важелів; 5,7 – кронштейни кермової трапеції; 6 – поздовжня кермова тяга; 12 – підвіска в зборі з колісними механізмами, рукавними пружними елементами, амортизаторами, кермовою трапецією і кермовими тягами

Таблиця 4. 2 – Результати дослідження ваги і відстані вершин графів доступу до підвіски керованих коліс автобуса МАЗ 206086

Графи доступу до деталей, що відмовили	Характеристика ваги			
	Вершини	M(x _i)	Fm (x _i)	$\frac{m(x_i) \cdot Fm(x_i)}{m^2(x_i) \cdot F(x_i)}$
Варіант 1	1,2, 3, 4, 7, 8, 9,12,13,14,15,1 ⁱ , о ¹	1	17	1x17 1 ² x17

	5, 6,10, 11, 17, 18, 20, 21	2	8	2x8
	19	3	1	3x1
Варіант 2	1 2 5 7 9 12 13	1	7	1x7
	3, 4, 5, 8, 10, 11	о	6	2x6
	14, 15,16	5	3	5x3
Варіант 3	1,2, 6,10,11	1	5	1x5
	3, 4, 5, 7, 8, 9	о	6	2x6
	12	28	1	28x1 28 ² x1
Графи доступу до деталей, що відмовили	Характеристика відстаней			
	Вершини	d(x ₀)	F _d (x ₀ ,x ₁)	$\frac{d(x_0,x_1)}{F_d(x_0,x_1)}$
				$\frac{d^2(x_0,x_1)}{F_d(x_0,x_1)}$
Варіант 1	1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 10 11 12 13 14 15	1	15	1x15
	1 ⁱ , 2 ⁱ , 3 ⁱ , 4 ⁱ , 12 ⁱ , 13 ⁱ , 14 ⁱ , 15 ⁱ	о	8	2x8
	16, 17, 18, 19, 20, 21	3	7	
Варіант 2	1,2,3, 4, 5,6,7,8,9,10, 11, 12 13	1	13	1x13 1 ² x13
	14, 15, 16	2	3	2x3
Варіант 3	1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	1	11	1x11 1 ² x11
	12	о	1	2x1

Таблиця 4.3 – Результати дослідження ваги і відстані вершин графів доступу до підвіски ведучих коліс автобуса МАЗ 206086

Графи доступу до деталей, що відмовили	Характеристика ваги			
	Вершини	$\mu(x_i)$	$F_\mu(x_i)$	$\frac{\mu(x_i) \cdot F_\mu(x_i)}{\mu^2(x_i) \cdot F_\mu(x_i)}$
Варіант 1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 1 ¹ , 2 ¹ , 3 ¹ , 4 ¹ , 5 ¹ , 6 ¹ , 7 ¹ , 8 ¹	1	16	$\frac{1 \times 16}{1^2 \times 16}$
	9, 10, 11, 12, 13	2	5	$\frac{2 \times 5}{2^2 \times 5}$
Варіант 2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1	8	$\frac{1 \times 8}{1^2 \times 8}$
	9, 10, 11, 12, 14	2	5	$\frac{2 \times 5}{2^2 \times 5}$
	13	7	1	$\frac{7 \times 1}{7^2 \times 1}$
Варіант 3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1	12	$\frac{1 \times 12}{1^2 \times 12}$
	13	10	1	$\frac{10 \times 1}{10^2 \times 1}$
Графи доступу до деталей, що відмовили	Характеристика відстаней			
	Вершини	$d(x_0, x_1)$	$F_d(x_0, x_1)$	$\frac{d(x_0, x_1)}{F_d(x_0, x_1)} \cdot \frac{d^2(x_0, x_1)}{F_d(x_0, x_1)}$
Варіант 1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1	12
	1 ¹ , 2 ¹ , 3 ¹ , 4 ¹ , 12 ¹ , 13 ¹ , 14 ¹ , 15 ¹	1 ¹ , 2 ¹ , 3 ¹ , 4 ¹ , 2 5 ¹ , 6 ¹ , 7 ¹ , 8 ¹	2	8
	16, 17, 18, 19, 20, 21	13	3	1
Варіант 2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1	12
	14, 15, 16	13	2	1
		14	3	1
Варіант 3	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	1	12
	12	13	2	1

Визначимо функцію доступу першого вибору для демонтажу підвіски кермових коліс автобуса МАЗ 206086 на основі таблиці. 4.1 і 4.2:

$$\begin{aligned}\phi \cdot d \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} &= d^2 \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} \cdot Fd \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} - \left[d \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} \cdot Fd \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} \right]^2 = \\ &= \begin{pmatrix} 1^2 \cdot 15 + 2^2 \cdot 8 + 3^2 \cdot 7 \end{pmatrix} - (1 \cdot 15 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 7)^2 = -2594; \\ \phi_{\mu} \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} &= \mu^2 \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} - \left[\mu \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} F \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} \right]^2 = \begin{pmatrix} 1^2 \cdot 17 + 2^2 \cdot 8 + 3^2 \cdot 1 \end{pmatrix} - \\ &- (1 \cdot 17 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 1)^2 = -1238; \\ \Delta \phi &= \phi \cdot d \begin{pmatrix} x_0 \\ x_1 \end{pmatrix} - \phi_{\mu} \begin{pmatrix} x_1 \end{pmatrix} = -2594 - (-1238) = -1356\end{aligned}$$

Відповідно до цього алгоритму ми визначимо функції доступу всіх трьох варіантів розбирання кормових коліс та підвіски ведучого колеса автобуса МАЗ 206086, узагальнимо їх у таблиці 4.4 та проведемо порівняльний аналіз, щоб зробити практичні пропозиції.

Таблиця 4.4 - Результати визначення функцій доступу

Об'єкт	Варіант	Функції доступу першого вибору		
Підвіска керованих коліс автобуса МАЗ 206086	I	-2594	-1238	-1356
	II	-336	-1050	+714
	III	-154	-1212	+1058
Підвіска ведучих коліс автобуса МАЗ 206086	I	-907	-493	-414
	II	-264	-563	+299
	III	-153	-372	+219

Висновок: завдяки структурному аналізу пневматичної підвіски різних автобусів, термін служби можна оцінити з позиції огляду.

Висновок до розділу 4

Отже, на стенді передбачено визначення амплітудночастотної характеристики підвіски, і обсяг інформації на стенді збільшується.

Стенд базується на технічному завданні - забезпечити порушення вільної вібрації кузова автомобіля та його вплив на елемент пожежогасіння та підвіску, змушуючи колеса "падати" з певної висоти. Це дозволить наблизити результати випробування до реальних дорожніх умов. Суть стенду проілюстрована на кресленнях, на рис 4.2 – положення колеса, вказане перед випробуванням, положення того самого колеса після тесту.

Для якісного виконання діагностики для подальшого технічного обслуговування й ремонту підвіски автобусів, є необхідність використовувати системи моніторингу навантажень на елементи підвіски з використанням технологій інтелектуальних транспортних систем, а також стенди для діагностики підвісок на АТП.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Інженерні рішення для забезпечення роботи працівників в цеху на дільниці

До основних технічних засобів, які забезпечують безпеку машин, верстатів і механізмів відносяться огорожувальні й запобіжні пристрої, сигналізація безпеки, дистанційне керування й спеціальні засоби технічної безпеки. Частини верстатів і пристроїв, що рухаються і обертаються, створюють небезпеку для працюючих. Тому на них встановлюють загороджувальні й захисні пристосування, які ізолюють робітника від рухомих і обертових частин пристосувань, вузлів та механізмів, місць відокремлення окремих частинок металу, небезпечних зон, які знаходяться під напругою. На фрезерних верстатах, для захисту верстатника від стружки встановлюємо навколо фрез кольчужну завісу з тонкого м'якого металевого дроту. Розташування ручок керування розподільними кранами пристроїв спроектовано так, щоб забезпечити економію рухів, виключає незручні, вимушені, ненадійні положення тіла.

Пристрої, які використовуються на дільниці, мають пневматичні механізми затиску. Конструкції пристроїв створено так, щоб затискні елементи мали рух не більше 5 мм, згідно ГОСТ 12.2.029 - 88, що достатньо для встановлення і зняття деталі та не дозволяє защемити пальці робітника. Усі пристрої повинні мати засоби захисту від саморозкриття при зменшенні тиску у пневмокамері у випадку аварії на лінії. У конструкції механізму пристрою на кран керування перемиканням напрямку подачі стиснутого повітря ставимо захисний клапан за ГОСТ 21324 - 83. 63 Для забезпечення загальної електробезпеки (в тому числі і замикання струму на корпус устаткування, до яких доторкається руками верстатник) використовується загально цехове заземлення. Запобіжні пристрої служать для попередження аварій і поломок окремих частинок устаткування і пов'язаної з цим небезпеки травмування робітників. Аварії і поломки можуть бути викликані перевантаженням

устаткування або переходом його рухомих частин за встановлені границі, раптовим підвищенням тиску, збільшення швидкості руху, сили струму.

Для захисту електроустановок від надмірного підвищення сили струму служать плавкі запобіжники і автомати відключення. Для запобігання перевантаження устаткування звичайно застосовують зрізані штифти (шпильки) пружно-кулачкові та фрикційні муфти. Для попередження аварій і поломок окремих частин устаткування, які можуть виникнути внаслідок переходу рухомих частин за встановлені межі, встановлюють односторонні і двосторонні обмежувачі ходу. Сигналізація безпеки є засобом попередження працюючих про можливу небезпеку. До сигналізаційних пристроїв відносяться світло - кольорові і звукові сигнали і різні показники рівня рідини, тиску, температури та ін. У зв'язку із значною вагою заготовок виникає потреба у механізації ручних робіт для зменшення втомлюваності робітника і підвищення продуктивності його праці. Підвезення заготовок до першого робочого місця здійснюється з складу заготовок за допомогою електрокари. Переміщення заготовок з одного робочого місця на інше проводиться за допомогою візків. Завантаження і розвантаження верстатів здійснюється вручну. Затиск заготовок у спеціальних верстатних пристроях проводиться автоматизовано за допомогою пневматичного обладнання. При контролюванні розмірів деталей використовують спеціальне оснащення. Вивезення готових деталей з дільниці здійснюється за допомогою електрокар.

При плануванні дільниці все технологічне обладнання розташовуємо по ходу технологічного процесу. Таке вирішення унеможлиблює перехресні переходи заготовок, що зменшує кількість рухів робітників.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі досліджено причини пошкодження підвіски й технологічний процес ремонту підвіски комунального автобуса МАЗ 206086 та запроєктовано дільницю технічного обслуговування та ремонту.

Магістерська робота складається з пояснювальної записки, і графічного матеріалу. У ході магістерської роботи були виконані: - аналіз місця розташування АТП; - компонування ділянки діагностики підвіски; - розрахунки трудомісткості робіт з ділянок і зонам; - необхідне число постів і виробничих робітників; - необхідні площі виробничих і побутових приміщень. У конструкторській частині проекту був розроблений стенд для діагностики підвіски автобуса.

Результати дослідження:

Матеріально-технічне забезпечення на автотранспортних підприємствах (АТП) базується на підтриманні балансу між потоками постачання та експлуатаційними витратами, що не є універсальним засобом. Матеріально-технічне постачання може здійснюватися різними групами запасних частин, наприклад: група двигуна, група гальмівної системи тощо. Окрім цього, існує особлива група елементів конструкції підвіски, технічний стан яких буде впливати на безпеку руху автобусів. Вибір таких елементів у процесі експлуатації дає змогу запобігати відмовам. Для пасажирських автотранспортних засобів, особливо міських автобусів великого класу, вимоги до безпеки руху є пріоритетними порівняно з іншими вимогами технічної експлуатації. Результати аналізу показують, що існують об'єктивні передумови розвитку системи Матеріально-технічного забезпечення у напрямку одночасного застосування різних варіантів його реалізації. Як один з варіантів розглянемо збереження експлуатаційних властивостей автобусів шляхом забезпечення надійності підвіски.

Згадані вище елементи дають змогу скласти групу конструктивних деталей, які забезпечують плавну роботу підвіски автобуса і при цьому сприймають або передають підвищені силові навантаження від реактивних та

гальмівних моментів, що пришвидшують руйнування. Будову, конструктивні елементи та характеристики пневматичних підвісок великих міських автобусів МАЗ 206086 розглядали відповідно до заводських рекомендацій з їх експлуатації. Для підвіски таких автобусів склад основних конструктивних елементів цієї групи, що найчастіше виходять з ладу і потребують заміни, подано в табл. 6.1:

Табл. 6.1. Склад групи конструктивних елементів пневматичної підвіски автобусів МАЗ-206086

Передня підвіска				
$i =$	1	2	3	4
Тип елемента	Пневмобалон	Верхня та нижня реактивні штанги	Поперечна реактивна штанга	Гідравлічний амортизатор
n_i	два	чотири	одна	два
Елементи зносу	гумокордна оболонка – 2 од.	гумові втулки – 16 од.	кульовий палець – 1 од.; гумометалевий шарнір – 1 од.	гумова подушка – 4 од.
Задня підвіска				
$i =$	5	6	7	8
Тип елемента	Пневмобалон Задній	Нижня реактивна штанга	V-подібна реактивна штанга	Гідравлічний амортизатор
n_i	чотири	дві	одна	чотири
Елементи зносу	гумокордна оболонка – 4 од.	кульовий палець – 1 од.; гумометалевий шарнір – 1 од.	кульовий палець – 1 од.; гумометалевий шарнір – 1 од.	гумова подушка – 8 од.

Пневмобалони виходять з ладу внаслідок деформацій від вертикальних знакозмінних навантажень. Окрім цього, їхня робота супроводжується додатковими змінними зусиллями тиску повітря в процесі їх роботи, можливим замерзанням повітряного конденсату в камерах тощо. Це призводить до руйнування гумокордної оболонки пневмобалона. Верхні та нижні реактивні штанги передньої підвіски сприймають зусилля від реактивних та гальмівних моментів, що призводить до появи циклічних силових напружень у матеріалах. До зміни стану робочих поверхонь пар тертя таких елементів конструкції призводить зношування гумових втулок, переважно нерівномірних. Поперечна реактивна штанга передньої підвіски сприймає бокові навантаження, що призводять до зношування гумометалевих шарнірів та кульових пальців. Дві реактивні штанги та V-подібна реактивна штанга задньої підвіски передають тягові зусилля та сприймають зусилля від реактивного та гальмівних моментів. Гідравлічні амортизатори гасять коливання, що виникають під час руху

нерівностями дороги. При цьому порушується їх герметичність та надійність кріплення до елементів підвіски (кронштейнів каркаса, балки).

1) Згідно проведеного аналізу публікацій з досліджень по визначенню довговічності та раціональних термінів експлуатації автобусів, дійшов висновку що проблематика забезпечення надійності підвіски автобусів є досить актуальною задачею.

2) Проаналізувавши недоліки у роботі автобусного парку КП ЖТТУ, дійшов висновку, що існуюча система не може у повній мірі підтримувати високий технічний рівень забезпечення безвідмовної роботи автобусів. У зв'язку з цим необхідно здійснити технічне переоснащення виробничо-технічної бази АТП, впровадити нові методи ТО і ПР, підвищити продуктивність обслуговуючого персоналу за рахунок впровадження більш досконалих технологій та обладнання для діагностики підвіски автобусів.

3) Конструкція підвіски автобусів МАЗ 206086 має ряд переваг та недоліків, тому виникає необхідність вжиття низки заходів по вдосконаленню матеріально-технічної бази, підготовки обслуговуючого персоналу та визначення найкращих режимів ЩО та ТО, характерних для АТП. По-перше, їм потрібно діагностичне обладнання, спеціальні інструменти та обладнання для блоку та діагностичної зони, майстерні моторного, паливного обладнання та підвіски.

4) Проаналізувавши регламент з технічного обслуговування підвісок й причини їх несправності, дійшов висновку, що на даний час процес технічного обслуговування та ремонту рухомого складу не відповідає повною мірою вимогам щодо забезпечення експлуатаційної надійності. Для забезпечення технічно справного стану автобусів потрібно модернізувати виробничі дільниці, робочі станції та оснастити їх новим технічним обладнанням для діагностики.

5) Для якісного виконання діагностики для подальшого технічного обслуговування й ремонту підвіски автобусів, є необхідність використовувати системи моніторингу навантажень на елементи підвіски з використанням

технологій інтелектуальних транспортних систем, а також стенди для діагностики підвісок на АТП.

7. Список використаних джерел:

1. Ruban, D., Kraynyk, L., Ruban, H., Sosyk, A., Shcherbyna, A., Dudarenko, O., Artyukh, A. (2021). Forecasting the durability of public transport bus bodies depending on operating conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (112)), 26–33. Scopus.
2. Ruban, D., Kraynyk, L., Ruban, H., Zakharova, M., Burmistrov, S., Khotunov, V., Metelap, V. (2022). Development of bus body technologies in terms of corrosion and durability. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (1 (117)), 67–75. Scopus.
3. Ruban, D., Kraynyk, L., Ruban, H., Hrubel, M., Duzhyi, R., & Babaryha, A. (2022). Development of technological principles of technical control of bus bodies during operation based on passive safety conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(1 (120), 91–100. Scopus.
4. Ruban, D., Kraynyk, L., Ruban, H., Zakharova, M., Metelap, V., Khotunov, V., Mykhaylyuta, S. (2023). Devising an approach to assessing the durability of bus body on a frame chassis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (122)), 32–39. Scopus.
5. Verbitsky V., Shcherbyna A., Artyukh O., Dudarenko O., Kuzmin V., Ruban D., Fasoliak A. (2023). Mathematical modeling of change of the steering wheel toe-in angles when the vehicle moves in a curved direction. *International Journal on «Technical and Physical Problems of Engineering» (IJTPE)*, Issue 57, Volume 15, Number 4, 344–350. Scopus.
6. Комплексний підхід до вирішення питання щодо інтеграції громадського транспорту та міського планування / Огій О. В., Рубан Д. П., Голубов О. С., Підгорний М. В. Технологічний аудит і резерви виробництва. Харків, 2015. № 5/3(25). С. 51–54.
7. Рубан Д. П., Підгорний М. В., Рубан Г. Я. Застосування електронних систем обстеження пасажиропотоків на міських автобусних маршрутах. *Вестник ХНАДУ*. Харьков, 2016. № 74. С. 17–20.
8. Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Структура парку автобусів громадського транспорту України та аналіз ситуації. *Наукові нотатки : міжвуз. зб. Луцьк*, 2016. № 55. С. 338–340.
9. Пилипенко О. М., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Обґрунтування раціональної експлуатації та оновлення автобусного парку м. Черкаси. *Вісник ЧДТУ : зб. наук. пр. у галузі техн. наук*. Черкаси, 2016. № 1. С. 35–40.
10. Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Аналіз досліджень з визначення термінів експлуатації автобусів. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. Вінниця, 2016. № 5(128). С. 105–109.
11. Крайник Л. В., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Оцінка зміни фізико-механічних властивостей елементів каркасу кузова автобуса в процесі експлуатації. *Вісник машинобудування та транспорту*. Вінниця, 2017. № 1(5). С. 47–52.
12. White, M. (2010). Analyzing Durability. URL: <https://insider.altairhyperworks.com/analyzing-durability/> (Last accessed: 29.01.2021).

13. Suresh, B., Klinikowski, D., Gilmore, B. (1993). Comparison of Vehicle Durability Testing Methods: SAE Technical Paper. DOI: 10.4271/932967.
14. Крайник Л. В., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Аналіз тенденцій розвитку пасажирських автобусних перевезень України та країн СНД. Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні : тези доп.: матеріали 2-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції. Львів, 2016. С. 105–108.
15. Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Існуючі дослідження по визначенню термінів експлуатації автобусів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали IV міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Вінниця, 2016. С. 88–92.
16. Крайник Л. В., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Витрати у взаємозв'язку з термінами експлуатації міських автобусів. Проблеми з 351 транспортними потоками і напрямки їх розв'язання : II Всеукраїнська науково-теоретична конференція, 16–18 берез. 2017 р. : тези доповідей. Львів, 2017. С. 40–42.
17. Рубан Д. П., Крайник Л. В. Структура комп'ютерного моделювання – оцінювання ресурсу кузова автобуса з умов втомної міцності та корозії. 13-й міжнародний симпозіум українських інженерів-механіків у Львові : матеріали симпозіуму. Львів, 2017. С. 119–120.
18. Рубан Д. П., Крайник Л. В. Дослідження зміни структури матеріалу лонжеронів каркасу кузова автобуса в умовах експлуатації. Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали X міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця, 2017. С. 151–153.
19. Рубан Д. П., Рубан Г. Я., Осадчий В. П. Обґрунтування доцільності оновлення автобусного парку України. Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів: зб. наук. пр. Миколаїв, 2017. С. 49–50.
20. Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Причини виникнення несправностей під час гарантійного обслуговування автобусів громадського транспорту. Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців : наук. пр. міжнар. наук.-практ. конф., 19–20 жовт. 2017 р. Харків, 2017. С. 130–131.
21. Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я. Оцінка впливу корозії автобуса на фізичну міцність несівних елементів. Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту : матеріали VI міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Вінниця, 2018. С. 157–167.
22. Крайник Л. В., Рубан Д. П., Рубан Г. Я. Пропозиції щодо обов'язкового періодичного технічного контролю та допуску до експлуатації автобусів громадського транспорту. Автобусобудування та пасажирські перевезення в Україні : матеріали 3-ї Всеукр. наук.-практ. конф. Львів, 2018. С. 3–5.
23. Автобуси МАЗ 206 и МАЗ 226. Руководство по эксплуатации 206060-0000020 PE.
24. Рубан Д. П., Крайник Л. В., Рубан Г. Я. Вдосконалення системи технічного контролю та допуску до експлуатації автобусів громадського транспорту. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології. Харків, 2019. № 15. С. 94–99.

25. Науково-методичні підходи підтримання надійності підвіски автобусів засобами матеріального забезпечення, М. В. Глобчак, О. Л. Мاستикаш, М. М. Борис.